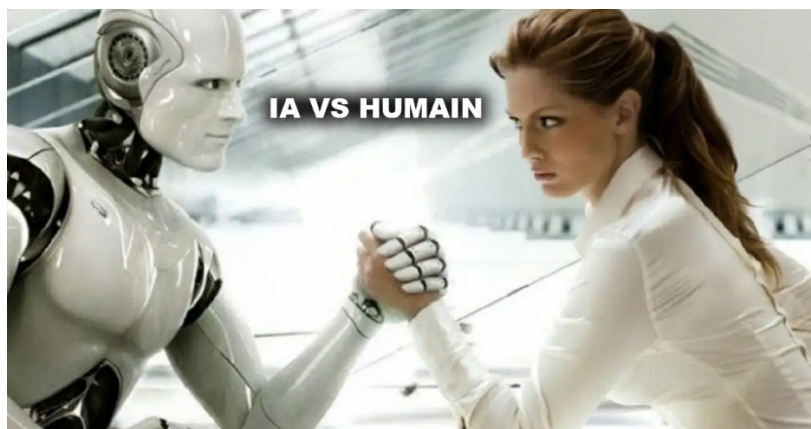




L'HOMME FACE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

*Comprendre la plus grande révolution intellectuelle
depuis l'invention de l'imprimerie*

Par Pierre Chastanier

*Ancien Doyen de la Faculté de Médecine de Saint-Étienne
Ancien Vice-Président de l'Université Jean Monnet*

Juin 2026

Préface

Pourquoi ce texte ?

*« Toute notre dignité consiste donc en la pensée.
Travaillons donc à bien penser : voilà le principe de la morale. »*

Blaise Pascal

Il est des périodes où l'Histoire semble, pour certains, ralentir son cours, comme si elle hésitait avant de franchir un seuil. Les femmes et les hommes qui vivent ces moments n'ont généralement pas conscience d'assister à la naissance d'un monde nouveau. Les contemporains de Gutenberg ignoraient que l'imprimerie allait transformer la diffusion du savoir et bouleverser durablement les équilibres politiques, religieux et culturels de l'Europe. Ceux de James Watt ne pouvaient imaginer que la machine à vapeur ferait entrer l'humanité dans l'ère industrielle. Les premiers utilisateurs d'Internet étaient loin de pressentir le fait que, quelques décennies plus tard, une grande partie de la vie économique, scientifique, culturelle et sociale de la planète passerait par les réseaux numériques.

Nous vivons aujourd'hui l'un de ces moments rares où une innovation technique annonce bien davantage qu'un nouveau progrès matériel.

En quelques années seulement, l'intelligence artificielle est entrée dans notre quotidien avec une rapidité qui surprend jusqu'à ceux qui avaient anticipé son développement. Elle traduit des langues, rédige des textes, crée des images, découvre de nouvelles molécules, assiste les médecins dans leurs diagnostics, accompagne les enseignants, aide les juristes dans leurs recherches, conseille les entreprises et dialogue désormais avec des centaines de millions de personnes. Et tout cela nous paraît déjà naturel !

Jamais dans l'histoire de l'humanité, une innovation intellectuelle ne s'était diffusée aussi vite.

Mais cette accélération ne doit pas masquer l'essentiel. L'intelligence artificielle n'est pas seulement une innovation informatique. Elle constitue sans doute l'un des plus profonds bouleversements intellectuels que notre civilisation ait connus depuis l'invention de l'imprimerie.

Des premiers outils de l'âge de la pierre jusqu'aux ordinateurs contemporains, l'homme n'a cessé de créer des instruments destinés à augmenter ses capacités. Le levier a prolongé la force de son bras, la roue a élargi son horizon, l'écriture a conservé sa mémoire, l'imprimerie a multiplié la diffusion des connaissances, l'ordinateur a accéléré le calcul, Internet a rapproché les continents et rendu le savoir instantanément accessible.

Toutes ces inventions avaient cependant un point commun : elles demeuraient entièrement au service de l'intelligence humaine.

Avec l'intelligence artificielle, une étape nouvelle est franchie.

Pour la première fois, l'homme a construit un outil capable de participer à certaines opérations qui relevaient jusqu'alors exclusivement de son activité intellectuelle : rédiger, traduire, classer, comparer, programmer, diagnostiquer, créer des images, résumer un ouvrage, proposer un raisonnement ou assister une décision.

Cette rupture est considérable.

Si nous savons la domestiquer, elle modifiera notre manière de travailler, d'apprendre, de soigner, de produire des connaissances, de gouverner, de créer des richesses et peut-être même de nous définir.

Mais une interrogation entièrement nouvelle surgit.

Si une machine devient capable d'accomplir une partie des tâches qui semblaient constituer la singularité de l'intelligence humaine, qu'est-ce qui demeurera irréductiblement humain ?

Cette question dépasse infiniment le cadre de l'informatique. Elle concerne le médecin qui devra décider jusqu'où faire confiance à un algorithme, le magistrat confronté à des systèmes capables d'explorer instantanément des milliers de décisions de justice, l'enseignant qui voit apparaître des étudiants constamment aidés par leur ChatGPT, le chercheur qui imagine de nouvelles hypothèses en analysant des millions de publications scientifiques, le chef d'entreprise, le responsable politique, l'ingénieur, l'artiste, l'agriculteur, bref chacun d'entre nous.

Car nous sommes la première génération appelée à vivre durablement aux côtés de machines capables de participer à certaines de nos activités intellectuelles.

L'ambition de ce texte n'est donc pas d'apprendre au lecteur à utiliser un logiciel d'IA. D'autres ouvrages le feront avec bien plus de compétence technique.

Son projet est différent : **Remplacer l'intelligence artificielle dans la longue histoire de l'intelligence humaine.** Comprendre les principes qui la rendent possible sans jamais perdre de vue leurs conséquences humaines, montrer ce qu'elle peut déjà accomplir, mais aussi ce qu'elle demeure pour l'instant sans doute incapable de faire et enfin, réfléchir aux choix de civilisation qu'elle impose désormais à nos sociétés.

J'aborde cette réflexion sous un double regard.

Celui du médecin, bien sûr, car la médecine ne prend tout son sens que lorsqu'elle demeure au service des patients et aucune décision importante ne peut être réduite à une simple accumulation de données. Entre le savoir scientifique et la décision médicale demeure toujours un espace où interviennent l'expérience, le jugement, la responsabilité et parfois même l'intuition.

Celui de l'universitaire, qui sait que la connaissance ne vaut que si elle est transmise. Enseigner n'est pas seulement apporter des réponses : c'est apprendre à poser les bonnes questions. Or l'intelligence artificielle nous oblige précisément à reformuler certaines des questions les plus anciennes de la philosophie : comprendre, apprendre, créer, penser ?

Ces pages n'ont donc pas été écrites pour célébrer naïvement une nouvelle technologie ou pour nourrir seulement les inquiétudes qu'elle suscite mais pour comprendre, car une société qui comprend les mutations qu'elle traverse est toujours mieux préparée à les maîtriser qu'une société qui les subit.

Au fond, ce texte ne parle pas d'abord des machines « pensantes » mais de nous, les hommes. Il raconte cette aventure extraordinaire commencée il y a plusieurs centaines de milliers d'années lorsque nos ancêtres découvrirent que l'intelligence pouvait se transmettre, s'enrichir et transformer le monde. Des premiers silex de l'âge de la pierre aux bibliothèques, des premiers manuscrits aux livres imprimés, des ordinateurs aux intelligences artificielles, cette aventure n'a cessé de se poursuivre.

L'intelligence artificielle n'en est donc pas l'aboutissement mais le chapitre le plus récent de nos découvertes car les grandes inventions ne modifient pas seulement le monde qui nous entoure. Elles changent le regard que l'homme porte sur lui-même.

INTRODUCTION

Le jour où les machines commencèrent à parler

Personne ne sonna les cloches à toutes volées lorsque Gutenberg exhiba fièrement les premières pages sorties de sa presse. Aucun chroniqueur ne pressentit que cette invention allait bouleverser la religion, la politique, la science et jusqu'à la manière dont les hommes penseraient le monde.

Lorsque James Watt perfectionna la machine à vapeur, rares furent ceux qui imaginèrent que quelques décennies plus tard les campagnes se videraient, les villes s'agrandiraient, les chemins de fer traverseraient les continents et que l'économie mondiale entrerait dans une ère nouvelle.

Les dates des grandes révolutions commencent presque toujours dans le silence.

Le 30 novembre 2022 appartient probablement à cette catégorie de dates.

Ce jour-là, une entreprise encore peu connue du grand public, OpenAI, dégainait sa première version de ChatGPT, en mettant (momentanément) gratuitement à la disposition des internautes un logiciel capable de dialoguer en langage naturel. Trois ans plus tard, un milliard de personnes l'utilisent .

L'événement paraissait modeste. Il ne s'agissait en apparence ni d'une découverte scientifique spectaculaire, ni du lancement d'une fusée, ou d'une invention matérielle comparable à l'électricité ou à l'automobile. Pourtant, en quelques jours seulement, des milliers de personnes demandèrent à cette machine de rédiger une lettre, d'expliquer un théorème, de traduire un texte, de composer un poème, d'écrire un programme informatique ou de résumer un livre.

Quelques semaines plus tard, elles étaient des dizaines puis des centaines de millions. Ce succès fulgurant ne tenait pas seulement aux performances du logiciel. Il révélait quelque chose de beaucoup plus profond.

Pour la première fois dans son histoire, l'humanité découvrait qu'elle pouvait dialoguer avec une machine presque comme avec un autre être humain.

Certes, cette machine ne comprenait pas le monde comme nous le comprenons. Elle n'éprouvait ni émotions, ni désirs, ni conscience. Elle ne pouvait ni aimer, ni souffrir, ni espérer. Et pourtant, elle répondait avec une rapidité déconcertante, une cohérence souvent remarquable, une aisance qui troublait même les spécialistes.

Le véritable événement n'était donc pas qu'un ordinateur ou qu'un smartphone puisse écrire mais le fait que des centaines de millions d'hommes et de femmes prenaient soudain conscience qu'une partie des activités intellectuelles qu'ils croyaient réservées à l'esprit humain pouvait désormais être accomplie par une machine.

Cette découverte marque une rupture comparable à celles qui jalonnent les grandes étapes de notre civilisation. Le levier avait prolongé le bras, la roue avait augmenté le mouvement, l'écriture avait prolongé la mémoire, l'imprimerie avait multiplié le savoir, l'ordinateur avait accéléré le calcul, Internet avait relié les connaissances du monde entier.

Mais ce jour-là, l'intelligence artificielle franchit une étape supplémentaire : Elle commença à prolonger certaines opérations jusque-là réservées à notre seule intelligence.

La nuance peut paraître légère mais elle est immense. Depuis l'apparition des premiers outils, l'homme avait surtout inventé des machines destinées à accroître sa puissance physique. Même les ordinateurs, malgré leur extraordinaire vitesse de calcul, demeuraient entièrement soumis aux instructions écrites par leurs programmeurs.

Avec l'intelligence artificielle, quelque chose a brutalement changé. La machine ne se contente plus d'exécuter des ordres. Elle apprend, elle reconnaît des formes, elle produit des textes, elle traduit, elle résume, elle propose des hypothèses, elle dialogue.

Autrement dit, elle participe à certaines activités intellectuelles qui semblaient constituer le privilège de notre espèce et nous aurions tort de réduire cette évolution à une simple innovation informatique car il s'agit véritablement d'un événement anthropologique puisque chaque fois que l'homme invente un outil capable de transformer profondément ses capacités, il modifie en même temps l'image qu'il se fait de lui-même.

Copernic nous a appris que la Terre n'était pas le centre de l'Univers, Darwin nous a montré l'évolution du monde vivant, Freud a suggéré que notre raison n'était pas seule maîtresse de notre esprit.

L'intelligence artificielle nous conduit à une interrogation d'une nature bien différente : que reste-t-il de spécifique à l'homme lorsqu'une machine devient capable d'accomplir une partie de ses tâches intellectuelles les plus ardues ?

Cette question ne concerne ni les seuls informaticiens, ni les seuls ingénieurs. Elle concerne le médecin, le magistrat, le professeur, le chercheur, le chef d'entreprise, l'artiste, le responsable politique, les parents qui s'interrogent sur l'éducation de leurs enfants, les étudiants qui entreront demain dans un monde du travail profondément transformé.

Elle concerne chacun d'entre nous car nous sommes la première génération appelée à partager durablement notre existence avec des intelligences artificielles.

Comprendre cette révolution exige cependant de prendre du recul car l'histoire de l'intelligence ne commence ni dans la Silicon Valley, ni dans les laboratoires de recherche du XXI^{ème} siècle. Elle commence bien plus tôt, le jour où nos ancêtres découvrirent que la véritable force de l'homme ne résidait pas dans ses muscles, mais dans sa capacité à apprendre, à transmettre et à accumuler les connaissances.

Autrement dit, avant de comprendre les machines qui apprennent, il nous faut d'abord comprendre comment l'homme est devenu intelligent.

Chapitre I

La plus longue aventure de l'humanité

Lorsque l'on prononce aujourd'hui les mots *intelligence artificielle*, chacun pense spontanément aux ordinateurs, aux robots, aux algorithmes ou aux gigantesques « Data centers » qui alimentent les nouveaux modèles de langage. Cette association est naturelle mais elle est pourtant trompeuse.

Car l'histoire de l'intelligence artificielle ne commence ni avec l'invention de l'ordinateur, ni avec Internet, ni même avec les premiers calculateurs électroniques.

Elle commence beaucoup plus tôt. Elle débute le jour où un être humain comprit que son avenir dépendait moins de sa force que de son intelligence. Cette découverte, qui nous paraît aujourd'hui évidente, fut probablement la plus grande révolution de toute l'histoire de notre espèce.

Pendant des millions d'années, nos ancêtres vécurent comme les autres grands mammifères. Ils chassaient. Ils cueillaient. Ils fuyaient les prédateurs. Ils subissaient les saisons et leur survie dépendait essentiellement de leurs qualités physiques et biologiques.

À bien des égards, ils étaient pourtant moins bien armés que nombre d'autres espèces : le lion courait plus vite, l'ours était plus puissant, l'aigle voyait plus loin, le loup possédait un odorat plus développé.

L'homme ne dominait dans aucun de ces domaines et pourtant, c'est lui qui allait dominer et transformer la planète.

Pourquoi ? Parce qu'un jour, il comprit qu'il pouvait modifier son environnement au lieu de s'y soumettre. Un simple éclat de silex marqua cette rupture. Ce n'était pourtant qu'une pierre mais cette pierre nous raconte une histoire extraordinaire car avant de devenir un outil, elle fut une idée.

Quelqu'un observa la matière, imagina une forme, essaya, échoua, recommença, puis transmit son savoir à un autre.

Tout était déjà là : l'observation, l'expérience, l'apprentissage, la transmission. Aucune autre espèce n'a porté aussi loin cette capacité à thésauriser les découvertes des générations précédentes.

Les animaux apprennent, l'homme enseigne. Cette différence paraît modeste. Elle est pourtant à l'origine de toute notre civilisation.

Un jeune chimpanzé peut apprendre de ses congénères à utiliser une branche pour extraire des termites, une louve apprend à ses petits les techniques de chasse. Ces comportements témoignent d'une véritable intelligence. Mais chez l'homme, chaque découverte peut être conservée, perfectionnée, enrichie et transmise à des individus qui ne sont même pas encore nés.

Nous héritons moins d'un patrimoine biologique que d'un patrimoine intellectuel et chaque enfant qui entre aujourd'hui à l'école reçoit immédiatement plusieurs milliers d'années d'expériences accumulées. Il apprend les mathématiques sans avoir à réinventer la géométrie. Il découvre la médecine sans avoir à reproduire les expériences d'Hippocrate. Il étudie la physique avec Galilée, Newton, Einstein et à tous ceux qui les ont suivis.

L'intelligence humaine est donc, avant tout, une intelligence cumulative. C'est probablement sa caractéristique la plus originale.

Aucun homme, si brillant soit-il, ne peut inventer seul une civilisation. Telle le roitelet, chaque génération s'élève sur les épaules de celles qui l'ont précédée ce qui fit écrire à Isaac Newton: « *Si j'ai vu plus loin, c'est en montant sur les épaules de géants.* »

Cette phrase résume peut-être toute l'histoire de l'humanité. Notre intelligence individuelle est limitée mais notre intelligence collective ne cesse de grandir. Chaque découverte devient le point de départ d'une autre, chaque invention prépare la suivante, chaque erreur éclaire un progrès futur.

L'histoire humaine apparaît ainsi comme une immense chaîne de transmission et pourtant cette transmission se heurta bientôt à une limite, notre mémoire.

Un groupe humain peut retenir quelques dizaines d'histoires, quelques centaines de règles, quelques milliers de mots mais il ne peut conserver intactes les connaissances de toute une civilisation. La mémoire oublie, déforme, simplifie, disparaît avec ceux qui la portent.

L'humanité allait devoir inventer l'un des outils les plus extraordinaires de toute son histoire : **l'écriture.**

Avec elle, la pensée cessa d'être prisonnière du cerveau qui l'avait produite et pour la première fois, une idée pourrait survivre à son auteur. Un homme pourrait transmettre son savoir à quelqu'un qu'il ne rencontrerait jamais. Une génération pourrait dialoguer avec celles qui lui succéderaient plusieurs siècles plus tard.

Ainsi, l'écriture fut la première mémoire artificielle de l'humanité.

Cette expression mérite d'être méditée et depuis cinq mille ans, nous n'avons cessé de confier une part croissante de notre mémoire à des objets extérieurs à notre cerveau, tablettes d'argile, papyrus, parchemins, livres, ordinateurs, serveurs, centres de données.

À chaque étape, notre mémoire s'est agrandie et aujourd'hui l'intelligence artificielle prolonge ce mouvement avec cependant une différence fondamentale. Pendant des millénaires, nous avons externalisé notre mémoire mais nous commençons aujourd'hui à externaliser certaines opérations de notre intelligence. C'est pourquoi la révolution actuelle n'est pas une rupture surgie de nulle part mais constitue le dernier chapitre d'une aventure commencée lorsque le premier homme transmet à un autre ce qu'il venait d'apprendre.

Voilà pourquoi l'intelligence artificielle nous concerne tous. Elle ne parle pas seulement de machines, elle raconte l'histoire de l'intelligence elle-même, une histoire qui ne fait que commencer.

Chapitre II

Le jour où l'homme inventa une mémoire plus grande que lui

Pendant des centaines de milliers d'années, les hommes ne disposèrent que d'une seule bibliothèque. Leur mémoire. Chaque génération rassemblait des récits, des techniques, des croyances et des règles de vie transmises par la parole. Les anciens racontaient, les plus jeunes écoutaient. Les gestes étaient répétés jusqu'à devenir des habitudes, les histoires des griots africains étaient apprises jusqu'à pouvoir être récitées sans hésitation, les savoir-faire se conservaient parce qu'ils étaient sans cesse reproduits.

Ce mode de transmission permit à l'humanité d'accomplir des progrès considérables.

Elle apprit à maîtriser le feu, à fabriquer des armes plus efficaces, à construire des abris, à reconnaître les plantes utiles à la santé, à observer les saisons, à naviguer, à organiser des communautés de plus en plus nombreuses. Mais cette mémoire avait pourtant une faiblesse. Elle pouvait disparaître.

Chaque fois qu'un ancien mourait, une partie de son expérience disparaissait avec lui. Chaque oubli pouvait effacer une découverte. Chaque guerre pouvait anéantir des générations de savoir. La civilisation demeurait fragile parce que son intelligence reposait presque entièrement dans le cerveau des hommes.

Puis survint une invention dont les conséquences furent probablement plus profondes que celles de toutes les armes ou de toutes les conquêtes : **L'écriture.**

Les premiers scribes de Mésopotamie ne cherchaient pas à écrire des poèmes ou des traités de philosophie. Ils voulaient simplement compter leurs récoltes, enregistrer leurs échanges commerciaux, conserver la trace des impôts ou des réserves de céréales. Ils répondaient à une nécessité pratique.

Comme il arrive souvent dans l'histoire des techniques, une innovation conçue pour résoudre un problème limité allait transformer toute une civilisation. En gravant quelques signes sur une tablette d'argile, l'écriture cunéiforme sumérienne, ces hommes accomplirent sans le savoir un geste extraordinaire qui permettait à une pensée de survivre à celui qui l'avait formulée et pour la première fois, une idée devint indépendante de son auteur. Elle put voyager, traverser les générations, franchir les frontières, dialoguer avec des hommes qui ne naîtraient que plusieurs siècles plus tard.

L'humanité venait d'inventer une mémoire extérieure à son cerveau. Cette idée mérite que l'on s'y arrête.

Nous croyons volontiers que notre intelligence réside uniquement dans nos **quatre-vingt-six milliards de neurones**. C'est oublier que, depuis cinq millénaires, nous pensons aussi grâce à des objets, une tablette d'argile, un rouleau de papyrus, un manuscrit, un livre, une bibliothèque, un disque dur, un serveur informatique.

À chaque époque, l'homme a déplacé une partie de sa mémoire vers des supports qu'il fabriquait lui-même. L'intelligence humaine n'est donc pas seulement biologique, elle est aussi culturelle. Elle s'appuie sur des outils qui prolongent nos capacités et cette continuité est essentielle pour comprendre l'intelligence artificielle.

Beaucoup la présentent comme une rupture absolue mais , en réalité, elle est l'étape la plus récente d'un mouvement commencé il y a plusieurs milliers d'années.

Après avoir appris à conserver nos souvenirs en dehors de notre cerveau, nous commençons aujourd'hui à confier à des machines certaines opérations de notre raisonnement. La différence est immense mais la logique demeure la même. Depuis toujours, l'homme invente des outils qui augmentent son intelligence. L'écriture permit de conserver le savoir. L'imprimerie allait lui donner des ailes.

Lorsque Gutenberg perfectionna, au milieu du XV^{ème} siècle, les caractères mobiles, il ne se contenta pas d'améliorer la copie des livres, il transforma la vitesse de circulation des idées. Jusqu'alors, un manuscrit devait être recopié à la main. Une seule erreur pouvait être reproduite pendant des générations. Une bibliothèque représentait parfois une vie entière de travail.

Avec l'imprimerie, les livres purent être diffusés en grand nombre, à moindre coût, avec une fidélité bien supérieure. Le savoir cessa progressivement d'être le privilège d'une minorité. Les universités se développèrent. Les controverses scientifiques s'intensifièrent. Les découvertes se répandirent d'un pays à l'autre.

La Renaissance, la Réforme, les grandes explorations et bientôt les Lumières et la révolution scientifique furent les enfants de cette diffusion nouvelle des connaissances.

L'imprimerie n'avait pas rendu les hommes plus intelligents. Elle avait rendu leur intelligence collective infiniment plus efficace. Cette distinction est capitale.

Les grandes inventions ne modifient pas directement les capacités du cerveau humain mais elles transforment les conditions dans lesquelles les intelligences individuelles coopèrent.

Une découverte réalisée à Florence peut désormais être discutée à Paris, corrigée à Londres, enrichie à Leyde, puis enseignée dans le monde. La connaissance devient cumulative, elle s'accélère, elle finit par produire une véritable explosion scientifique et c'est dans ce contexte que naît la science moderne.

Galilée, Kepler, Descartes, Newton, tous travaillèrent différemment mais tous partagèrent une même conviction : une affirmation n'a de valeur que si elle peut être démontrée. Une révolution silencieuse était en marche et l'autorité cessa progressivement d'être la source principale de la vérité. Elle cède aujourd'hui la place à l'observation, à l'expérience et à la démonstration.

Cette méthode scientifique constitue peut-être la plus grande invention intellectuelle de l'humanité. Elle ne garantit pas la découverte immédiate de la vérité mais elle permet que nous puissions corriger nos erreurs.

Car le progrès scientifique n'est pas l'accumulation de certitudes. Il est l'organisation méthodique du doute. Et si une intelligence artificielle peut produire aujourd'hui des réponses remarquablement convaincantes car elle ne doute pas, n'oublions pas que les plus grandes découvertes de l'histoire sont souvent nées d'une question que personne n'avait encore osé poser.

L'intelligence humaine ne se résume pas à la capacité de répondre. Elle réside aussi dans le courage d'interroger et à mesure que les siècles passent, la mémoire de l'humanité continue de s'étendre. Les bibliothèques deviennent immenses, les revues scientifiques se multiplient, les archives s'accumulent, puis apparaissent les ordinateurs et pour la première fois, l'homme peut non seulement conserver une quantité quasi illimitée d'informations, mais aussi les retrouver en quelques secondes.

Cette évolution semble naturelle mais elle prépare pourtant une révolution bien plus profonde.

Pendant cinq mille ans, nous avons appris à construire une **mémoire artificielle** de plus en plus développée. Nous allons bientôt tenter de construire quelque chose de plus audacieux encore : **Une intelligence artificielle.**

Mais avant de comprendre comment une machine peut apprendre, il nous faut d'abord comprendre pourquoi l'informatique classique ne suffisait plus car entre un ordinateur qui exécute fidèlement un programme et une machine capable d'apprendre par elle-même, il existe la même différence que celle qui sépare une bibliothèque d'un lecteur.

Chapitre III

De l'informatique aux machines qui apprennent

À première vue, l'intelligence artificielle pourrait sembler n'être que le prolongement naturel de l'informatique. Après tout, elle fonctionne grâce à des ordinateurs toujours plus puissants, à des logiciels toujours plus sophistiqués et à des réseaux numériques qui relient désormais la planète entière à des data centers particulièrement énergivores .

Cette vision n'est pas fausse mais elle est simplement incomplète car entre l'ordinateur classique et l'intelligence artificielle moderne existe une différence de nature comparable à celle qui sépare un élève récitant une leçon d'un chercheur découvrant une idée nouvelle.

Pendant près d'un demi-siècle, les ordinateurs furent des exécutants remarquables. Ils calculaient avec une vitesse inaccessible à l'esprit humain. Ils géraient les comptes des banques, les réservations des compagnies aériennes, les chaînes de production des usines et les premiers réseaux de communication. Mais leur caractéristique essentielle était qu'ils ne faisaient jamais que ce qu'on leur avait demandé de faire.

Un ordinateur ne prenait aucune initiative. Il appliquait fidèlement les instructions écrites par son programmeur. Si ces instructions étaient exactes, le résultat était exact. Si elles comportaient une erreur, l'ordinateur reproduisait cette erreur avec une rigueur implacable et les informaticiens résumaient cette réalité par une formule devenue célèbre :

« Un ordinateur ne fait jamais que ce qu'on lui demande. »

Cette phrase résume toute la philosophie de l'informatique classique. Le programmeur devait obligatoirement prévoir toutes les situations possibles et imaginables. Il écrivait les règles une à une du style :

« Si telle condition est remplie, alors exécuter telle opération. Sinon, effectuer telle autre action ».

Cette méthode donna naissance à des logiciels d'une efficacité remarquable qui permirent l'essor de l'informatique moderne. Mais elle révéla très vite ses limites.

Imaginons que nous souhaitions programmer un ordinateur pour reconnaître un chat sur une photographie.

L'idée paraît simple. Nous pourrions écrire un logiciel précisant « *Un chat possède quatre pattes, deux oreilles, deux yeux, une queue, des moustaches...* ». Très vite pourtant, les difficultés apparaîtraient.

Que faire si le chat est de profil, s'il dort, s'il est caché derrière un meuble, s'il lui manque une oreille, s'il est noir sur un fond sombre, s'il s'agit d'un chaton, ou d'un dessin ?

Le monde réel est infiniment plus riche que les règles que nous pourrions écrire. Or contrairement à ce logiciel, notre cerveau, lui, résout spontanément ce problème.

Un enfant reconnaît un chat après en avoir vu quelques-uns seulement. Il ne connaît pourtant aucune définition zoologique du chat. Il ne lui mesure pas les oreilles. Il ne compte pas ses moustaches et pourtant il reconnaît immédiatement sa forme familière.

Cette capacité, qui nous paraît naturelle, s'est longtemps révélée inaccessible aux ordinateurs. Les chercheurs comprirent alors qu'ils poursuivaient une mauvaise stratégie. Depuis des décennies, ils tentaient d'expliquer le monde aux machines. Un jour, ils se posèrent la question :

Et si, au lieu de leur enseigner les règles, on leur permettait d'apprendre par elles-mêmes ?

Cette idée allait transformer toute l'histoire de l'informatique. Au lieu de programmer un ordinateur pour reconnaître un chat, on lui montra des milliers, puis des millions de photographies dûment étiquetées. Certaines représentaient des chats, d'autres des chiens, des chevaux, des oiseaux ou des automobiles. À chaque réponse, la machine s'autocorrigeait si sa réponse était fausse ou renforçait son choix si la réponse était exacte. Ainsi, peu à peu, elle découvrait elle-même les caractéristiques qui distinguaient les formes des différentes images.

Personne ne lui avait expliqué ce qu'était un chat. Elle l'avait appris. Le changement paraît presque anodin. Il constitue pourtant l'une des plus profondes révolutions intellectuelles du XXI^{ème} siècle.

Hier, l'homme écrivait les règles. Aujourd'hui, il construit des systèmes capables de découvrir eux-mêmes ces règles. Autrement dit, l'informatique ne consiste plus seulement à programmer. Elle consiste désormais à entraîner et ce changement de vocabulaire traduit un changement de civilisation. Le programmeur devient, en quelque sorte, un éducateur qui ne dicte plus chaque réponse mais qui crée les conditions de l'apprentissage.

Cette nouvelle approche reçut un nom : **l'apprentissage automatique**, ou ***Machine Learning***.

L'expression mérite d'être comprise. Une machine n'apprend évidemment pas comme un enfant. Elle n'éprouve ni curiosité, ni plaisir, ni étonnement. Elle ne comprend pas ce qu'elle découvre. Elle ajuste progressivement des milliards de paramètres mathématiques afin de réduire ses prochaines erreurs. Elle ne sait pas, elle calcule. Et pourtant, ce calcul produit parfois des résultats qui donnent l'impression d'une véritable intelligence humaine.

Comment une telle révolution est-elle devenue possible ?

Deux conditions étaient nécessaires. La première fut l'apparition d'ordinateurs d'une puissance de calcul inimaginable quelques décennies plus tôt. Les progrès des **microprocesseurs** permirent d'effectuer en quelques heures des milliards d'opérations qui auraient demandé plusieurs années de calcul aux machines des années 1980. Les puces électroniques actuelles regroupent **50 milliards de transistors sur la surface d'un ongle** (on parle même de 100 milliards) et demain les puces quantiques transformeront les réponses booléennes 0 ou 1 qu'on appelle les bits en une série de Q bits capables de générer par exemple pour l'ordinateur quantique 53 Q bits de Google plus de 9×10^{15} (9 millions de milliards) d'états superposés !

La seconde condition fut encore plus décisive. Les **données**. Jamais l'humanité n'en avait produit autant. Chaque photographie publiée sur Internet, chaque message, chaque vidéo, chaque achat, chaque examen médical, chaque trajet enregistré sur un téléphone, chaque satellite, chaque capteur industriel, chaque véhicule connecté. Nous sommes devenus les producteurs d'un immense océan d'informations.

Or ces données constituent la matière première indispensable de l'intelligence artificielle. Sans données, une machine ne peut apprendre et sans apprentissage, pas d'intelligence artificielle.

Alors que les économistes aiment à rappeler que le pétrole fut la ressource stratégique du XXème siècle, qui disparaît lorsqu'on le consomme, la connaissance, au contraire, s'enrichit lorsqu'elle est partagée. Les données ne remplacent donc pas le pétrole. Elles inaugurent une économie entièrement nouvelle, dans laquelle la valeur provient moins de la rareté que de la capacité à transformer l'information en connaissance.

Une dernière question demeure. Comment une machine peut-elle apprendre à partir de milliards d'exemples sans se perdre dans cette immense masse d'informations ?

La réponse tient en une idée dont la simplicité apparente dissimule une puissance véritablement divine ! Le jour où les chercheurs eurent l'intuition de s'inspirer, très librement, de l'organisation du cerveau humain. Ils inventèrent ce que l'on appelle aujourd'hui les **réseaux neuronaux artificiels**.

C'est cette intuition qui avec les super puces modernes allait ouvrir la voie à toutes les avancées spectaculaires de l'intelligence artificielle contemporaine.

Chapitre IV

L'idée qui a changé l'histoire de l'informatique

Pendant près d'un demi-siècle, l'informatique progressa selon une logique simple. Selon la loi de Moore, les ordinateurs devenaient toujours plus rapides, leur mémoire augmentait, leur coût diminuait, leurs applications se multipliaient et à mesure que leur puissance grandissait, ils envahissaient les entreprises, les administrations, les laboratoires de recherche, les universités, les foyers.

Cette progression semblait irrésistible.

Beaucoup imaginaient que l'intelligence artificielle finirait naturellement par émerger de cette accumulation de performances. Il suffisait, pensait-on, de construire des ordinateurs toujours plus puissants mais l'histoire allait montrer que cette intuition était incomplète et la véritable révolution ne fut pas matérielle mais intellectuelle.

Depuis les débuts de l'informatique, les programmeurs travaillaient selon une méthode parfaitement logique. Ils écrivaient les règles que la machine devait appliquer. Chaque situation, si complexe soit-elle, était décrite. Chaque exception devait être prévue et chaque décision était alors transformée en une succession d'instructions.

Cette approche permit des succès remarquables. Les ordinateurs calculaient avec une rapidité prodigieuse et étaient devenus des exécutants d'une précision incomparable mais ils demeuraient étonnamment démunis devant certaines tâches que le cerveau humain pouvait accomplir sans effort apparent : reconnaître un visage, comprendre une phrase ambiguë, identifier une émotion, distinguer un chien d'un loup, traduire correctement une expression imagée.

Pourquoi ?

Parce que le monde réel n'est pas une suite de règles parfaitement définies. Il est fait de nuances, d'exceptions, de contextes et d'ambiguïtés. Lorsque nous rencontrons un ami dans la rue, nous ne calculons pas consciemment la distance entre ses yeux ou la courbure de son sourire. Nous le reconnaissons immédiatement. Notre cerveau mobilise une expérience accumulée au fil des années et compare inconsciemment la situation présente à d'innombrables souvenirs.

Il généralise, il interprète, il **apprend** et c'est précisément ce verbe qui allait transformer toute l'informatique.

Pendant longtemps, nous l'avons déjà dit, les chercheurs avaient tenté d'expliquer le monde aux machines. Ils eurent soudain une intuition beaucoup plus féconde. Donner aux machines les moyens d'apprendre le monde.

Cette idée paraissant aujourd'hui presque évidente, représentait pourtant une rupture profonde car au lieu d'écrire des milliers de règles, les chercheurs commencèrent à montrer des exemples aux machines, des milliers d'images bien étiquetées, puis des millions et enfin des milliards.

Une photographie d'un chat, puis une autre, puis un chien, puis un cheval.

Chaque fois que la machine se trompait, elle s'auto-corrigeait de ses erreurs et ainsi progressivement, elle découvrait par elle-même les caractéristiques qui distinguaient les images les unes des autres.

Personne ne lui avait donné une définition du chat. C'est elle qui progressivement avait construit un modèle. Le changement est considérable. Hier, l'homme programmait. Aujourd'hui, il entraîne. Ce simple changement de vocabulaire traduit l'une des plus profondes transformations de l'histoire des sciences de l'information.

Le programmeur n'écrit plus toutes les réponses. Il conçoit un environnement dans lequel la machine apprend progressivement à résoudre un problème, modifiant un circuit, comme nous l'avons dit lorsqu'on lui signale qu'elle s'est trompée, le consolidant au contraire lorsqu'elle a trouvé la bonne réponse. Le programmeur choisit les données, les étiquette, définit un objectif, mesure les erreurs, laisse ensuite le système améliorer peu à peu ses performances.

Naturellement, cet apprentissage ne ressemble en rien à celui d'un être humain. Un enfant comprend rapidement le sens de ce qu'il découvre. Il établit des liens avec son expérience. Il imagine, il s'étonne, il doute. La machine ne fait rien de tout cela, elle modifie à petits pas les paramètres mathématiques afin de réduire progressivement ses erreurs, elle n'apprend pas parce qu'elle comprend, elle apprend parce qu'elle optimise.

Cette différence est essentielle. Elle explique à la fois la puissance et les limites de l'intelligence artificielle. Dans un domaine où elle dispose d'un très grand nombre d'exemples, la machine peut atteindre une efficacité spectaculaire. En revanche, lorsqu'elle rencontre une situation radicalement nouvelle ou lorsqu'il faut interpréter des intentions humaines complexes, ses performances actuelles s'effondrent rapidement.

Sans nos super « puces », dont la fabrication fait désormais l'objet d'une concurrence féroce entre les USA, Taïwan et la Chine, sans notre océan de données, une machine ne pourrait pas apprendre et sans apprentissage, elle ne pourrait pas progresser.

Une dernière question demeure. Comment un système peut-il analyser des milliards d'exemples sans être submergé par cette masse gigantesque d'informations ?

A nouveau les chercheurs trouvèrent la réponse en s'inspirant, très librement, de l'organisation du cerveau humain. Ils imaginèrent des réseaux constitués d'un très grand nombre de petites unités de calcul coopérant entre elles. Cette intuition allait donner naissance aux **réseaux neuronaux artificiels**. Elle ouvrait une nouvelle étape de l'histoire de l'intelligence artificielle.

Chapitre V

Les réseaux neuronaux : copier sans imiter le cerveau

Comment une machine peut-elle apprendre à reconnaître un visage, comprendre une phrase ou détecter une tumeur sur une radiographie ?

À cette question, les premiers chercheurs en intelligence artificielle répondirent pendant longtemps par des programmes toujours plus complexes. Ils se trompaient de chemin.

La solution vint d'une idée beaucoup plus modeste : *« Et si l'on cessait d'essayer de reproduire l'intelligence humaine dans son ensemble ? Et si l'on s'inspirait simplement de l'un de ses principes d'organisation ? »*

Cette intuition allait transformer toute l'histoire de l'informatique. Pour la comprendre, il faut revenir quelques instants vers l'organe le plus fascinant que nous connaissions : **le cerveau humain**.

À lui seul, il résume l'un des plus grands paradoxes de la nature. Pris isolément, un neurone est une cellule relativement simple (l'équivalent de quelques transistors). Il reçoit sous la forme d'un signal électrique des informations provenant d'un ou plusieurs autres neurones. Il les traite. Puis il choisit de transmettre ou non un nouveau signal électrique aux neurones suivants.

Aucun neurone ne connaît la langue française, aucun ne sait résoudre une équation, aucun ne possède une conscience. Et pourtant, lorsque près de quatre-vingt-six milliards de neurones interagissent en permanence, ils donnent naissance à la mémoire, au langage, à la musique, aux mathématiques, à l'imagination, aux émotions, à la conscience et à tout ce que nous appelons l'esprit humain.

Cette constatation est remarquable. La puissance du cerveau ne réside pas dans un neurone exceptionnel. Elle naît de la coopération de milliards de neurones ordinaires.

Les chercheurs comprirent alors qu'il n'était peut-être pas nécessaire de reproduire fidèlement le cerveau. Il suffisait de reprendre cette idée fondamentale : construire un très grand nombre d'unités de calcul extrêmement simples, les relier entre elles et laisser émerger progressivement des comportements beaucoup plus complexes.

Ainsi naquirent les réseaux neuronaux artificiels.

Le nom impressionne. Il est pourtant quelque peu trompeur. Un neurone artificiel ne ressemble que de très loin à un véritable neurone. Il ne s'agit ni d'une cellule vivante, ni d'une imitation du cerveau. C'est seulement un groupe de transistors permettant une opération mathématique très élémentaire. Le mot *neurone* traduit davantage une inspiration qu'une ressemblance. Mais cette inspiration allait se révéler extraordinairement féconde.

Organisés autour d'un algorithme « d'entraînement » permettant d'« apprendre » à partir des exemples, le réseau de neurones peut réaliser une mémoire. On parle alors de mémoire neuronale.

Imaginons à nouveau que nous souhaitions apprendre à une machine à reconnaître un chat.

Nous lui avons présenté une première photographie. Elle a répondu au hasard. Elle s'est trompée le plus souvent et nous corrigeons son erreur. Puis notre programme lui montre une deuxième image, puis une troisième, puis dix, cent, mille, un million.

À chaque erreur, les connexions entre les neurones artificiels sont très légèrement modifiées. L'algorithme ajuste imperceptiblement les calculs et peu à peu, sans qu'aucun programmeur ne lui ait jamais expliqué ce qu'était un chat, la machine découvre qu'un certain nombre de caractéristiques reviennent régulièrement : des oreilles triangulaires, des moustaches, une certaine disposition des yeux, une silhouette particulière.

Elle ne voit évidemment pas un chat comme nous le voyons. Elle détecte des régularités statistiques et ces régularités deviennent progressivement si nombreuses qu'elle finit par reconnaître correctement un animal qu'elle n'a pourtant jamais rencontré.

Voilà ce que signifie apprendre pour une intelligence artificielle. Naturellement, cet apprentissage diffère profondément du nôtre. Un enfant identifie un chat après en avoir observé quelques-uns. La machine, elle, a souvent besoin de centaines de milliers d'exemples.

Si, alors que le cerveau humain demeure toujours d'une efficacité extraordinaire, l'intelligence artificielle, une fois son apprentissage terminé, saura reconnaître plusieurs millions d'images en quelques secondes, sans fatigue et avec une remarquable constance et cette complémentarité explique pourquoi elle devient un outil si précieux dans certains domaines.

Les chercheurs ne s'arrêtèrent pas là. Ils eurent une nouvelle intuition. Si quelques couches de neurones artificiels permettent déjà de reconnaître certaines formes... Pourquoi ne pas multiplier ces couches ?

Les premières apprendraient à détecter les éléments de base les plus simples : une ligne, un contraste, une couleur, les suivantes identifieraient des formes plus élaborées : un contour, un œil, une oreille, les dernières combindraient toutes ces informations pour conclure : **il s'agit d'un chat.**

Cette architecture à plusieurs niveaux reçut le nom de **Deep Learning**, ou apprentissage profond.

Le mot *profond* prête parfois à confusion. Il ne signifie nullement que la machine pense plus profondément que nous. Il indique simplement que l'information traverse un grand nombre de couches successives, chacune extrayant un degré supplémentaire de complexité et cette idée, d'une simplicité presque désarmante, explique une grande partie des progrès spectaculaires accomplis depuis une quinzaine d'années.

Grâce au **Deep Learning**, les intelligences artificielles savent aujourd'hui reconnaître des visages, comprendre la parole, traduire des langues, détecter certaines anomalies médicales, piloter des véhicules dans des environnements complexes et analyser des quantités de données qu'aucun esprit humain ne pourrait embrasser seul.

Faut-il en conclure qu'elles comprennent le monde ?

Même si la tentation est grande de répondre par l'affirmative puisqu'après tout, une machine qui reconnaît un chat doit bien savoir ce qu'est un chat, en réalité, cette impression est totalement trompeuse. L'intelligence artificielle ignore tout de l'animal qu'elle vient d'identifier. Elle ne sait pas qu'il ronronne. Elle ne connaît ni son comportement, ni son odeur, ni sa douceur. Elle n'a jamais vu un chat jouer avec une pelote de laine. Elle ne l'a jamais caressé.

Elle ne possède aucune expérience du monde. Elle traite des formes, des nombres et des probabilités alors que nous faisons, quant à nous, l'expérience d'une réalité vécue.

Cette différence est fondamentale. Nous ne devons jamais confondre la reconnaissance et la compréhension, la performance et la conscience, le calcul et l'expérience.

C'est pourtant à partir de ces réseaux neuronaux que va naître une innovation encore plus spectaculaire car si une machine est capable d'apprendre les structures d'une image, pourquoi ne pourrait-elle pas apprendre également les structures du langage ?

Cette question allait conduire à l'une des plus étonnantes aventures scientifiques de notre époque : la naissance des grands modèles de langage, capables de dialoguer avec nous avec une aisance qui semblait, il y a peu, appartenir au domaine de la science-fiction.

Chapitre VI

Pourquoi les machines se sont-elles mises à parler ?

Les grands modèles de langage : une révolution silencieuse

Pendant longtemps, les chercheurs pensèrent que le langage humain constituerait la dernière frontière de l'intelligence artificielle. Calculer est une opération logique, jouer aux échecs obéit à des règles précises. Reconnaître une radiographie peut s'apprendre à partir d'un très grand nombre d'exemples.

Mais parler... Parler semblait relever d'une tout autre nature. Une langue n'est pas un simple assemblage de mots. Elle est un univers de nuances. Chaque phrase dépend du contexte, chaque mot peut prendre plusieurs significations, une même expression peut être ironique, affectueuse, menaçante ou humoristique selon la situation. À cela s'ajoutent les références culturelles, les sous-entendus, les métaphores, les émotions.

Comment une machine pourrait-elle maîtriser une telle richesse ?

Pendant des décennies, les résultats demeurèrent décevants. Les logiciels de traduction produisaient parfois des contresens amusants. Les assistants vocaux comprenaient difficilement les conversations naturelles. Les moteurs de recherche retrouvaient des mots sans toujours saisir ce que recherchait réellement leur utilisateur.

Puis survint une idée qui allait bouleverser cette situation. Elle était d'une simplicité remarquable. Au lieu d'enseigner les règles de la langue à la machine... **Pourquoi ne pas lui faire lire l'immense bibliothèque de l'humanité ?**

Imaginons un lecteur extraordinaire : il ne dort jamais, il ne se fatigue pas, il lit plusieurs milliers de pages chaque seconde, il parcourt des livres, des encyclopédies, des articles scientifiques, des journaux, des décisions de justice, des œuvres littéraires, des manuels techniques, des conversations, des sites Internet et des millions d'autres documents.

Mais il ne les lit pas comme nous. Il ne cherche pas à apprécier un roman. Il ne s'émeut pas devant un poème. Il ne sourit pas à une plaisanterie. Il observe inlassablement. Il remarque que certains mots apparaissent souvent ensemble, que certaines tournures reviennent dans les mêmes contextes, que certaines idées entretiennent des relations régulières.

Progressivement, il construit une immense carte statistique du langage. C'est précisément ce que réalise un grand modèle de langage. Il ne mémorise pas les livres comme un étudiant qui préparerait un examen. Il apprend les relations qui unissent les mots, les phrases et, indirectement, les idées.

Prenons un exemple très simple. Si je commence cette phrase : « **Le soleil se lève à l'...** »

Vous complétez spontanément : « **...Est.** » Pourquoi ?

Parce que votre cerveau a rencontré cette association des milliers de fois. Les grands modèles de langage procèdent de manière comparable. À chaque mot qu'ils produisent, ils estiment quel est le mot qui possède la plus forte probabilité de venir ensuite.

À première vue, cette méthode paraît presque dérisoire. Comment la simple prédiction du mot suivant pourrait-elle expliquer un théorème, rédiger un discours ou répondre à une question de médecine ?

La réponse est fascinante. Parce qu'une langue est bien davantage qu'une succession de mots. Elle reflète la manière dont les êtres humains organisent leurs connaissances et en apprenant les structures du langage, la machine découvre indirectement les structures de notre pensée. Voilà pourquoi elle est capable de produire des textes d'une cohérence parfois hallucinante.

Mais cette réussite spectaculaire nourrit aussi une immense illusion. Lorsque nous dialoguons avec une intelligence artificielle, nous avons presque immédiatement l'impression qu'elle pense. Elle répond avec fluidité. Elle développe un raisonnement. Elle semble hésiter. Elle reconnaît parfois ses erreurs et notre cerveau lui attribue spontanément une intention.

Cette réaction est profondément humaine car depuis toujours, nous avons tendance à prêter des intentions aux objets qui nous entourent. Nous voyons des visages dans les nuages. Nous houspillons notre voiture lorsqu'elle refuse de démarrer. Nous remercions instinctivement un assistant vocal.

Face à une machine qui dialogue avec nous, cette tendance devient presque irrésistible. Pourtant, cette impression est trompeuse.

Le grand modèle de langage ne réfléchit pas comme un être humain. Il ne possède ni souvenirs personnels, ni émotions, ni projets. Il ne cherche pas la vérité comme un scientifique. Il ne poursuit pas un idéal comme un philosophe. Il ne doute pas comme un chercheur. Il calcule seulement ... à une vitesse prodigieuse.

La distinction est essentielle. Un être humain peut trouver une réponse parce qu'il comprend une situation. La machine produit souvent une réponse convaincante parce qu'elle a identifié, parmi des milliards de phrases, les structures linguistiques les plus probables. Autrement dit, si elle maîtrise admirablement le langage, elle ne fait pas l'expérience du monde.

Cette différence explique aussi l'un de ses défauts les plus étonnants. Il lui arrive parfois d'affirmer avec une parfaite assurance des choses totalement fausses. Les spécialistes parlent d'«hallucinations». Le mot est imagé. Il ne faut pas le prendre au pied de la lettre. La machine n'hallucine pas comme un être humain. Elle construit simplement une réponse statistiquement plausible, même lorsqu'aucune information fiable ne permet de la justifier.

C'est le prix de son mode de fonctionnement. Elle ne distingue pas toujours le vrai du vraisemblable et cette limite rappelle une vérité essentielle.

L'intelligence artificielle est un outil extraordinairement puissant mais qui (au moins pour l'instant) demeure un outil.

Elle exige le discernement de celui qui l'utilise. Dans les mains d'un médecin, elle peut accélérer un diagnostic. Dans celles d'un chercheur, elle peut ouvrir des pistes nouvelles. Dans celles d'un étudiant, elle peut devenir un remarquable professeur particulier mais utilisée sans esprit critique, elle peut aussi diffuser des erreurs avec une rapidité inédite.

Comme toutes les grandes inventions de l'histoire, sa valeur dépendra moins de ses performances que de la sagesse avec laquelle les hommes choisiront de l'employer.

À partir de ce moment, une question s'impose naturellement : Si des machines sont désormais capables d'écrire, de traduire, de programmer, de résumer des ouvrages, d'assister des médecins ou de répondre à des juristes... **Que restera-t-il à l'homme lorsque l'IA transformera nos professions, notre économie et, plus largement, l'organisation de nos sociétés.**

Chapitre VII

Ce que les machines savent faire... et ce qu'elles ne savent pas faire

Depuis l'apparition des grands modèles de langage, une question revient sans cesse : **L'intelligence artificielle est-elle réellement intelligente ?**

La réponse est plus complexe qu'il n'y paraît. Tout dépend, en réalité, de ce que nous entendons par le mot **intelligence**.

Pendant longtemps, nous avons considéré que certaines activités distinguaient clairement l'homme de la machine, écrire, traduire, composer une musique, résoudre un problème complexe, reconnaître un visage, diagnostiquer une maladie. Ces frontières se sont progressivement effacées.

Aujourd'hui, une intelligence artificielle peut rédiger un rapport, traduire un ouvrage, résumer plusieurs centaines de pages en quelques minutes, coder un programme informatique, analyser une radiographie ou produire des images d'un réalisme saisissant. Dans plusieurs domaines très spécialisés, elle atteint, et parfois dépasse, les performances humaines.

Ces résultats impressionnent. Ils doivent cependant être interprétés avec prudence car nous avons souvent tendance à mesurer l'intelligence uniquement par le résultat obtenu. Or deux chemins très différents peuvent conduire à une même réponse.

Un grand maître d'échecs et un ordinateur peuvent gagner une partie : le premier mobilise son intuition, son expérience, sa mémoire, son imagination, le second explore à une vitesse prodigieuse un immense nombre de possibilités.

Le résultat est identique mais le processus ne l'est pas et cette distinction est fondamentale.

L'intelligence artificielle excelle dans ce que l'on pourrait appeler les **univers bien définis**. Lorsqu'elle dispose d'un très grand nombre d'exemples, d'un objectif clairement identifié et de critères de réussite précis, elle progresse rapidement. Elle reconnaît des images médicales. Elle détecte des fraudes bancaires. Elle traduit des textes. Elle prévoit certaines pannes industrielles. Elle optimise des itinéraires. Elle analyse des millions de données en quelques instants. Dans tous ces domaines, sa puissance de calcul est devenue considérable.

Mais il existe d'autres situations où l'intelligence humaine conserve une avance remarquable.

Prenons un exemple très simple.

Un enfant de quatre ans entre dans une pièce. Il voit immédiatement qu'un vase est posé au bord d'une table. Il comprend qu'un léger choc pourrait le faire tomber. Personne ne lui a enseigné explicitement cette règle. Il mobilise ce que les psychologues appellent le **sens commun**. Cette capacité paraît évidente. Elle est pourtant extraordinairement difficile à reproduire.

Le monde humain est rempli de connaissances implicites. Nous savons qu'un verre renversé mouillera la table, qu'une plaisanterie dépend du contexte, qu'un sourire peut masquer une inquiétude, qu'un silence peut avoir plus de sens qu'un long discours. Nous interprétons spontanément des situations infiniment complexes.

L'intelligence artificielle, elle, ne possède aucune expérience vécue. Elle n'a jamais été enfant. Elle n'a jamais éprouvé la joie, la peur, la fatigue ou l'attente. Elle ignore ce qu'est le temps qui passe. Elle ne connaît ni la maladie, ni l'amitié, ni le deuil. Elle peut parler de ces réalités mais elle ne les a jamais vécues et cette différence est essentielle car une partie de notre intelligence ne provient pas de nos connaissances mais de notre existence.

Être intelligent, ce n'est pas seulement résoudre un problème. C'est aussi comprendre une situation, percevoir une émotion, mesurer les conséquences d'une décision, faire preuve de tact, accepter l'incertitude, renoncer parfois à la solution la plus efficace parce qu'elle serait contraire à une exigence morale.

Ces dimensions échappent encore largement aux machines. Cela signifie-t-il qu'elles ne progresseront plus ? L'histoire récente de l'intelligence artificielle invite à la prudence car beaucoup d'affirmations considérées comme impossibles il y a dix ans sont aujourd'hui devenues banales. Il serait donc bien imprudent de fixer des limites définitives.

En revanche, il est tout aussi imprudent d'attribuer dès aujourd'hui aux machines des qualités qu'elles ne possèdent pas, la conscience, l'intention, la responsabilité, le jugement moral, la capacité d'aimer, la liberté. Ces notions appartiennent au domaine de l'expérience humaine et peut-être est-ce là que réside la véritable leçon de l'intelligence artificielle. Elle nous oblige à distinguer ce qui relève du calcul et ce qui relève de la conscience.

Pendant des siècles, nous avons cru que l'intelligence consistait essentiellement à raisonner. Nous découvrons aujourd'hui qu'elle comporte d'autres dimensions, l'imagination, l'intuition, l'expérience, la créativité, l'empathie, le doute, le sens moral. Autrement dit, l'intelligence artificielle ne réduit pas l'homme, elle l'oblige à mieux comprendre ce qui le rend singulier.

Il est probable que, dans les années à venir, les machines accompliront des tâches toujours plus nombreuses. Elles assisteront les médecins, les ingénieurs, les magistrats, les chercheurs, les enseignants et les artistes. Mais elles ne supprimeront pas la nécessité du jugement humain. Au contraire.

Plus les outils deviendront puissants, plus il sera indispensable de savoir quand on peut leur faire confiance... et quand on doit s'en écarter.

C'est là, sans doute, le paradoxe de cette révolution. L'intelligence artificielle augmente la valeur de la compétence. Mais elle augmente plus encore la valeur du discernement et c'est précisément parce qu'elle transforme déjà notre manière de travailler qu'elle aura un impact sur l'organisation de nos sociétés.

Chapitre VIII

Le médecin et l'algorithme

S'il est une profession où l'intelligence artificielle révèle à la fois son immense potentiel et ses limites, c'est bien la médecine. J'en fais quotidiennement l'expérience.

Depuis Hippocrate, le médecin exerce un métier singulier, il écoute, il observe, il examine, il rapproche des symptômes parfois discrets, il confronte son expérience aux connaissances acquises. Puis il prend une décision dont peuvent dépendre une vie, une guérison ou, parfois, un destin.

Pendant plus de deux millénaires, cette démarche est restée profondément humaine. Les connaissances médicales augmentaient lentement. Un praticien pouvait raisonnablement espérer maîtriser l'essentiel de la littérature de son époque.

Cette situation appartient désormais au passé. Chaque année, plusieurs millions d'articles scientifiques sont publiés dans le monde. Des milliers d'essais cliniques sont conduits. De nouvelles molécules apparaissent. Le génome humain révèle progressivement ses secrets. L'imagerie médicale produit des millions d'images. Les objets connectés enregistrent en permanence notre rythme cardiaque, notre activité physique, notre sommeil, notre glycémie ou notre tension artérielle.

Aucun médecin, si compétent soit-il, ne peut absorber seul une telle masse d'informations. La médecine est devenue une science des données. Et c'est précisément là que l'intelligence artificielle apporte une contribution décisive. Elle ne remplace pas les connaissances médicales. Elle les rend exploitables.

Face à une radiographie pulmonaire, un scanner cérébral ou une mammographie, un système entraîné sur plusieurs millions d'images peut détecter des anomalies extrêmement discrètes. Il ne comprend évidemment pas la maladie mais il reconnaît des configurations statistiques invisibles à l'œil humain.

Dans certaines situations, ces systèmes atteignent aujourd'hui des performances comparables à celles des spécialistes les plus expérimentés. Ils deviennent alors de remarquables assistants et le mot mérite d'être souligné : Assistants, pas remplaçants. La nuance est essentielle.

Car un diagnostic médical ne se réduit jamais à la seule reconnaissance d'une image. Deux patients présentant une même radiographie peuvent nécessiter deux décisions thérapeutiques différentes. L'un est âgé, fragile, porteur de plusieurs maladies chroniques. L'autre est jeune, actif, sans antécédent particulier. Les traitements seront distincts, la médecine ne soigne pas des images, elle soigne des personnes.

Cette distinction, qui paraît évidente à tout praticien, constitue probablement l'une des principales limites de l'intelligence artificielle actuelle. L'algorithme voit une probabilité. Le médecin rencontre un être humain et entre les deux existe un espace que les statistiques ne suffisent pas à remplir. Cet espace est fait d'écoute, d'expérience, de jugement clinique, de dialogue avec le patient et parfois d'intuition.

En revanche l'intelligence artificielle transforme aussi la recherche biomédicale. Pendant des décennies, découvrir une nouvelle molécule relevait d'un travail long, coûteux et largement empirique. Aujourd'hui, des modèles capables d'explorer des millions de combinaisons chimiques accélèrent considérablement cette recherche et proposent des structures moléculaires inédites, prédisent

certaines interactions, réduisent le nombre d'expérimentations nécessaires rendant le temps de la découverte profondément raccourci.

La médecine personnalisée bénéficie elle aussi de cette révolution. Nous savons désormais que deux patients atteints d'une maladie ne présentent pas nécessairement les mêmes mécanismes biologiques. Leur patrimoine génétique, leur environnement, leur histoire diffèrent.

L'intelligence artificielle aide à intégrer cette complexité. Elle rapproche les données biologiques, radiologiques, génétiques et cliniques afin de proposer des traitements de plus en plus individualisés qui font que la médecine de demain sera probablement moins standardisée et davantage adaptée à chaque personne.

Les progrès de la chirurgie illustrent aussi cette évolution. Les robots chirurgicaux améliorent déjà la précision de certains gestes. Ils réduisent les risques de complications. Ils facilitent des interventions particulièrement délicates même si le chirurgien demeure seul celui qui choisit l'indication opératoire, adapte sa stratégie à l'imprévu et assume la responsabilité de l'acte.

L'intelligence artificielle accroît la précision mais ne remplace pas le discernement et cette distinction nous ramène à une vérité plus générale. La médecine est certes une science mais elle est aussi une rencontre.

Aucun algorithme ne peut annoncer un diagnostic grave à une famille car il ne peut percevoir l'inquiétude silencieuse d'un malade qui hésite à poser une question et aucun programme ne peut remplacer la confiance qui s'établit progressivement entre un patient et son thérapeute.

On mesure ici ce que l'intelligence artificielle révèle de la médecine elle-même. Elle montre que celle-ci ne consiste pas seulement à établir un diagnostic exact. Elle consiste à accompagner une personne dans l'une des périodes les plus fragiles de son existence.

Cette dimension profondément humaine ne disparaîtra pas. Elle deviendra peut-être encore plus précieuse car plus les machines accompliront efficacement les tâches techniques, plus le médecin devra développer ce qu'aucune machine ne possède (pour l'instant ?) : l'écoute, l'empathie, le jugement, la responsabilité et la capacité de décider dans l'incertitude.

Ainsi, loin d'effacer la médecine, l'intelligence artificielle pourra la ramener à sa vocation première qui ne consiste pas seulement à traiter une maladie mais à soigner un malade.

Et cette leçon dépasse largement le domaine médical. Elle annonce ce qui attend probablement toutes les professions intellectuelles et notamment **le droit**.

Chapitre IX

Le juriste face à l'intelligence artificielle

Deux de mes fils, avocats, me disaient : les IA que nous utilisons chaque jour nous donnent en mieux et en quelques minutes ce que les avocats stagiaires pondraient difficilement en plusieurs jours !

Le droit est une science de la mémoire. Chaque génération hérite des lois qui l'ont précédée. Chaque décision de justice vient enrichir un édifice construit au fil des siècles. Chaque réforme s'inscrit dans une histoire.

Le juriste vit ainsi au milieu d'une immense bibliothèque : Constitutions, Lois, Décrets, Règlements, Traités internationaux, Décisions des juridictions nationales et européennes, Commentaires doctrinaux.

La quantité de textes est devenue telle qu'aucun professionnel ne peut prétendre les connaître tous.

Comme la médecine, le droit est entré dans l'ère de l'abondance documentaire et de ce fait l'intelligence artificielle y trouve tout naturellement son compte.

En quelques secondes, elle peut explorer des milliers de décisions de justice, comparer des jurisprudences, identifier des contradictions, retrouver un précédent oublié, résumer des centaines de pages de doctrine, préparer une première version d'un contrat, suggérer des arguments, organiser un dossier complexe. Le gain de temps est considérable. Des tâches qui demandaient plusieurs journées de travail sont désormais réalisées en quelques minutes.

Pour les avocats, les magistrats, les notaires, les juristes d'entreprise ou les universitaires, cette évolution constitue une révolution comparable à celle qu'Internet avait déjà provoquée dans la recherche documentaire. Mais, là encore, il faut éviter une confusion. Le droit ne se réduit pas à une simple accumulation de textes. Il en est une interprétation.

Deux situations juridiquement proches peuvent appeler des solutions différentes. Une même règle peut produire des effets très différents selon les circonstances.

Le juge ne se contente pas d'appliquer mécaniquement la loi. Il l'interprète. Il la replace dans son contexte. Il apprécie les faits. Il entend les parties. Il mesure parfois les conséquences humaines de sa décision. Autrement dit, il exerce un jugement et cette dimension est essentielle.

Une intelligence artificielle peut identifier les décisions les plus proches d'une affaire donnée. Elle peut calculer des probabilités. Elle peut suggérer la solution statistiquement la plus fréquente mais elle ne rend pas la justice.

Car rendre la justice ne consiste pas seulement à retrouver une règle. C'est aussi assumer la responsabilité de son application et cette responsabilité ne peut être déléguée à un algorithme. Elle appartient au juge.

L'intelligence artificielle transformera pourtant profondément les professions juridiques. Les jeunes avocats consacreront beaucoup moins de temps aux recherches documentaires et davantage à la stratégie, à la négociation, à la relation avec leurs clients. Mais il sont déjà trop nombreux. Il y aura sans doute de la casse !

Les magistrats disposeront d'outils capables d'explorer instantanément des milliers de précédents. Les notaires automatiseront une bonne partie de leurs actes. Les juristes d'entreprise analyseront plus rapidement les risques contractuels. Les facultés de droit devront elles aussi évoluer.

Pendant longtemps, l'apprentissage juridique reposait largement sur la mémorisation. Demain, la valeur d'un juriste résidera moins dans sa capacité à retrouver un texte que dans son aptitude à l'interpréter, à le critiquer et à construire un raisonnement original.

L'intelligence artificielle ne rendra pas la formation juridique moins exigeante. Elle la rendra différente.

Elle déplacera le centre de gravité de l'enseignement et comme la calculatrice n'a pas supprimé l'enseignement des mathématiques, l'intelligence artificielle ne supprimera pas l'enseignement du droit. Elle obligera simplement les universités à accorder une place encore plus grande à l'analyse, à l'argumentation et à l'esprit critique.

Une autre question apparaît cependant. Peut-on vraiment confier certaines décisions à des algorithmes ? La tentation existe déjà. Dans plusieurs pays, des systèmes d'aide à la décision évaluent le risque de récidive d'un condamné, proposent des niveaux de caution ou participent à certaines décisions administratives.

Leur objectif est compréhensible, réduire les délais, améliorer la cohérence, limiter certaines disparités. Mais ces outils soulèvent une interrogation fondamentale. Peut-on accepter qu'une décision concernant la liberté, le patrimoine ou l'avenir d'une personne repose, même partiellement, sur un seul calcul dont personne ne comprend exactement le fonctionnement ?

La question dépasse le seul domaine juridique. Elle touche au fondement même de l'État de droit. Une décision de justice doit pouvoir être expliquée. Elle doit être motivée. Elle doit pouvoir être contestée.

Or certains modèles d'intelligence artificielle demeurent en partie opaques. Ils produisent un résultat sans être capables d'en exposer clairement toutes les étapes et cette absence de transparence est difficilement conciliable avec les exigences traditionnelles de la justice.

La confiance du citoyen ne repose pas uniquement sur l'exactitude d'une décision. Elle repose aussi sur sa compréhension et une justice incompréhensible risque de devenir une justice contestée.

L'intelligence artificielle révèle ainsi une vérité que les juristes connaissent depuis longtemps. Le droit est une science, la justice est une institution. Le premier recherche la cohérence, la seconde poursuit un idéal et entre les deux se trouve l'homme, celui qui écoute, qui interprète, qui hésite parfois, qui assume finalement la responsabilité de décider.

C'est pourquoi l'intelligence artificielle ne supprimera jamais le juge. Elle le conduira à exercer différemment son métier, moins absorbé par les recherches documentaires, davantage concentré sur ce qui constitue l'essence même de sa fonction : comprendre une situation humaine, interpréter la règle de droit et rendre une décision dont il assumera personnellement la responsabilité.

Cette transformation n'est d'ailleurs pas propre au droit. Elle touche désormais l'ensemble des activités fondées sur la connaissance. Après la médecine, la justice, c'est maintenant l'école, l'université et la recherche qui voient apparaître un partenaire intellectuel d'un genre entièrement nouveau.

Leur mission ne sera plus seulement de transmettre des connaissances. Elle sera aussi d'apprendre à vivre avec une intelligence artificielle qui les rend immédiatement accessibles.

Chapitre X

L'école, l'université et la fin du monopole du savoir

Depuis l'Antiquité, l'éducation poursuit une ambition qui n'a jamais varié : transmettre à chaque génération ce que les générations précédentes ont découvert.

Cette mission a pris des formes très différentes. Dans les sociétés de tradition orale, les anciens racontaient, les apprentis observaient, la mémoire faisait office de bibliothèque.

L'invention de l'écriture transforma cette transmission, l'imprimerie l'accéléra, l'université l'organisa, puis Internet la rendit presque instantanée et chaque étape élargit l'accès au savoir.

L'intelligence artificielle inaugure une transformation d'une autre nature. Pour la première fois, l'élève ne dispose plus seulement d'une immense bibliothèque. Il dispose d'un interlocuteur capable d'expliquer, de reformuler, d'illustrer, de traduire, de résumer et de répondre, à toute heure, dans presque toutes les disciplines. Cette situation est entièrement nouvelle.

Pendant des siècles, le professeur détenait une partie importante des connaissances que l'élève ne pouvait obtenir ailleurs. Cette asymétrie disparaît progressivement. Le savoir devient immédiatement accessible mais cette évolution appelle une remarque essentielle.

L'accès au savoir n'est pas le savoir et le savoir n'est pas encore l'intelligence. Posséder une encyclopédie n'a jamais suffi pour devenir savant, disposer d'une intelligence artificielle ne dispense pas davantage de comprendre.

L'école ne perd donc pas sa raison d'être. Elle voit sa mission se transformer. Hier, elle devait principalement transmettre des informations, demain, elle devra surtout apprendre à les sélectionner, à les interpréter, à les discuter et à les relier entre elles.

Autrement dit, l'enseignement devra progressivement déplacer son centre de gravité, moins de mémorisation mécanique, davantage de réflexion, moins de restitution, davantage d'analyse, moins de réponses apprises, davantage de questions bien posées.

Car l'intelligence artificielle répond remarquablement aux questions. Encore faut-il savoir lesquelles méritent d'être posées et cette évolution concerne toutes les disciplines.

En médecine, il ne suffira plus de connaître les recommandations. Il faudra apprendre à dialoguer avec les outils d'aide à la décision tout en conservant un jugement clinique.

En droit, il ne suffira plus de retrouver une jurisprudence. Il faudra savoir l'interpréter.

En ingénierie, il ne suffira plus de produire un programme informatique. Il faudra comprendre pourquoi une solution est préférable à une autre.

Même les sciences humaines sont concernées.

Une intelligence artificielle peut résumer une œuvre de Montesquieu ou de Tocqueville. Elle ne remplace pas la réflexion que leur lecture suscite. Elle peut expliquer un texte. Elle ne vit pas l'expérience intellectuelle de celui qui le découvre.

Cette distinction est capitale. L'éducation ne consiste pas seulement à accumuler des connaissances. Elle consiste à former un esprit. Or un esprit se construit par l'effort, par la confrontation à la difficulté, par le doute, par la discussion, par l'erreur.

Il existe une inquiétude légitime. Si une intelligence artificielle rédige les dissertations, résout les exercices et prépare les exposés, comment les élèves apprendront-ils encore à penser par eux-mêmes?

La question mérite d'être posée car chaque progrès technique a suscité des craintes comparables.

L'imprimerie devait, pensait-on, affaiblir la mémoire. La calculatrice devait faire disparaître le calcul mental. Internet devait rendre les bibliothèques inutiles.

Ces inquiétudes n'étaient pas entièrement infondées mais elles oubliaient un point essentiel. Chaque innovation déplace les compétences plus qu'elle ne les supprime. L'intelligence artificielle n'échappera probablement pas à cette règle. Certaines capacités deviendront moins importantes. D'autres prendront une valeur nouvelle, la curiosité, l'esprit critique, la créativité, la capacité à travailler en équipe, l'argumentation, le discernement, l'éthique.

Autant de qualités que les machines ne possèdent pas et qui deviendront probablement plus précieuses encore.

Le rôle du professeur évoluera lui aussi. Il sera moins un détenteur exclusif du savoir qu'un guide, moins un transmetteur de réponses qu'un formateur de l'esprit. Son autorité ne reposera plus principalement sur ce qu'il sait, mais davantage sur sa capacité à faire comprendre, à susciter le questionnement, à accompagner les apprentissages et à transmettre une méthode de pensée.

Cette évolution est peut-être moins une menace qu'une opportunité.

Depuis longtemps, les meilleurs enseignants savent qu'ils ne forment pas seulement des mémoires. Ils forment des intelligences. L'intelligence artificielle pourra finalement rappeler à l'école sa vocation la plus profonde, non pas remplir des esprits mais leur apprendre à penser.

Cette réflexion dépasse largement le monde de l'éducation car toutes les organisations fondées sur la connaissance vont connaître une transformation comparable. Les entreprises elles-mêmes découvrent qu'elles disposent désormais d'un collaborateur capable d'analyser des masses considérables d'informations en quelques secondes. Une nouvelle révolution commence. Elle ne concerne plus seulement les individus mais aussi le fonctionnement même des organisations.

Chapitre XI

L'entreprise augmentée : travailler avec une intelligence artificielle

Depuis le début de la révolution industrielle, les entreprises ont connu plusieurs vagues successives de transformation. La machine à vapeur multiplia la force physique. L'électricité permit une nouvelle organisation des usines. L'informatique automatisa les calculs et la gestion. Internet relia instantanément les entreprises du monde entier.

L'intelligence artificielle ouvre une étape différente. Elle n'automatise plus seulement des tâches répétitives. Elle commence à assister des activités qui relevaient jusqu'à présent de l'intelligence humaine, rédiger un rapport, préparer une présentation, analyser un contrat, résumer plusieurs centaines de pages, comparer des offres commerciales, élaborer un premier projet de stratégie, répondre à des clients, créer des images, écrire du code informatique.

Toutes ces tâches peuvent désormais être réalisées, au moins en partie, par des systèmes d'intelligence artificielle. Le changement est considérable.

Pendant longtemps, les entreprises ont automatisé les gestes. Elles automatisent aujourd'hui une partie des raisonnements. Cette évolution ne signifie pas que les salariés deviendront inutiles mais elle modifie profondément la nature de leur travail.

Or, l'histoire économique nous montre que chaque grande innovation détruit certaines activités tout en en créant d'autres.

La mécanisation de l'agriculture fit disparaître des millions d'emplois agricoles mais elle permit le développement de l'industrie. L'informatique supprima de nombreuses tâches administratives répétitives mais elle donna naissance aux métiers du numérique.

L'intelligence artificielle provoquera probablement un mouvement comparable. Les tâches les plus répétitives, les plus prévisibles et les plus standardisées seront progressivement automatisées. En revanche, les activités reposant sur la créativité, la négociation, la relation humaine, le management, l'innovation et la décision stratégique prendront une importance croissante.

Le travail ne disparaîtra pas. Il changera de nature et cette transformation est déjà visible.

Dans de nombreuses entreprises, les collaborateurs utilisent l'intelligence artificielle comme un assistant permanent. Elle prépare une première version d'un document, recherche des informations, vérifie une traduction, résume une réunion, propose plusieurs solutions à un problème.

Le professionnel conserve la responsabilité finale mais il travaille plus vite, il explore davantage d'hypothèses, il peut consacrer plus de temps aux décisions qui exigent réellement son expertise.

L'intelligence artificielle devient ainsi un multiplicateur de compétences. Elle augmente la productivité des individus.

Elle permet à de petites équipes d'accomplir un travail qui aurait nécessité, quelques années plus tôt, des effectifs beaucoup plus importants et cette évolution entraînera des conséquences économiques majeures.

Les entreprises qui sauront intégrer intelligemment ces outils bénéficieront d'un avantage compétitif considérable. À l'inverse, celles qui refuseront cette mutation risquent de perdre rapidement en efficacité et comme lors des précédentes révolutions industrielles, l'adaptation deviendra un facteur essentiel de survie.

Mais l'enjeu ne se limite pas à la productivité. L'organisation même des entreprises évoluera, les hiérarchies verticales pourraient céder progressivement la place à des structures plus souples, l'information circulera plus rapidement, la prise de décision pourra s'appuyer sur des analyses plus complètes et les dirigeants disposeront d'indicateurs en temps réel.

Ils devront cependant résister à une tentation nouvelle. Confondre l'aide à la décision avec la décision elle-même.

Un tableau de bord n'est pas une stratégie, un algorithme n'est pas un dirigeant, une prévision n'est pas une vision.

L'entreprise ne repose pas uniquement sur des données. Elle repose aussi sur une culture, des valeurs, une capacité à entraîner des femmes et des hommes vers un projet commun. Or aucun modèle mathématique ne remplace le leadership.

Les ressources humaines seront, elles aussi, profondément transformées. Aujourd'hui les RH utilisent davantage pour le recrutement des analyses automatisées, la formation devient plus personnalisée, les compétences sont actualisées tout au long de la vie professionnelle.

L'apprentissage continu cessera d'être une option mais deviendra une nécessité car l'intelligence artificielle évolue à une vitesse telle que les connaissances acquises aujourd'hui pourront être dépassées dans quelques années.

Cette accélération constitue l'une des caractéristiques majeures de notre époque. Elle impose aux entreprises une agilité inconnue jusqu'alors mais cette mutation soulève également des questions sociales pouvant devenir dramatiques.

Que deviendront les salariés dont une partie importante des tâches sera automatisée ? Comment accompagner les reconversions ? Comment partager les gains de productivité ? Comment éviter qu'une minorité très qualifiée ne bénéficie seule des fruits de cette révolution ?

Ces interrogations rappellent celles qui accompagnèrent toutes les grandes transformations économiques.

L'histoire montre que les sociétés qui investissent dans la formation, l'innovation et l'adaptation réussissent mieux que celles qui cherchent à préserver indéfiniment les privilèges du passé. Le véritable défi ne consiste donc pas à empêcher le changement mais à préparer les femmes et les hommes à y trouver leur place.

Cette responsabilité appartient aux entreprises, elle appartient aussi aux États et plus largement encore, à toute la société car l'intelligence artificielle qui n'est pas seulement une innovation technique et économique redessine progressivement les rapports entre le travail, la compétence et la création de valeur.

Elle nous oblige à repenser ce que signifie être utile dans une économie où certaines tâches intellectuelles deviennent automatisables et cette révolution dépasse désormais le cadre de

l'entreprise et concerne les nations elles-mêmes car les pays qui maîtriseront les technologies de l'intelligence artificielle disposeront d'un avantage économique, scientifique et stratégique considérable. La compétition va changer d'échelle. Elle devient mondiale !

Chapitre XII

Qui gouvernera l'intelligence artificielle ?

La nouvelle géopolitique de la puissance

Chaque grande révolution technologique a profondément modifié l'équilibre des puissances. La maîtrise de la navigation permit aux empires maritimes de dominer les océans. La révolution industrielle consacra les États capables de produire l'acier, le charbon puis l'électricité. Le XXème siècle fut largement façonné par la maîtrise du pétrole, de l'atome et des technologies de l'information.

Le XXIème siècle sera celui de l'intelligence artificielle. Cette technologie n'est plus seulement un enjeu scientifique. Elle est devenue un enjeu économique, militaire, diplomatique et stratégique. Autrement dit, elle est entrée de plain-pied dans le domaine de la géopolitique.

Trois éléments déterminent aujourd'hui la puissance dans ce domaine.

Le premier est la capacité de recherche. Les pays qui disposent des meilleures universités, des laboratoires les plus performants et des chercheurs les plus créatifs prennent une avance difficile à rattraper.

Le second est l'accès aux données. Les modèles d'intelligence artificielle apprennent grâce à des quantités considérables d'informations. Plus un pays maîtrise la production, le stockage et l'exploitation de ces données, plus il renforce son potentiel technologique.

Le troisième élément est la puissance de calcul. Entraîner les modèles les plus performants exige des milliers de processeurs spécialisés, consommant, dans d'énormes Data Centers, une énergie électrique considérable. Leur infrastructure en réseaux est devenue un facteur de souveraineté et tout autant qu'un objectif militaire elle doit être protégée au risque de détruire nos économies car toute menace peut faire fuir les énormes capitaux dont elles ont immensément besoin.

A cet égard, **les États-Unis** disposent aujourd'hui d'atouts majeurs. Ils concentrent une grande partie des entreprises qui ont façonné l'intelligence artificielle moderne. Leur capacité d'innovation, l'excellence de leurs universités, l'importance de leurs investissements privés et leur maîtrise des semi-conducteurs de pointe leur confèrent une avance considérable. Des difficultés apparaissent cependant. Les promoteurs de l'IA doivent drainer des capitaux considérables pour leurs data centers, pour les liaisons électriques, pour leurs chercheurs. La situation géopolitique américaine (guerres en Iran et en Ukraine, difficultés politiques à la veille du midterm, menaces sur le pétrodollar, immense dette fédérale) devient préoccupante.

Face à eux, **la Chine** poursuit une stratégie différente mais tout aussi ambitieuse. L'État y joue un rôle central, les investissements sont massifs, les applications civiles et militaires se développent simultanément, la taille du marché intérieur, l'abondance des données et une volonté politique affirmée permettent une progression extrêmement rapide. Cette compétition entre Washington et Pékin dépasse largement le domaine scientifique. Elle façonnera probablement les rapports de puissance des prochaines décennies. Les champions chinois de l'IA ont trouvé la parade aux restrictions américaines sur les GPU : tirer le maximum de leur puissance de calcul limitée et distribuer largement leurs modèles. Résultat : Anthropic se place juste derrière Claude Fable 5 et promet d'ouvrir prochainement en Open source des modèles qui viennent chasser directement sur les terres des champions américains.

L'Europe, quant à elle, occupe une position plus fragile. Elle dispose certes d'excellents chercheurs, ses universités figurent parmi les meilleures du monde, ses entreprises innovent dans de nombreux domaines mais elle souffre d'un morcellement de ses investissements, d'un marché numérique encore insuffisamment intégré et d'une dépendance importante vis-à-vis des infrastructures nord-américaines. L'UE et sa bureaucratie budgétivore sont incapables de faire renaître les coopérations magnifiques entre nations qui donnèrent autrefois naissance à Concorde, Airbus, Ariane ou autres.

Cette situation soulève une question essentielle. Une nation peut-elle conserver sa souveraineté si les technologies qu'elle utilise quotidiennement sont conçues, entraînées et parfois contrôlées par d'autres ?

La question dépasse largement l'économie. Elle touche à l'indépendance stratégique, les administrations publiques, les hôpitaux, les forces armées, les réseaux électriques, les systèmes financiers, les infrastructures critiques. Tous utiliseront demain des outils intégrant de l'intelligence artificielle et la maîtrise de ces technologies deviendra donc un enjeu de sécurité nationale.

Les applications militaires illustrent parfaitement déjà cette évolution. L'intelligence artificielle améliore l'analyse des images satellitaires, la détection d'objets, la planification logistique, les systèmes de défense, les opérations de renseignement et la cybersécurité. Elle accélère le traitement de quantités immenses d'informations que des équipes humaines ne pourraient analyser dans les délais nécessaires. Cependant, cette évolution ouvre également des interrogations éthiques majeures.

Jusqu'où peut-on déléguer une décision militaire à une machine ? Peut-on accepter qu'un système autonome identifie une cible, décide d'un tir ou engage une action létale sans intervention humaine ?

Ces questions ne relèvent plus de la science-fiction. Elles sont déjà débattues dans les organisations internationales.

La cybersécurité constitue un second champ de confrontation. Les mêmes outils capables de protéger des réseaux peuvent également servir à les attaquer. L'intelligence artificielle facilite la détection d'intrusions, mais elle peut aussi automatiser des cyberattaques d'une ampleur inédite. La compétition technologique devient ainsi une compétition permanente entre les capacités offensives et les capacités défensives.

Dans ce contexte, la notion de souveraineté numérique prend une importance nouvelle. Elle ne signifie pas qu'un pays doive tout produire lui-même mais qu'il doit impérativement conserver la maîtrise des technologies indispensables à son autonomie de décision.

Cette exigence concerne les infrastructures de calcul, les données sensibles, les réseaux de communication, les semi-conducteurs et les modèles d'intelligence artificielle utilisés dans les secteurs stratégiques.

Mais la puissance ne repose pas uniquement sur la technologie. Elle dépend aussi de la confiance. Les sociétés qui sauront développer une intelligence artificielle transparente, respectueuse des libertés publiques et conforme aux principes démocratiques disposeront d'un avantage durable car une innovation n'est véritablement acceptée que lorsqu'elle inspire confiance.

Au fond, la véritable question n'est donc pas seulement de savoir qui inventera les intelligences artificielles les plus performantes mais qui fixera les principes et les normes selon lesquels elles seront utilisées.

Cette interrogation nous conduit naturellement vers une réflexion plus préoccupante encore car si l'intelligence artificielle devient un instrument de puissance, elle peut aussi devenir un instrument de manipulation, de surveillance et de déstabilisation. Les nouveaux risques ne concernent plus seulement les États. Ils concernent directement nos démocraties.

Chapitre XIII

Lorsque la vérité devient incertaine

Depuis l'invention de l'écriture, les sociétés humaines ont toujours été confrontées à un même défi : transmettre des informations fiables. Longtemps, la rareté constitua le principal problème, les nouvelles circulaient lentement, les livres étaient peu nombreux, les connaissances demeuraient difficiles d'accès.

Aujourd'hui, nous sommes confrontés au phénomène inverse. Nous ne manquons plus d'informations. Nous peinons à les hiérarchiser car chaque jour, plusieurs milliards de messages circulent sur les réseaux numériques. Des millions d'images, de vidéos et de commentaires sont publiés et jamais l'humanité n'a éprouvé autant de difficultés à distinguer le vrai du faux.

L'intelligence artificielle accélère encore cette évolution.

Elle permet de rédiger en quelques secondes des milliers de textes, de créer des photographies entièrement fictives, de produire des vidéos d'un réalisme saisissant et même d'imiter la voix d'une personne avec une fidélité étonnante.

Ces progrès sont remarquables mais ils sont aussi porteurs de risques inédits. Pendant des siècles, voir revenait presque toujours à croire. Une photographie constituait une preuve, un enregistrement sonore inspirait confiance, une vidéo semblait difficilement contestable.

Cette époque touche à sa fin. Les techniques dites de *deepfakes* permettent désormais de fabriquer des images et des vidéos si convaincantes qu'elles deviennent presque indiscernables des documents authentiques.

Un responsable politique peut sembler prononcer un discours qu'il n'a jamais tenu. Un chef d'entreprise peut paraître annoncer une décision imaginaire. Une personnalité publique peut être victime d'une mise en scène entièrement inventée.

Ces manipulations ne relèvent plus de la science-fiction. Elles existent déjà et les guerres actuelles en Ukraine et en Iran en sont les témoins quotidiens.

À mesure que les outils progresseront, ces deepfakes deviendront plus simples à produire, plus rapides à diffuser et plus difficiles à détecter.

Le danger dépasse largement la fraude individuelle. Il touche au fonctionnement même de nos démocraties.

Une élection repose sur la confiance des citoyens et cette confiance suppose que chacun puisse débattre à partir de faits suffisamment établis.

Que se passera-t-il si, quelques jours avant un scrutin, circulent des milliers de documents falsifiés, impossibles à vérifier dans les délais nécessaires ? Comment distinguer une révélation authentique d'une manipulation sophistiquée ? Le doute peut devenir une arme politique et paradoxalement, il n'est même plus nécessaire de fabriquer un faux parfait. Il suffit de rendre le vrai un peu suspect.

Lorsqu'une société doute systématiquement de toutes les preuves, le mensonge obtient déjà une partie de son objectif. L'histoire montre que les régimes autoritaires ont toujours cherché à contrôler

l'information. L'intelligence artificielle introduit une difficulté nouvelle. La manipulation ne nécessite plus des moyens considérables. Quelques individus peuvent désormais produire, en quelques heures, une quantité de contenus qui auraient demandé autrefois des équipes nombreuses et des moyens importants.

La désinformation change d'échelle. Elle devient industrielle. Les réseaux sociaux amplifient encore ce phénomène. Leur logique privilégie souvent les contenus les plus spectaculaires, les plus émotionnels ou les plus polarisants.

L'intelligence artificielle peut produire précisément ce type de contenus en très grande quantité.

La vitesse de diffusion dépasse alors largement celle des vérifications. Le démenti arrive souvent trop tard et cette situation pose une question essentielle.

Comment préserver un débat public fondé sur des faits lorsque chacun peut produire instantanément des milliers de faux témoignages, de faux articles ou de fausses vidéos ?

La réponse ne pourra être uniquement technique. Des outils de détection continueront naturellement à se développer. Ils seront indispensables mais ils ne suffiront pas. Car chaque progrès des systèmes de détection entraîne rapidement un progrès des techniques de falsification. Une véritable course technologique est engagée.

La réponse sera aussi éducative. Jamais l'esprit critique n'aura été aussi nécessaire et les générations futures devront apprendre non seulement à lire, à écrire et à calculer, mais aussi à vérifier les sources, à croiser les informations, à reconnaître les mécanismes de manipulation et à exercer un doute raisonnable.

Cette éducation à l'information deviendra probablement l'un des grands enjeux de l'école du XXI^{ème} siècle.

Face aux grands médias aux mains d'une oligarchie, le journalisme de vérification, longtemps considéré comme une activité spécialisée, aura également une responsabilité accrue et deviendra une fonction essentielle des démocraties. Informer ne consistera plus seulement à rapporter rapidement un événement. Il faudra aussi établir son authenticité.

Au fond, l'intelligence artificielle ne crée pas le mensonge, il est aussi ancien que l'humanité mais elle lui donne une puissance, une rapidité et une crédibilité inédites et comme toutes les grandes inventions, elle amplifie les capacités humaines, y compris les plus néfastes.

Cette constatation nous conduit à une réflexion plus générale. Le véritable défi de notre époque n'est pas seulement technologique. Il est aussi culturel.

Les sociétés démocratiques devront apprendre à vivre dans un monde où l'image ne constituera plus nécessairement une preuve, où la voix ne garantira plus l'identité de celui qui parle et où la vraisemblance pourra parfois se substituer à la vérité.

Il faudra redécouvrir une vertu que l'abondance de l'information avait paradoxalement affaiblie, la prudence et cette exigence concerne aussi bien chaque citoyen que chaque État.

Car les mêmes technologies qui permettent de manipuler une opinion publique peuvent être utilisées pour attaquer des infrastructures critiques, déstabiliser une économie ou préparer une guerre invisible.

Après la bataille de l'information vient celle des réseaux. Et cette bataille est déjà engagée.

Chapitre XIV

La cybercriminalité augmentée

L'histoire des techniques montre une constante. Chaque progrès scientifique ouvre de nouvelles possibilités et améliore les conditions de vie. Il favorise les échanges, stimule la croissance, mais il peut également être détourné de son objectif initial.

La poudre permet d'ouvrir des mines avant de transformer en boucheries les champs de bataille.

L'énergie nucléaire rendit possible une production massive d'électricité tout en donnant naissance à l'arme la plus destructrice jamais conçue.

Internet rapprocha les peuples, facilita l'accès au savoir et révolutionna l'économie mondiale, mais il devint aussi un terrain privilégié pour les escroqueries, le piratage et la désinformation.

L'intelligence artificielle n'échappe pas à cette règle. Elle est un outil et comme tous les outils, elle peut servir au meilleur comme au pire.

La criminalité numérique existait bien avant son apparition. Les virus informatiques, les attaques contre les entreprises, le vol de données ou les demandes de rançon paralysant des hôpitaux ne sont malheureusement pas des phénomènes nouveaux.

Ce qui change aujourd'hui, c'est leur puissance. L'intelligence artificielle permet d'automatiser des opérations qui exigeaient auparavant des compétences très spécialisées. Elle peut rédiger des courriels frauduleux dans un français irréprochable, imiter le style d'écriture d'un dirigeant d'entreprise, reproduire sa voix à partir de quelques secondes d'enregistrement, analyser rapidement les failles d'un système informatique ou aider à produire des logiciels malveillants de plus en plus sophistiqués.

Autrement dit, elle réduit considérablement le coût de certaines attaques.

Hier, une fraude complexe nécessitait parfois plusieurs semaines de préparation. Aujourd'hui, une partie de ce travail peut être réalisée en quelques minutes.

Les campagnes d'hameçonnage, *le phishing*, illustrent parfaitement cette évolution. Pendant longtemps, ces messages étaient relativement faciles à identifier. Ils comportaient des fautes d'orthographe, des formulations maladroites ou des traductions approximatives.

L'intelligence artificielle a changé la donne. Les courriels frauduleux deviennent personnalisés, crédibles et adaptés à leur destinataire. Ils utilisent son nom, son entreprise, parfois même des informations publiques issues des réseaux sociaux. Ils inspirent donc davantage confiance et leur taux de réussite augmente.

Les entreprises sont particulièrement exposées. Leurs systèmes d'information contiennent des données stratégiques : secrets industriels, informations financières, dossiers de recherche, données personnelles de leurs clients. Une attaque réussie peut entraîner des pertes économiques considérables, interrompre une production ou compromettre durablement leur réputation.

Les administrations publiques sont confrontées aux mêmes risques, les collectivités territoriales, les universités, les hôpitaux, les opérateurs d'énergie, les réseaux de transport, tous reposent désormais

sur des infrastructures numériques complexes. Leur vulnérabilité est devenue un enjeu de sécurité nationale.

Les infrastructures dites critiques méritent une attention particulière, un réseau électrique, une station d'épuration, un système de contrôle aérien, une plateforme hospitalière, un réseau ferroviaire, tous utilisent aujourd'hui des logiciels capables de communiquer entre eux.

Cette interconnexion améliore leur efficacité mais augmente également leur exposition aux attaques.

Les États l'ont parfaitement compris. La cybersécurité est désormais considérée comme une composante essentielle de la défense nationale. Les conflits contemporains ne se limitent plus aux espaces terrestre, maritime, aérien ou spatial. Ils se déroulent également dans le cyberspace.

Avant même qu'un affrontement militaire ne commence, des attaques informatiques peuvent perturber les communications, désorganiser les réseaux d'énergie, ralentir les transports ou compromettre les systèmes financiers.

L'intelligence artificielle renforce cependant notre capacité d'action, accélère la détection des vulnérabilités, automatise certaines opérations offensives, permet également d'améliorer considérablement les systèmes de défense.

Il serait erroné de ne voir dans cette technologie qu'un facteur de menace. Les mêmes algorithmes qui facilitent certaines attaques permettent aussi d'identifier plus rapidement des comportements suspects, de détecter des intrusions, de repérer des anomalies et d'intervenir avant qu'un dommage important ne soit causé.

Une véritable course technologique est donc engagée. Les attaquants innovent, les défenseurs innovent à leur tour. Chaque progrès de l'un entraîne une réponse de l'autre et cette dynamique rappelle celle observée depuis toujours dans l'histoire militaire. À chaque amélioration des armes répond une amélioration des protections.

L'intelligence artificielle ne modifie pas cette logique. Elle en accélère simplement le rythme.

Face à cette évolution, une erreur serait particulièrement dangereuse : Croire que la cybersécurité relève exclusivement des spécialistes.

En réalité, chacun d'entre nous constitue désormais un maillon de cette chaîne de sécurité, un mot de passe insuffisamment protégé, un document ouvert sans vérification, une pièce jointe téléchargée avec imprudence, une information sensible publiée sur un réseau social. Ces gestes apparemment anodins peuvent ouvrir la voie à des attaques beaucoup plus importantes.

La sécurité numérique devient ainsi une forme nouvelle d'hygiène collective et comme les règles sanitaires ont profondément transformé la médecine préventive au XXème siècle, les règles de cybersécurité devront progressivement entrer dans les habitudes quotidiennes de tous les citoyens.

Cette évolution entraîne une réflexion plus large. L'intelligence artificielle nous rappelle que les progrès techniques ne suppriment jamais la responsabilité humaine. Ils la déplacent.

Plus les outils deviennent puissants, plus les conséquences de leur mauvais usage peuvent être importantes. La technique ne dispense jamais de la prudence, elle la rend plus nécessaire encore.

C'est pourquoi le véritable défi des prochaines décennies ne sera pas seulement de construire des systèmes plus performants, il sera de former des femmes et des hommes capables de les utiliser avec compétence, avec discernement et avec un sens aigu de leur responsabilité.

Mais au-delà des attaques contre les réseaux ou les données, l'intelligence artificielle risque de modifier progressivement notre manière même de décider.

Lorsque les algorithmes deviennent omniprésents, une tentation apparaît, celle de leur déléguer non seulement des tâches...mais aussi notre jugement.

C'est cette tentation silencieuse qui constitue peut-être le plus grand risque pour notre civilisation.

Chapitre XV

Le pouvoir des algorithmes

Les algorithmes sont partout. Nous les consultons souvent sans nous en apercevoir. Ils déterminent l'ordre dans lequel apparaissent les informations sur nos écrans, ils suggèrent les livres que nous pourrions lire, les films que nous pourrions regarder, les musiques que nous pourrions écouter.

Ils calculent nos itinéraires, filtrent les courriers électroniques indésirables, détectent des fraudes bancaires, personnalisent la publicité que nous recevons et contribuent déjà à certaines décisions médicales, financières ou administratives.

Pendant longtemps, ces algorithmes demeuraient relativement simples. Ils appliquaient des règles définies à l'avance.

L'intelligence artificielle change profondément cette situation. Les algorithmes modernes ne se contentent plus d'exécuter des instructions, ils apprennent à partir des données, adaptent leurs réponses et produisent des recommandations d'une complexité croissante.

Cette évolution leur confère une influence considérable. Ils ne gouvernent pas les sociétés, mais participent désormais à un nombre toujours plus important de décisions.

Il convient ici de distinguer deux notions souvent confondues. L'autorité et l'influence.

L'autorité appartient à celui qui possède le pouvoir de décider. L'influence appartient à celui qui oriente cette décision.

Or les algorithmes deviennent progressivement des agents d'influence. Lorsqu'un moteur de recherche classe certains résultats avant d'autres, il influence les informations auxquelles nous accédons.

Lorsqu'un réseau social sélectionne les contenus qu'il juge les plus susceptibles de retenir notre attention, il façonne en partie notre perception du monde.

Lorsqu'un logiciel recommande un candidat à un recrutement, une opération financière ou un traitement médical, il oriente le jugement de celui qui prendra la décision finale.

Cette influence est d'autant plus puissante qu'elle demeure souvent invisible et nous avons naturellement tendance à faire confiance à des outils qui semblent objectifs.

Un résultat produit par une machine paraît parfois plus neutre qu'une appréciation humaine. Pourtant, cette neutralité n'est jamais absolue car ne l'oublions pas un algorithme est conçu par des femmes et des hommes, il est entraîné à partir de données choisies, il poursuit des objectifs définis par ses concepteurs et les critères qu'il optimise traduisent nécessairement certaines priorités.

Aucun modèle n'est entièrement indépendant des choix qui président à sa conception. Cette observation ne constitue pas une critique de l'intelligence artificielle. Elle rappelle simplement une vérité fondamentale.

Toute technologie porte l'empreinte des intentions humaines qui l'ont fait naître. L'une des difficultés majeures réside dans la complexité croissante des modèles et les systèmes les plus performants

comportent aujourd'hui des milliards de paramètres. Ils produisent des résultats remarquables mais il devient souvent difficile d'expliquer précisément pourquoi une réponse a été préférée à une autre.

Cette relative opacité soulève une question essentielle. Peut-on accepter qu'une décision importante repose sur un mécanisme que personne n'est vraiment capable d'expliquer complètement ?

Chaque fois qu'un algorithme contribue à une décision entraînant des conséquences importantes pour une personne, la transparence devient une exigence démocratique. Le citoyen doit pouvoir comprendre les raisons d'une décision qui le concerne. Il doit également pouvoir la contester.

L'intelligence artificielle ne doit jamais conduire à créer une nouvelle forme d'autorité inaccessible à toute explication.

Un autre phénomène mérite notre attention. Les algorithmes ont tendance à renforcer ce qu'ils observent. S'ils apprennent à partir de données reflétant certaines habitudes, ils peuvent contribuer à les reproduire. Ils amplifient parfois des préférences déjà existantes. Ils peuvent enfermer les utilisateurs dans des univers d'information de plus en plus homogènes, où chacun retrouve principalement des opinions proches des siennes.

Ce phénomène favorise le confort intellectuel mais n'encourage pas toujours la confrontation des idées. Or une démocratie vivante repose précisément sur la rencontre de points de vue différents où la diversité des opinions constitue une richesse. Les algorithmes ne doivent pas, même involontairement, réduire cet espace de dialogue.

Il serait pourtant injuste de ne voir dans ces technologies qu'une menace.

Les algorithmes permettent également d'améliorer les diagnostics médicaux, d'optimiser les réseaux de transport, de réduire la consommation d'énergie, d'accélérer la recherche scientifique, de détecter des fraudes et d'assister les professionnels dans des tâches particulièrement complexes.

Ils peuvent accroître l'efficacité de nombreuses organisations et libérer du temps pour des activités à plus forte valeur humaine.

Comme toujours, la question n'est donc pas celle de la technique elle-même mais celle de sa gouvernance.

Qui conçoit les algorithmes, quels objectifs leur fixe-t-on, quelles données utilisent-ils, qui contrôle leur fonctionnement, qui répond de leurs conséquences ?

Ces interrogations deviennent des enjeux majeurs de nos démocraties.

L'intelligence artificielle ne doit pas conduire à transférer silencieusement des responsabilités humaines vers des mécanismes que personne n'aurait réellement choisis, décision politique, décision médicale, décision judiciaire, décision éducative.

Toutes pourront être éclairées par des systèmes de plus en plus performants mais aucune ne devrait être abandonnée à leur seule logique car gouverner, soigner, juger ou enseigner ne consiste pas seulement à rechercher la solution la plus efficace mais aussi à prendre en compte la dignité des personnes, les circonstances particulières, les valeurs d'une société et les exigences de la justice.

Ces dimensions ne se laissent pas réduire à un calcul. Elles relèvent de la responsabilité humaine.

Le véritable défi du XXIème siècle ne sera donc pas de construire des algorithmes toujours plus puissants mais de faire en sorte que leur puissance demeure constamment placée sous le contrôle de l'intelligence, de la liberté et de la responsabilité des femmes et des hommes.

Car une civilisation ne se définit pas par les machines qu'elle invente mais aussi par la manière dont elle choisit de les utiliser.

Et c'est précisément parce que cette responsabilité nous appartient que nous devons aborder une question plus fondamentale encore.

Les machines pourront-elles un jour comprendre le monde comme nous le comprenons ou existe-t-il, au cœur même de l'expérience humaine, une dimension qui demeurera irréductiblement inaccessible à toute intelligence artificielle ?

Chapitre XVI

La tentation de déléguer sa pensée

Depuis les premiers outils de l'âge de la pierre et jusqu'aux ordinateurs les plus puissants, l'humanité n'a cessé de déléguer certaines de ses capacités à des objets qu'elle fabriquait elle-même. Nous l'avons dit, le levier a prolongé la force du bras, la roue a multiplié les possibilités de déplacement, l'écriture a libéré la mémoire, la calculatrice a accéléré le calcul, le GPS a simplifié l'orientation.

L'intelligence artificielle franchit une étape nouvelle.

Elle nous aide désormais à écrire, à traduire, à programmer, à résumer, à analyser et parfois même à raisonner. Cette évolution est porteuse de bénéfices considérables, elle libère du temps, elle réduit certaines erreurs, elle facilite l'accès aux connaissances, elle augmente la productivité.

Mais toute délégation comporte une contrepartie. Lorsque nous cessons d'exercer une capacité, celle-ci tend à s'affaiblir. Les psychologues connaissent depuis longtemps ce phénomène.

Ainsi l'usage permanent d'un GPS réduit progressivement notre aptitude à imaginer nos itinéraires, la mémorisation d'un grand nombre de numéros de téléphone a pratiquement disparu depuis que nos appareils les enregistrent automatiquement, les moteurs de recherche ont profondément modifié notre rapport à la mémoire.

Nous retenons moins les informations elles-mêmes que le moyen de les retrouver. Ces transformations ne sont pas nécessairement négatives. Elles témoignent de la remarquable capacité d'adaptation de notre cerveau mais elles nous rappellent une vérité essentielle : toute technologie modifie, au moins en partie, les facultés qu'elle vient compléter.

L'intelligence artificielle pourrait ainsi produire un phénomène d'une ampleur encore plus grande.

Pourquoi chercher longuement une formulation lorsqu'un système peut rédiger un texte en quelques secondes ? Pourquoi élaborer soi-même une synthèse lorsqu'elle est immédiatement disponible ? Pourquoi construire un raisonnement complexe si un algorithme semble capable de proposer une réponse convaincante ?

Ces questions sont légitimes. Elles deviennent préoccupantes si nous oublions que l'effort intellectuel n'est pas seulement un moyen d'obtenir une réponse. Il construit aussi progressivement notre capacité de juger.

On apprend moins en lisant une solution qu'en cherchant à la découvrir. Un étudiant en médecine ne devient pas clinicien en mémorisant des diagnostics mais en commettant des erreurs, en les corrigeant et en développant peu à peu son jugement.

De même, un juriste ne construit pas son raisonnement en recopiant des conclusions toutes faites. Il l'acquiert par l'analyse des textes, la confrontation des arguments et l'exercice patient de leur interprétation.

L'intelligence se forme dans l'effort. Elle se nourrit de la difficulté et malheureusement l'intelligence artificielle risque parfois de rendre cet effort moins visible, donc moins fréquent.

Or un esprit qui ne s'exerce plus finit par perdre une partie de sa souplesse. Cette réflexion ne concerne pas seulement l'école, elle touche l'ensemble de la société.

Les dirigeants disposeront demain de tableaux de bord alimentés en permanence par des algorithmes, les médecins en tapant simplement l'anamnèse et les symptômes recevront immédiatement des diagnostics et des recommandations automatisées, les magistrats consulteront des analyses prédictives, les ingénieurs utiliseront des systèmes capables de proposer des solutions techniques.

Dans tous ces domaines, la tentation sera grande de suivre la recommandation de la machine sans exercer un regard critique et cette attitude présentera un danger majeur.

L'algorithme peut se tromper, et les données sur lesquelles il a été entraîné peuvent être incomplètes ou biaisées. Une situation exceptionnelle peut échapper à ses modèles et plus encore, certaines décisions ne relèvent pas uniquement de l'efficacité mais mettent en jeu des valeurs.

Faut-il privilégier la sécurité ou la liberté, l'égalité ou l'équité, le bénéfice individuel ou l'intérêt collectif? Aucun calcul ne peut répondre seul à ces questions qui relèvent du débat démocratique, de l'éthique et de la responsabilité.

Kant rappelait que les Lumières consistaient à sortir de l'état de minorité intellectuelle, c'est-à-dire à oser se servir de son propre entendement.

Cette invitation conserve aujourd'hui toute son actualité. L'intelligence artificielle ne doit jamais devenir un substitut à notre liberté de jugement mais demeurer un instrument au service de celle-ci.

Il existe un paradoxe que notre époque devra apprendre à maîtriser. Plus les machines deviendront performantes, plus les qualités spécifiquement humaines prendront de la valeur, le discernement, le doute, la prudence, la créativité, l'intuition, le courage de décider lorsque plusieurs solutions sont possibles et la capacité d'assumer les conséquences de cette décision.

Ces vertus ne peuvent être automatisées. Elles se développent par l'expérience, la réflexion et le dialogue.

Au fond, la véritable question n'est donc pas de savoir jusqu'où progressera l'intelligence artificielle mais jusqu'où nous accepterons de lui déléguer des fonctions qui participent à notre propre humanité.

Toute civilisation choisit les outils qu'elle invente et la place qu'elle leur accorde.

L'imprimerie n'a pas supprimé la pensée, Internet n'a pas supprimé la culture. L'intelligence artificielle ne supprimera pas la responsabilité humaine sauf si nous abdiquons notre esprit critique.

Car une société dans laquelle les citoyens cesseraient progressivement de réfléchir par eux-mêmes ne serait pas dominée par les machines mais tout simplement affaiblie par son propre renoncement.

Chapitre XVII

Une machine peut-elle comprendre ?

Après avoir découvert les performances de l'intelligence artificielle, beaucoup éprouvent un sentiment troublant. Face aux prouesses des machines, une interrogation s'impose presque naturellement. Comprennent-elles déjà ce qu'elles produisent ?

La question paraît simple mais elle est probablement plus difficile.

Depuis Aristote, les penseurs cherchent à définir ce qu'est l'intelligence. Pour les uns, elle réside dans la capacité à raisonner, pour d'autres, dans l'aptitude à résoudre des problèmes nouveaux, certains y voient avant tout une faculté d'adaptation, d'autres insistent sur la conscience, le langage ou la liberté.

L'intelligence artificielle oblige à reprendre cette réflexion depuis son commencement car elle accomplit aujourd'hui des tâches que nous considérons comme la preuve même de l'intelligence.

Faut-il en conclure qu'elle est intelligente ? Tout dépend nous l'avons dit du sens que nous donnons à ce mot.

Prenons un exemple déjà signalé.

Un logiciel peut reconnaître un chat avec une précision remarquable.

Mais sait-il ce qu'est un chat ? La réponse est non. Il identifie des régularités statistiques. Il ne connaît ni la douceur de son pelage, ni le bruit de son ronronnement, ni l'expérience vécue d'un enfant jouant avec son animal. Il traite des données.

Nous au contraire, nous faisons l'expérience du monde. Cette distinction paraît évidente. Elle est pourtant fondamentale.

Comprendre ne consiste pas seulement à établir des relations entre des informations. Comprendre, c'est donner un sens. Lorsque nous lisons un roman, nous ne nous contentons pas d'identifier des mots. Nous imaginons des paysages, nous partageons les émotions des personnages, nous percevons les non-dits, nous interprétons les silences, nous relions ce que nous lisons à notre propre existence.

La compréhension est toujours une rencontre entre un texte et une conscience.

L'intelligence artificielle, aussi performante soit-elle, ne vit aucune de ces expériences. Elle peut expliquer *Les Misérables* mais elle n'a jamais éprouvé la misère. Elle peut décrire la peur mais elle n'a jamais eu peur. Elle peut parler de l'amour mais elle n'a jamais aimé.

Cette différence ne diminue en rien ses performances. Elle rappelle simplement que la compétence n'est pas l'expérience.

Le philosophe américain John Searle a proposé, en 1980, une expérience de pensée devenue célèbre celle de **la chambre chinoise**.

Imaginons un homme enfermé dans une pièce. Il ne connaît pas un mot de chinois mais il a accès à une machine. Par une fente, on lui fait parvenir des caractères chinois accompagnés d'un manuel extrêmement précis lui indiquant comment répondre à chacun d'eux.

À l'extérieur, les interlocuteurs ont l'impression de dialoguer avec quelqu'un qui comprend parfaitement leur langue. Pourtant, l'homme enfermé dans la pièce ne comprend pas le chinois. Il applique simplement des règles.

Searle voulait démontrer qu'un système peut produire des réponses correctes sans accéder au sens.

Cette réflexion continue d'alimenter les débats sur l'intelligence artificielle.

Les progrès récents des grands modèles de langage n'ont pas fait disparaître la question. Ils l'ont rendue plus pressante encore car plus les réponses deviennent convaincantes, plus il devient difficile de distinguer la compréhension véritable de la simple maîtrise des structures du langage. Et nous commettons l'erreur de vouloir trop brutalement opposer l'homme et la machine.

L'intelligence humaine comporte plusieurs dimensions. Une partie de nos raisonnements est automatique. Nous reconnaissons instantanément un visage familier. Nous comprenons une phrase sans analyser sa grammaire. Nous conduisons une voiture en accomplissant simultanément des centaines d'opérations dont nous n'avons même plus conscience.

Notre cerveau associe en permanence intuition et raisonnement.

L'intelligence artificielle nous oblige ainsi à mieux comprendre notre propre fonctionnement.

En cherchant à construire une intelligence artificielle, nous découvrons que nous connaissons encore bien imparfaitement l'intelligence naturelle. C'est peut-être là son apport philosophique le plus précieux. Elle agit comme un miroir, elle nous renvoie à une question que nous croyions résolue.

Qu'est-ce que comprendre le monde ? La réponse dépasse largement les sciences informatiques. Elle touche à la psychologie, aux neurosciences, à la philosophie, à la linguistique et plus profondément encore, à l'anthropologie.

Car comprendre le monde ne consiste pas seulement à traiter l'information. C'est aussi habiter ce monde, agir, souffrir, aimer, espérer.

Une intelligence artificielle peut aujourd'hui simuler avec un réalisme saisissant certains aspects de notre langage. Elle ne partage pas pour autant notre condition et cette distinction demeurera peut-être essentielle puisqu'elle nous rappelle que l'intelligence humaine est inséparable d'une existence vécue.

Mais une autre interrogation surgit alors. Si la compréhension ne suffit pas à définir l'homme, qu'en est-il de la conscience ?

Une machine pourrait-elle un jour être consciente d'elle-même ? Cette question, longtemps réservée aux philosophes, est désormais au cœur des débats scientifiques.

Chapitre XVIII

Une machine peut-elle être consciente ?

Depuis que les intelligences artificielles dialoguent avec nous, cette question revient avec insistance.

Les machines finiront-elles par devenir conscientes ?

Pour certains, cette perspective paraît inévitable. Si leur puissance de calcul continue de croître, si leurs modèles deviennent toujours plus complexes, si elles interagissent sans cesse avec leur environnement, pourquoi n'acquerraient-elles pas, un jour, une véritable forme de conscience ?

D'autres rejettent cette hypothèse. Selon eux, aucune accumulation de calculs, si prodigieuse soit-elle, ne pourra jamais faire surgir une expérience intérieure.

Le débat est passionné. Il révèle surtout une difficulté plus profonde. Nous ne savons pas définir avec précision ce qu'est la conscience. Nous la vivons à chaque instant mais nous sommes incapables de l'expliquer complètement.

C'est l'un des grands paradoxes de la pensée contemporaine.

Nous pouvons décrire avec une remarquable précision le fonctionnement d'une cellule, le trajet d'un influx nerveux ou les échanges entre différentes régions du cerveau mais nous ignorons encore comment naît cette expérience intime qui nous fait dire :

« Je pense donc je suis »

Descartes fondait toute sa philosophie sur cette certitude devenue célèbre, qui ne décrit pas un raisonnement scientifique mais exprime une évidence vécue.

Avant même de connaître le monde, chacun fait l'expérience de sa propre existence. Aucune intelligence artificielle ne formule une telle expérience.

Lorsqu'elle écrit « je », elle ne désigne personne. Ce pronom n'est, pour elle, qu'un élément du langage.

Pour un être humain, il renvoie à une vie intérieure et cette différence est immense.

Nous oublions souvent que notre intelligence est inséparable de notre corps, nous voyons, nous entendons, nous touchons, nous ressentons la chaleur, le froid, la douleur, la fatigue, nos émotions modifient notre manière de comprendre le monde, nos souvenirs donnent une profondeur à notre identité et notre conscience se construit au fil d'une histoire personnelle.

Une intelligence artificielle ne possède rien de tout cela. Elle traite des informations. Elle ne les éprouve pas.

Bergson distinguait déjà l'intelligence analytique de l'expérience vécue. Pour lui, la vie ne se laisse jamais réduire entièrement à des mécanismes. Elle comporte un élan, une durée, une continuité intérieure que les concepts peinent à saisir.

Un siècle plus tard, cette intuition conserve une étonnante actualité. Les neurosciences progressent rapidement. Elles identifient les réseaux cérébraux impliqués dans l'attention, la mémoire, les

émotions ou la prise de décision. Elles décrivent de mieux en mieux les corrélations entre l'activité du cerveau et notre vie psychique. Mais une question demeure.

Pourquoi certaines activités cérébrales s'accompagnent-elles d'une expérience consciente ? Pourquoi ne sont-elles pas de simples traitements d'informations ?

Il serait excessif d'affirmer qu'une machine ne pourra jamais devenir consciente. Nous n'en avons pas la démonstration et l'arrivée des ordinateurs quantiques peut nous faire craindre la réponse. Mais il serait tout aussi excessif d'affirmer qu'elle le deviendra nécessairement car aucune observation scientifique ne permet aujourd'hui de l'établir.

Entre ces deux certitudes opposées s'impose une attitude plus modeste. Reconnaître que nous ne savons pas. Cette prudence n'est pas un aveu de faiblesse mais constitue le fondement même de la démarche scientifique.

L'histoire nous enseigne que les grandes découvertes commencent souvent par une question sincèrement reconnue comme irrésolue. Mais cette incertitude ne doit pas masquer une réalité.

Même si une intelligence artificielle atteignait un jour des performances intellectuelles très supérieures aux nôtres, cela ne signifierait pas automatiquement qu'elle posséderait une conscience.

L'intelligence et la conscience ne sont pas synonymes. Un calcul extrêmement complexe ne devient pas une émotion, une prédiction très exacte ne devient pas une expérience vécue, la performance ne crée pas nécessairement la subjectivité.

Cette distinction est essentielle et elle nous invite à réfléchir autrement.

Peut-être avons-nous commis une erreur en faisant de l'intelligence la caractéristique principale de l'homme. Depuis plusieurs siècles, nous admirons surtout notre capacité de raisonner et l'intelligence artificielle nous rappelle que cette faculté peut, au moins partiellement, être reproduite.

Mais elle nous conduit alors à redécouvrir d'autres dimensions de notre humanité, notre capacité d'aimer, de souffrir, de compatir, d'espérer, de créer librement, de choisir contre notre intérêt immédiat, voire de sacrifier une réussite personnelle à une fidélité, une promesse ou un idéal.

Ces expériences échappent au calcul. Elles donnent un sens à notre existence. Elles expliquent pourquoi les plus grandes œuvres de l'humanité ne sont pas seulement des démonstrations d'intelligence. Ce sont des témoignages de conscience.

Au fond, la véritable question n'est peut-être pas de savoir si une machine deviendra consciente.

Elle est de savoir si nous serons capables, face à des machines toujours plus performantes, de mieux comprendre ce qui fait la singularité de notre propre conscience.

Car l'intelligence artificielle agit comme un révélateur. En cherchant à reproduire certaines de nos facultés, elle nous oblige à redécouvrir celles qui résistent encore à toute imitation.

C'est peut-être là sa contribution la plus inattendue. Elle nous invite moins à admirer les machines qu'à mieux connaître l'homme.

Car si la conscience ne suffit pas à définir notre avenir, une autre question demeure. Quelle place l'homme choisira-t-il d'occuper dans un monde où il partagera désormais son existence avec des intelligences artificielles toujours plus puissantes ?

Chapitre XIX

L'intelligence, la sagesse et la liberté

Depuis les premières pages de ce texte, nous avons accompagné l'une des plus extraordinaires aventures de l'histoire humaine. Nous avons vu nos ancêtres apprendre à fabriquer des outils, à transmettre leurs connaissances, à inventer l'écriture, l'imprimerie, la science moderne, l'informatique puis, enfin, l'intelligence artificielle.

À chaque étape, une même logique apparaît. L'homme augmente progressivement sa puissance. Il voit plus loin, calcule plus vite, mémorise davantage, communique plus rapidement.

Aujourd'hui, il construit des machines capables de l'assister dans certaines activités intellectuelles.

Cette progression est remarquable. Elle appelle cependant une réflexion essentielle. La puissance est-elle un progrès en elle-même ?

L'histoire invite à la prudence. Les mêmes connaissances qui ont permis de vaincre des maladies ont rendu possibles les armes biologiques.

L'énergie nucléaire éclaire des villes entières, mais elle a aussi détruit Hiroshima et Nagasaki.

Internet donne accès à une quantité presque infinie de connaissances, tout en facilitant la diffusion de la désinformation.

Aucune technique n'est bonne ou mauvaise en soi. Elle devient ce que les hommes décident d'en faire et cette constatation est peut-être la plus importante.

L'intelligence artificielle ne décidera jamais seule de l'avenir de l'humanité.

Cet avenir dépendra des choix humains.

Depuis Aristote, les philosophes distinguent plusieurs formes de connaissance, le savoir scientifique, le savoir-faire technique mais il existe également une forme de connaissance plus discrète et peut-être plus précieuse : la sagesse pratique.

Les Grecs la nommaient *phronesis*.

La sagesse pratique est la capacité de discerner, dans une situation concrète, ce qu'il convient de faire. Elle suppose l'expérience, le jugement, la prudence, la connaissance de l'homme.

Elle ne recherche pas seulement ce qui est possible, elle s'interroge sur ce qui est juste et cette distinction prend aujourd'hui une importance considérable.

L'intelligence artificielle accroît notre capacité à répondre aux questions mais elle ne nous dit pas quelles questions méritent d'être posées.

Elle peut proposer plusieurs solutions mais elle ne choisit pas nos valeurs. Elle peut optimiser une décision mais elle ne définit pas le bien commun.

Or les grandes décisions politiques, médicales, économiques ou éthiques ne reposent jamais uniquement sur des calculs.

Elles mettent en jeu des principes. Faut-il privilégier la liberté ou la sécurité, la croissance économique ou la protection de l'environnement, l'intérêt individuel ou la solidarité, la justice ou la compassion ?

Aucun algorithme ne peut trancher seul de telles questions parce qu'elles relèvent d'une délibération humaine.

La démocratie elle-même repose sur cette conviction. Les citoyens peuvent avoir des opinions différentes, ils confrontent leurs arguments, ils débattent, ils votent, ils acceptent ensuite (en principe) la décision collective.

L'intelligence artificielle peut éclairer ce débat mais elle ne peut s'y substituer.

Il existe également une autre dimension que les machines ne partagent pas : la responsabilité.

Lorsqu'un médecin choisit un traitement, lorsqu'un magistrat rend un jugement, lorsqu'un chef d'entreprise engage l'avenir de ses collaborateurs ou lorsqu'un responsable politique prend une décision, chacun sait qu'il devra en assumer les conséquences. Cette responsabilité est indissociable de la liberté.

Mais une machine ne répond pas de ses actes. Elle n'éprouve ni remords, ni fierté, ni culpabilité. Elle ne peut être tenue moralement responsable.

C'est pourquoi l'homme devra toujours demeurer au bout de la chaîne de décision. Les machines sont capables d'aider, mais elles ne peuvent porter le poids moral d'une décision.

Cette responsabilité constitue probablement l'une des caractéristiques les plus profondes de notre humanité. Être libre, ce n'est pas faire tout ce que l'on veut. C'est accepter de répondre de ses choix.

Cette vérité prend une résonance particulière à une époque où les technologies semblent capables de décider toujours davantage à notre place mais plus elles deviendront performantes, plus il sera nécessaire de rappeler que la décision ultime appartient à l'homme.

Il existe enfin une dernière différence. Les machines poursuivent les objectifs que nous leur fixons. L'homme, lui, peut remettre en question ses propres objectifs. Il peut changer d'avis, renoncer à un pouvoir, sacrifier son intérêt personnel pour un idéal, choisir le pardon plutôt que la vengeance, la générosité plutôt que le calcul, la fidélité plutôt que l'opportunité.

Cette liberté intérieure échappe aux modèles mathématiques. Elle appartient à l'histoire, à la culture, à l'éducation et à la conscience.

C'est peut-être là que réside la véritable singularité de notre espèce. Nous ne sommes pas seulement capables de connaître, nous sommes capables de donner une signification à nos connaissances.

Nous ne sommes pas seulement des êtres intelligents, nous sommes des êtres responsables.

On pourra, certes, être tenté de retenir les performances extraordinaires de l'intelligence artificielle.

Elles sont réelles, elles transformeront profondément nos sociétés mais nous pourrons également retenir une autre idée. Plus les machines deviendront intelligentes, plus la sagesse humaine deviendra précieuse. L'avenir ne dépendra jamais uniquement de ce que nous saurons inventer mais aussi de notre capacité à mettre ces inventions au service de la dignité humaine.

Chapitre XX

L'homme après l'intelligence artificielle

Au terme de cet essai, une évidence s'impose. L'intelligence artificielle n'est pas une invention parmi d'autres. Elle marque un moment singulier de l'histoire humaine.

Pour la première fois, une espèce vivante construit un outil capable d'accomplir certaines tâches intellectuelles qui, jusque-là, semblaient lui appartenir en propre.

Cette constatation explique à la fois l'enthousiasme qu'elle suscite et les inquiétudes qu'elle provoque.

Depuis l'aube des civilisations, les grandes inventions ont toujours modifié notre manière de vivre, le feu transforma notre alimentation, l'agriculture bouleversa notre organisation sociale, l'écriture changea notre rapport au temps, l'imprimerie multiplia le savoir, la machine à vapeur remodela l'économie, l'électricité transforma les villes, internet fit disparaître les distances.

L'intelligence artificielle agit à un niveau différent. Elle ne modifie plus seulement nos outils. Elle transforme notre rapport à l'intelligence elle-même.

C'est pourquoi elle nous oblige à revenir vers une question que nous croyions résolue.

Qu'est-ce qu'un être humain ?

Pendant longtemps, nous avons défini notre singularité par nos capacités. Nous étions les seuls à parler puis les machines se sont mises à dialoguer. Nous étions les seuls à traduire puis elles traduisent désormais avec une qualité remarquable. Nous étions les seuls à reconnaître des images complexes, désormais elles y parviennent avec une précision souvent supérieure à la nôtre. Nous pensions que ces compétences suffisaient à définir l'intelligence. Nous découvrons qu'elles n'en constituent sans doute qu'une partie.

Cette prise de conscience est, paradoxalement, une bonne nouvelle mais elle nous invite à regarder autrement notre propre humanité.

L'intelligence n'est pas seulement la faculté de résoudre un problème. Elle est aussi la capacité de donner un sens à une existence, de choisir une direction, d'assumer une responsabilité, de transmettre une culture, d'éprouver la beauté d'une œuvre d'art, d'être bouleversé par une musique, de consoler un enfant, de tenir une promesse, de préférer parfois le juste à l'utile.

Aucune de ces réalités ne se laisse réduire à un calcul. Elles appartiennent à cette dimension de l'homme que les siècles ont appelée tour à tour l'âme, la conscience, l'esprit ou la personne.

L'intelligence artificielle nous rappelle également une autre vérité. L'histoire n'est jamais écrite d'avance. Les techniques créent des possibilités. Elles n'imposent pas un destin.

L'imprimerie a servi à diffuser les grandes œuvres de la pensée comme les pamphlets les plus violents.

L'énergie nucléaire éclaire des villes et détruit des cités. Internet rapproche les peuples autant qu'il peut les diviser.

L'intelligence artificielle suivra la même règle. Elle amplifiera ce que nous déciderons d'en faire. Elle pourra contribuer à guérir davantage de malades, à accélérer la recherche scientifique, à démocratiser l'accès au savoir, à réduire certaines pénibilités du travail et à ouvrir des perspectives encore insoupçonnées. Elle pourra aussi renforcer les inégalités, faciliter la surveillance, alimenter les manipulations ou accroître les tensions géopolitiques.

Aucun algorithme ne choisira entre ces deux chemins. Ce choix appartient aux sociétés humaines.

Il appartient aux responsables politiques, aux chercheurs, aux enseignants, aux chefs d'entreprise, aux juristes, aux médecins mais aussi, plus simplement, à chacun d'entre nous.

Car les grandes transformations historiques ne sont jamais seulement l'œuvre des gouvernements ou des inventeurs.

Elles prennent corps dans les millions de décisions quotidiennes par lesquelles une société définit peu à peu ce qu'elle considère comme acceptable, souhaitable ou nécessaire.

Les progrès scientifiques les plus importants ne sont pas ceux qui répondent à toutes les questions. Ce sont ceux qui nous obligent à poser de meilleures questions.

L'intelligence artificielle appartient à cette catégorie. Elle nous pousse à réfléchir à ce qu'est apprendre, comprendre, créer, décider, transmettre. Elle nous conduit finalement à nous interroger sur nous-mêmes.

Peut-être est-ce là sa plus grande contribution non pas remplacer l'homme mais l'inviter à mieux se connaître.

Sur une stèle du temple de Delphes était gravée cette maxime qui a traversé les siècles :

« Gnôthi seauton » « Connais-toi toi-même. »

À première vue, rien ne semble plus éloigné de cette invitation que les immenses centres de calcul, les réseaux neuronaux ou les algorithmes qui alimentent aujourd'hui l'intelligence artificielle.

Et pourtant...plus nous construisons des machines capables d'accomplir certaines tâches intellectuelles, plus cette antique recommandation retrouve sa force.

Car la question décisive n'est plus seulement : **Que pourront faire les machines ?**

Elle devient : **Que voulons-nous continuer à être ?**

Aucune innovation ne répondra jamais à notre place. Elle engage notre liberté, notre responsabilité, notre sagesse.

C'est pourquoi je souhaite demeurer optimiste parce que l'histoire de l'humanité est celle d'une espèce qui a toujours su transformer les grandes ruptures en nouvelles étapes de son développement.

À condition de ne jamais oublier que la technique est un moyen et non une fin.

L'intelligence artificielle nous donnera sans doute davantage de puissance. À nous de lui donner une direction. Elle augmentera notre savoir si nous préservons notre sagesse. Elle accélérera nos décisions

si nous conservons le temps de la réflexion. Elle nous aidera à mieux comprendre le monde si nous faisons en sorte qu'elle ne nous éloigne jamais de l'homme.

Une conviction demeure. La plus grande invention de l'humanité ne sera peut-être pas l'intelligence artificielle mais restera pour toujours l'humanité elle-même.

Conclusion

L'avenir ne s'écrit pas avec des machines, mais avec des hommes

Lorsque j'ai entrepris d'écrire ce texte, mon intention n'était pas de rédiger un manuel d'informatique ou un traité destiné aux spécialistes de l'intelligence artificielle.

Mon ambition était plus simple : comprendre pourquoi cette technologie suscite autant de fascination, autant d'espérances et parfois autant de craintes.

Au terme de cette réflexion, une conviction s'est imposée à moi.

L'intelligence artificielle est bien davantage qu'une innovation technique. Elle constitue un événement de civilisation. Comme l'invention de l'écriture, de l'imprimerie ou d'Internet, elle transforme profondément notre manière de produire, de transmettre et d'utiliser les connaissances.

Mais elle possède une singularité car pour la première fois dans son histoire, l'humanité construit des outils capables de participer à certaines activités intellectuelles qui semblaient jusqu'alors lui appartenir exclusivement.

Cette révolution est considérable. Elle modifiera notre manière de travailler, d'enseigner, de soigner, de créer, de gouverner et de chercher. Elle accélérera les découvertes scientifiques. Elle ouvrira des perspectives immenses en médecine, dans l'industrie, dans l'éducation et dans la protection de l'environnement. Elle permettra (peut-être) d'améliorer la vie de centaines de millions de personnes.

Il serait absurde de nier ses possibilités. Mais il serait tout aussi imprudent de croire que la technique suffit à construire un avenir.

L'histoire nous enseigne une leçon de modestie. Aucune invention n'a jamais porté en elle-même sa propre morale. Le feu a permis de cuire les aliments et d'incendier les villes. L'énergie atomique a éclairé le monde et produit l'arme la plus destructrice jamais imaginée. Internet a démocratisé l'accès au savoir tout en facilitant la diffusion du mensonge.

L'intelligence artificielle ne fera pas exception. Elle amplifiera les qualités comme les faiblesses de ceux qui l'utiliseront.

La question décisive n'est donc pas celle de la puissance des machines. Elle est celle de la maturité des hommes.

Au fil de ces pages, une idée m'est revenue avec insistance. L'intelligence n'épuise pas l'humanité. L'homme ne se définit pas uniquement par sa capacité à calculer, à mémoriser ou à résoudre des problèmes.

Il se définit aussi par sa conscience, sa liberté, son sens moral, son aptitude à aimer, à créer, à transmettre et à assumer les conséquences de ses décisions.

Ces dimensions ne sont pas accessoires. Elles sont le cœur même de notre humanité.

L'intelligence artificielle nous oblige ainsi à redécouvrir ce que nous avons parfois cessé de regarder.

À mesure que les machines accomplissent certaines tâches intellectuelles avec une efficacité croissante, nous comprenons que la véritable valeur de l'homme réside peut-être moins dans la performance que dans le discernement, dans la puissance que dans la sagesse, dans la réponse que dans la qualité des questions qu'il se pose.

Le XXIème siècle ne sera pas seulement celui de l'intelligence artificielle. Il sera celui de la responsabilité humaine.

Les choix qui seront faits au cours des prochaines décennies engageront durablement notre avenir.

Comment protéger la dignité de la personne, préserver la liberté dans un monde de plus en plus numérique, garantir que les progrès de l'intelligence artificielle profitent à tous plutôt qu'à quelques-uns, former des citoyens capables de penser par eux-mêmes alors que les réponses deviennent instantanément accessibles, faire en sorte que la technologie demeure au service de l'homme et jamais l'inverse ?

Aucune machine ne répondra à ces interrogations. Parce qu'elles ne relèvent ni des mathématiques ni de l'informatique. Elles relèvent de la philosophie, du droit, de la politique, de l'éducation et, finalement, de la conscience de chacun.

Je demeure pourtant partiellement confiant. L'histoire de l'humanité est jalonnée de défis qui semblaient insurmontables.

À chaque époque, les hommes ont dû apprendre à maîtriser des découvertes qui dépassaient leur imagination. Ils ont commis des erreurs. Ils ont parfois connu des drames. Mais ils ont su bâtir des institutions, élaborer des règles et transmettre des valeurs qui ont permis au progrès scientifique de devenir un progrès humain.

Il n'existe aucune raison de penser que notre génération en serait incapable à condition toutefois de ne jamais oublier que la technique est un moyen et non une finalité.

L'intelligence artificielle ne doit pas devenir un objet de fascination. Elle ne doit pas davantage devenir un objet de peur. Elle doit rester ce qu'elle est fondamentalement : un outil extraordinaire, conçu par l'homme pour servir l'homme.

Il appartient désormais aux générations à venir de lui donner une direction. Ces générations futures ne nous demanderont probablement pas si nous avons été capables de construire des machines toujours plus intelligentes. Elles nous demanderont si nous avons su rester suffisamment sages pour les mettre au service de la liberté, de la justice, de la connaissance et de la dignité humaine.

La plus grande richesse de l'humanité n'est pas la puissance de ses technologies, c'est la capacité des femmes et des hommes à choisir, librement et consciemment, le monde qu'ils souhaitent construire.

Puissions-nous ne jamais l'oublier !