

HORIZONS

2025

AGNÈS FIRMIN LE BODO

ANNE LE HÉNANFF

AURÉLIE JEAN

BENJAMIN REVCOLEVSCHI

CHRISTELLE MORANÇAIS

CLARA CHAPPAZ

CYPRIEN CANIVENC

ÉDOUARD PHILIPPE

FATIMA EL OUASDI

FRANCA SALIS MADINIER

GUILLAUME BOUDY

ISABELLE RAUCH

JADE DELOZANNE

LOUISE FRION

MARC FADDOUL

PHILIPPE AGHION

RAPHAËLLE TAUB

RENAUD VEDEL

Hors-série

L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE

Édito



Édouard PHILIPPE

« Au cours des trois dernières décennies, les responsables politiques des démocraties occidentales se sont comportés, face aux conquistadors de la tech, exactement comme les Aztèques du XVI^e siècle. Confrontés à la foudre et au tonnerre d'Internet, des réseaux sociaux et de l'intelligence artificielle, ils se sont soumis, dans l'espoir qu'un peu de poussière de fée rejaillirait sur eux », écrit Giuliano da Empoli dans *L'heure des prédateurs*. Comme toujours, Giuliano n'a pas tort, à ceci près que je n'ai jamais cru aux fées ni sous-estimé les prédateurs.

Le 9 octobre 2021, dans mon discours fondateur d'Horizons, je l'affirmais clairement : nous ne pouvons bâtir une stratégie politique de long terme sans prendre en compte le vertige technologique causé par l'intelligence artificielle qui rebat les cartes intellectuelles et industrielles, démocratiques et géopolitiques de notre époque. Pour le meilleur, par exemple dans le domaine de la santé. Et pour le pire, notamment en termes de cyber-attaques ou d'ingérences dans les processus électoraux.

Quatre ans plus tard, le duo que forment Donald Trump et Elon Musk à la Maison-Blanche accélère la démolition de l'ordre mondial par un travail de sape des démocraties et des économies libérales. L'intelligence artificielle devient l'un des moteurs les plus redoutables de cet impérialisme techno-césariste. Pour l'Europe, reconquérir sa souveraineté économique et démocratique n'est donc plus une question stratégique mais existentielle. À force d'entraver les innovations de rupture par des réglementations excessives, au lieu de les encourager, l'Europe accuse un retard marqué par rapport aux États-Unis et à la Chine. Nous n'avons ni le système de capital-risque ni le réseau d'investisseurs institutionnels des États-Unis. Il est donc temps que nous définissions une stratégie technologique européenne pour assurer seuls notre sécurité et relancer une croissance européenne durable. Sans autonomie numérique, nous restons entre les mains de nos anciens alliés ou de nos ennemis.

En France, malgré les espoirs suscités par le sommet pour l'action sur l'intelligence artificielle, tout reste à faire. Bien sûr, nous avons des compétences, des équipements, une énergie décarbonée grâce à notre parc nucléaire, des territoires ultra-connectés mais nous ne construisons pas et nous ne finançons pas l'innovation. La France ne deviendra pas un leader de l'intelligence artificielle en cultivant des ressources que nous mettons ensuite à la disposition des autres ! Le réarmement qui s'impose, face à la montée des périls, est donc aussi un réarmement numérique qui consiste à maîtriser les différentes couches technologiques de nos systèmes critiques privés, publics, militaires. Nous devons ordonner de grandes commandes publiques, en les fléchant vers certains outils stratégiques et en distinguant ce qui doit être fait en France et ce qui doit être fait en Europe.

Ce hors-série de notre revue *Horizons* rassemble ainsi les contributions d'élus et d'experts qui proposent, chacun, un point de vue sur les bouleversements qu'entraîne l'intelligence artificielle dans des secteurs vitaux pour notre liberté, notre prospérité, notre bien-être. Tous les contributeurs ont joué le jeu de la vulgarisation : je les en remercie sincèrement, ainsi qu'Aurélie Jean qui a accepté de se prêter au jeu du Grand entretien. Nous avons par ailleurs intégré un glossaire, à la fin, pour aider celles et ceux qui seraient peu familiers du jargon de l'intelligence artificielle. Si c'est votre cas, raison de plus pour vous plonger dans la lecture de ce hors-série !

L'intelligence artificielle soulève des questions économiques et démocratiques qui concernent aujourd'hui chacun d'entre nous. Tous les problèmes et toutes les solutions ne se trouvent évidemment pas dans l'intelligence artificielle : garder autant de mesure que de lucidité face aux révolutions n'est jamais une tâche facile mais c'est une discipline qui nous semble nécessaire chez Horizons parce que nous sommes convaincus que les oligarques de la Silicon Valley n'ont pas encore le dernier mot. À condition que nous nous battions avec toute la puissance de nos intelligences humaines - et artificielles - pour sauver ce que nous avons de plus cher : nos démocraties libérales.

Édouard Philippe

Édito	page 02	Le grand entretien	Édouard PHILIPPE et Aurélie JEAN, page 02
			une opportunité. Christelle MORANÇAIS , page 20
Économie		Entretien avec	Philippe Aghion. page 27
			de réformer la France et l'Union européenne. Fatima EL OUASDI , page 31
			les innovations de rupture ? Louise FRION , page 35
		Souveraineté	
			souveraineté. Marc FADDOUL , page 39
		Maîtriser l'IA, condition	pour
VEDEL	page 43	Défense	IA de défense : le champ de bataille de la
			guerre moderne. Jade DELOZANNE , page 51
		Réforme de l'État	L'IA : un
Cyprien CANIVENC	page 53	IA et services publics de proximité : pourquoi	
			ses raisons que la raison politique doit connaître. Clara CHAPPAZ , page 60
			L'IA, ce nouvel outil aussi flou que précis qui nous lie tous. Agnès FIRMIN LEBLANC , page 64
			de soins : comment simplifier l'accès aux données ? Raphaëlle TAUB , page 68
Glossaire	page 74	Mentions légales	page 78

Sommaire

- page 06 — **Travail** **L'IA : une révolution des métiers à saisir comme engager une troisième voie européenne** sur l'IA. Franca SALIS MADINIER, page 23
- **La course à l'IA, révélatrice des lacunes françaises** : une opportunité
- **Innovation** **Convergence IA et quantique** : comment favoriser
- **Dépendance technologique** : la voie de l'Europe pour reconquérir sa
- **pour renforcer** l'autonomie stratégique française et européenne. Renaud
- transformé. Anne LE HÉNANFF, page 47 — **Comment l'IA** redéfinit la
- un levier de transformation de l'État et d'amélioration du service public.
- potentialités et conditions. Guillaume BOUDY, page 57 — **Éthique** **L'IA a**
- **Femmes et IA** : regarder de biais ? Isabelle RAUCH, page 62 —
- E BODO, page 65 — **Santé** **L'IA pour la transformation du système**
- **Entretien** **Entretien avec** Benjamin Revcolevschi. page 72 —



LE *grand*
ENTRETIEN

PARIS

14 MARS 2025



Horizons : Commençons par définir les termes. Pourriez-vous nous donner, chacun, votre définition de ce qu'est l'intelligence artificielle (IA) aujourd'hui ? Est-ce qu'il faut la penser comme une révolution inédite ?

Édouard Philippe : Nous sommes dans une situation d'inégalité manifeste. C'est un sujet que je comprends comme un utilisateur très lambda, alors qu'Aurélie, elle réfléchit et pratique ce sujet depuis beaucoup plus longtemps que moi. Donc, évidemment, ses réponses vont être plus intéressantes que les miennes. C'est pour ça que je commence, pour ne pas avoir à répondre ensuite !

Moi, quand on me dit « IA », je vois quelques éléments : la masse des données, la rapidité de leur utilisation, l'apprentissage de la machine et donc sa capacité à traiter de mieux en mieux une masse de données qui est inhumaine au sens où, de ce que je comprends aujourd'hui, on est capable de se fonder sur tout ce qui est écrit pour apprendre à une machine. Tout ce qui est écrit, c'est beaucoup de choses quand même ! Donc masse des données, vitesse d'interprétation et capacité à apprendre.

Quand on a lancé Horizons en 2021, j'avais parlé dans mon discours des vertiges géopolitique, démographique, environnemental et technologique en disant, pour l'IA, qu'on se trouvait face à quelque chose qui était de l'ordre du moteur, qui changeait le rapport à la connaissance, au savoir, à l'appréhension du monde. Donc, oui, c'est une révolution. Après, une révolution, on ne sait pas où ça s'arrête. Et je pense qu'il y a d'ailleurs une dimension essentielle dans l'IA qui consiste à ne pas savoir où ça s'arrête : on n'imagine pas l'intensi-

té de la progression et ses impacts sur les usages dans la vie quotidienne. J'ai le sentiment que nous nous trouvons face à un phénomène tectonique.

Aurélien Jean : Justement, je pense que ma définition va être complémentaire à la vôtre. Quand on parle d'IA, on parle d'une discipline et d'une méthode scientifiques pour modéliser un phénomène de la réalité, pour simuler automatiquement sur un ordinateur dans l'objectif de répondre à une question, de résoudre un problème, de réaliser une tâche, de comprendre des phénomènes. Réaliser une tâche, ça peut consister à générer du contenu, un texte ou une image. Résoudre un problème, ça peut consister à prédire les ventes d'un produit d'une entreprise sur un temps donné. Répondre à une question, ça peut être : « y'a-t-il un chien sur cette photo ? ».

Maintenant qu'on a dit ça, est-ce que c'est une révolution ? Il existe plein de types d'IA, plein de types de modèles. **Quand on parle de révolution, il faut penser à la révolution sur la science elle-même et à celle sur ses applications.** Sur la science elle-même, on a déjà connu une révolution : on a vu l'émergence de modèles apprenants qui ont permis de monter le niveau d'abstraction des problèmes qu'on souhaite résoudre parce qu'on n'a plus besoin d'explicitement la logique du problème qu'on souhaite résoudre. Je donne l'exemple tout bête de l'identification du chien sur une photo. On ne peut pas mathématiser ce problème et identifier la présence du chien sur une photo avec des outils mathématiques d'analyse d'images prenant en compte la fourrure – donc la texture de l'image –, les aspects de forme, etc. Cela ne marche pas parce qu'on va confondre chiens, chats, loups, renards, êtres humains... Le seul moyen d'identifier



le chien, c'est de passer par des modèles apprenants dont les paramètres vont être optimisés sur un jeu de données – ce dont vous parliez – qui vont constituer les scénarios sur lesquels l'algorithme devra répondre à une question. Dans le cas du chien, ce sera des millions de photos avec ou sans chien, pour lesquelles on a la réponse à chaque fois, donc on va pouvoir coordonner l'apprentissage. Il y a eu une révolution dernièrement grâce à ces modèles apprenants parce qu'on peut résoudre des problèmes qu'on n'aurait jamais pu résoudre. Il y a aussi une petite révolution technique puisque, aujourd'hui, on est capable de transférer, de stocker et on a une puissance de calcul jamais vue auparavant. Il existe donc une révolution dans la science.

Maintenant, sur les applications. On est capable de dire qu'il y a une révolution le jour où on l'a traversée, parce que c'est *a posteriori* qu'on peut affirmer : « en effet, c'était une révolution ». Tant qu'on est dedans, on a un peu de mal à le voir, mais on peut quand même se douter que ça va être une révolution dans pas mal de domaines parce que quand on utilise de l'IA dans un domaine, une industrie ou un métier, on transforme ce domaine, cette industrie et ce métier pour qu'il soit plus prédictif, plus personnalisé et plus précis. Partant de ce principe, c'est évident qu'il y a des domaines qui vont être bouleversés par l'IA. Et moi, je crois beaucoup à la santé. Je travaille moi-même dans la santé et, clairement, on se dirige vers une médecine plus prédictive, plus personnalisée et plus précise. Ce qui va avoir des conséquences incroyables. On peut imaginer ça aussi dans la finance, pour la rendre plus transparente, éviter les délits d'initiés ou optimiser les portefeuilles. Donc je pense qu'il faut vraiment différencier la science de ses applications.

Souvent, dans les discours, on a tendance à ne parler que d'applications ou que de sciences. Si on ne parle pas des deux en même temps, on risque de manquer des ponts qui permettent la translation des travaux sur cette science vers des applications industrielles, et donc de vraies innovations en matière d'application.

Horizons : Face à cette transformation, on trouve tout le spectre des attitudes, quel que soit le niveau d'expertise d'ailleurs, des réfractaires complets aux techno-solutionnistes. Êtes-vous de ceux qui nourrissent beaucoup d'espoir ou de ceux qui voient leur développement avec circonspection, voire crainte ?

AJ : Comme tout optimiste, je me définis comme

réaliste, parce qu'on est toujours le pessimiste ou l'optimiste de quelqu'un. Donc moi, je me considère comme réaliste, mais certains diront que je suis optimiste. Je considère qu'il y a des avantages et des opportunités gigantesques mais il existe aussi des menaces.

Je commencerai par revenir sur un point. Il y a eu, en mars 2023, la lettre publiée par le *Future of Life Institute*, signée par très peu de scientifiques en IA, à l'exception de deux ou trois perdus. Je ne l'ai pas signée et tous les scientifiques que je connais non plus. Cette lettre demandait un arrêt de six mois des travaux de recherche et de développement en IA. Pourquoi ne l'a-t-on pas signée ? Pour des raisons pragmatiques : pourquoi six mois et pas un an ? Comment vérifier que les gens arrêtent leur développement ? Déjà, c'est inapplicable. C'est une pensée idéologique et cela ne m'intéresse pas. D'un point de vue scientifique, c'est une lettre qui n'a aucun fondement mais qui est basée sur de la communication, de la politique et du *marketing*. Dans cette lettre, il était évoqué jusqu'à l'extermination de l'espèce humaine par l'IA, ce qui n'arrivera pas. Ces gens-là, qui ont une vision de long terme apocalyptique, font une manœuvre pour dire « regardez très loin ce qui peut arriver », ce qui empêche de regarder les problèmes d'aujourd'hui. Or nous avons de vrais problèmes aujourd'hui, de vraies menaces de l'IA, que ces mêmes signataires ne regardent pas. **Ces problèmes, c'est la discrimination : le fait de développer des outils qui traitent différemment les gens, avec des biais. C'est l'impact environnemental : cela ne veut pas dire qu'il ne faut pas faire d'IA mais on sait qu'il y a un impact du hardware et du software et il faut faire des analyses comparatives de l'impact énergétique des différents modèles. Il y a des impacts sur la démocratie : à travers les outils de communication, ce n'est pas l'IA qui est responsable, mais plutôt le réseau social dont le propriétaire a décidé de faire une IA de la sorte. Il existe aussi tout l'impact sur le travail avec le *digital labour* et la transformation des métiers.** Typiquement, les gens qui portent cette vision apocalyptique disent : « dans dix ans, il n'y aura plus d'emploi ». En réalité, personne ne sait ce qui va arriver pour deux raisons. La première, c'est qu'on ne connaît pas les technologies qui sortiront dans un an. La seconde, c'est que c'est nous qui allons décider ce que deviendra l'IA. Donc, partant de ce principe, il faut comprendre ce que font ces IA, ce qu'elles ne feront jamais et ce qu'elles feront demain pour arriver à distinguer ce qu'elles peuvent faire pour nous aider et les tâches consti-



tutives de métier avec lesquelles elles vont interférer, et non pas les métiers qu'elles remplaceraient dans leur globalité, parce que ce n'est pas vrai.

Je vais même vous partager ma petite théorie : je crois qu'aujourd'hui, contrairement à toute l'histoire de l'humanité, c'est la première fois qu'une innovation perturbe les cols blancs, les métiers intellectuels. Avant, on a toujours touché les métiers manuels, les cols bleus comme on dit en anglais. Comme ce sont les intellectuels qui alimentent le débat d'idées en France, et dans tous les pays, et que ce sont principalement des gens qui ne font pas d'IA, je pense qu'ils paniquent et disent n'importe quoi. Les menaces existent. Ce n'est pas l'extermination de l'humanité, ce n'est pas la fin de l'humanité dans 20, 30, 40, 50 ans. Ce sont de vrais problèmes, pour lesquels on a parfois des solutions et pour lesquels on en manque parfois. Il faut davantage y penser pour éviter les menaces et pour profiter des opportunités. Comme je le dis souvent, je n'ai pas peur de l'IA, j'ai peur des gens qui développent des IA et qui auraient de mauvaises intentions.

EP : Je ne sais pas si l'IA est une innovation radicalement nouvelle dans l'histoire de l'humanité. En revanche, je suis certain que cette question, on se l'est souvent posée. On se l'est posée quand on a découvert l'énergie nucléaire, par exemple, et chaque fois qu'on a développé de nouvelles tech-

nologies qui ont changé la société.

Il y a une forme d'esprit à laquelle je suis totalement étranger et totalement rétif, qui ne naît d'ailleurs pas seulement face à une révolution technologique mais aussi face aux révolutions intellectuelles, c'est l'état d'esprit réactionnaire qui consiste à dire : « quelque chose est en train de transformer le monde, je n'accepte pas cette transformation du monde et je veux revenir à l'état ex ante ». C'est Joseph de Maistre face à la Révolution française... De même, l'IA n'est pas bien comprise par une immense majorité de gens et elle est tellement rapide, tellement spectaculairement dérangeante et à certains égards bouleversante que certains réagissent sur le mode réactionnaire. Moi je ne suis pas réactionnaire. Je considère que, dès lors qu'une transformation est en train de naître, affirmer qu'on pourrait la bloquer ou l'arrêter complètement, alors qu'elle est une création de l'esprit humain d'une puissance inouïe, n'a aucun sens. Donc, il faut embrasser le changement plutôt que de lutter contre cette métamorphose de l'intelligence et de la production intellectuelle.

Ensuite, ce n'est pas la première fois que la machine va remplacer l'homme. Elle l'a déjà remplacé sur la force, sur l'adresse, sur plein de choses, mais, là, elle progresse dans les champs du savoir, de l'apprentissage, de l'intelligence. Je vois bien les risques d'usage qui peuvent arriver. **Moi, je suis juriste, homme politique et libéral : les questions de liberté publique et de liberté privée, dans un domaine où tout est donnée et où toute donnée peut être utilisée et contrôlée, pourraient être violemment impactées.** Donc, je me pose des questions, pas sur le thème « il ne faut pas que ça existe » ou « l'IA va se retourner contre nous » - je n'y crois pas trop - mais sur le thème : comment faire pour que cet instrument qui peut nous permettre de faire des choses qu'on n'avait jamais faites auparavant n'entraîne pas des privations de liberté ou n'échappe pas à notre contrôle ? Ce qui pose des questions intéressantes de régulation, d'auto-régulation. De régulation, à tout le moins, de législation. On voit déjà dans le débat politique la question de logiciels qui permettent, grâce à un traitement massif des données, la reconnaissance ou l'identification des comportements anormaux dans une foule. Ce qui impacte déjà d'une certaine façon la liberté d'aller et venir ou le respect de l'espace privé. J'avais lu quelque part que plus de 95 % des données disponibles avaient été produites dans les deux ou trois dernières années depuis le début de l'humanité. C'est incroyable ! Ça

veut dire qu'aujourd'hui, tout est donnée, ce qui percute quand même l'espace privé auquel je suis assez attaché.

Pour autant, je ne perçois pas l'IA comme une menace mais comme un progrès. Comme vous le dites, « ce qui est important, ce n'est pas tellement l'IA, c'est ce qu'on en fait ». C'est très juste : Albert Einstein a dû penser la même chose sur l'énergie nucléaire. On peut en tirer le meilleur ou le plus dangereux. **Ce qui importe, c'est ce qu'on en fait, comment on l'organise, comment on le régle : ce sont des questions assez classiques qui s'expriment sur un thème nouveau.** Intellectuellement, rien de nouveau sous le soleil, si j'ose dire !

AJ : Je reste persuadée que, parce que les gens qui alimentent le débat d'idées sont des penseurs et pas forcément des spécialistes de l'IA, en tout cas en France, certains disent un peu n'importe quoi parce qu'ils paniquent. Je pense vraiment qu'il y a une panique sous-jacente chez l'intellectuel qui a du mal à discerner le vrai du faux et le possible de l'impossible.

EP : C'est possible. Chez le juriste, il y a probablement un effet de vertige. Il faut en parler avec les avocats ! Le parcours professionnel d'un avocat, c'est sept ans pendant lesquels on ingurgite de la donnée. Parmi tous ceux qui ont ingurgité de la donnée pendant 50 heures par semaine, les chefs, qui l'ont fait avant, finissent par voir quels sont ceux qui sont les plus résistants, quels sont ceux qui sont les plus malins, quels sont ceux qui savent utiliser la donnée. Ça, c'est fini !

AJ : Sauf qu'il y a la question de l'apprentissage.

EP : Bien sûr qu'il y a la question de l'apprentissage.

AJ : Quand il y a eu le lancement de la troisième version de ChatGPT, la version publique, en 2022, tout le monde a paniqué et même des grandes institutions ont affirmé qu'il fallait interdire ChatGPT.

EP : Il y a des gens qui ont voulu interdire l'imprimerie !

AJ : Et certains disaient : « si les enfants, les adolescents peuvent utiliser ChatGPT pour faire leurs devoirs, il faut interdire ChatGPT dans les écoles ». Moi, j'ai inversé la logique en disant : « ChatGPT et les outils d'IA générative et de recherche intelligente sont des outils comme les autres et il va falloir s'y habituer. Par contre, ce qu'il faut faire, c'est peut-être revoir la manière d'évaluer les enfants ».

AJ : Oui, là aussi, intellectuellement, on a déjà vu ce sujet. La machine à calculer existe depuis longtemps et on continue à calculer. La question du calcul mental n'a pas disparu. Alors est-ce qu'on apprend à calculer mentalement et jusqu'où ? Quand est-ce qu'on se reporte complètement sur la machine ? On a des règles de calcul, plus difficiles à manier qu'une calculette et, aujourd'hui, la maîtrise du calcul mental devient très limitée. La mienne est réduite par le fait qu'en effet la calculette est partout.

AJ : Dans notre enfance, on a appris à calculer, on a ingurgité des tables de multiplication, des divisions euclidiennes, etc. Ce qui nous a permis de construire quelque chose dont personne ne parle et que la machine ne maîtrisera jamais : l'instinct, l'intuition et le sens pratique qui vous permettent, quand vous voyez un résultat de calcul, même si vous ne faites pas le calcul de tête, de sentir qu'« il y a quelque chose qui cloche » sans pouvoir l'expliquer. C'est parce que vous avez eu un apprentissage à un moment de votre vie qui a construit votre intelligence pratique. L'apprentissage ne permet pas seulement de transférer des connaissances en pratique, ça permet aussi de construire un esprit. Et je pense que c'est une bonne nouvelle !

EP : C'est sûr que dans le champ de l'éducation comme dans le champ de la réflexion, ça change beaucoup de choses. Sur mon téléphone, j'ai toute la connaissance du monde, ce qui n'est jamais arrivé dans l'histoire de l'humanité. Pour autant, avoir accès à toute la connaissance du monde n'a jamais rendu quelqu'un plus intelligent, plus capable de la maîtriser et de l'utiliser. Mais ça change la façon d'apprendre, ce qu'on doit apprendre et comment on doit interagir avec la connaissance. Je commence, moi, à me servir de ChatGPT ou du Chat et je dois dire que c'est assez vertigineux !

AJ : Oui, c'est vertigineux. Il y a autre chose, non pas dont j'ai peur, mais qui me concerne quand je vois tous les efforts qu'on a déjà réussi à faire pour réduire les disparités socio-économiques au sein de la société française. Je fais partie de cette génération qui vient des classes populaires et qui a pu faire de grandes études puis s'émanciper socialement et économiquement. Avec cette transformation un peu rapide de l'IA, pour laquelle les infrastructures et l'État ne vont pas pouvoir s'adapter partout à la même vitesse, je crains qu'on ait des fossés entre des classes sociales ou des gens qui ont des *backgrounds* d'éducation différents.

EP : On peut dire l'inverse ! Dans une révolution,

l'inverse peut aussi se produire.

AJ : C'est vrai, je n'y avais pas pensé.

EP : J'observe que dans les entreprises qui réussissent avec l'IA, il y a un paquet de gens qui ne sont pas *old money* ou *old power*. Quand une innovation chamboule les strates de la société, ça peut aller dans les deux sens. Avec l'IA, c'est même terriblement ouvert : on n'a plus besoin de passer par des voies très onéreuses et peu accessibles parce que, justement, elle est à disposition et donc on peut y aller.

AJ : D'où l'intérêt, à l'école, de travailler avec ces outils très tôt de façon à ce que tous les enfants les prennent en main de la même manière ? C'est une question.

EP : Je ne suis pas sûr de savoir répondre à cette question. Je pense que c'est un vrai sujet qui se pose en termes de pédagogie : « jusqu'où doit-on aller dans l'apprentissage de l'IA ? ». Moi, je me suis retrouvé une fois dans ma vie à devoir quasiment tout réapprendre : quand j'ai commencé à l'armée. Je n'avais ni le référentiel ni la compétence. Je venais de réussir le concours de l'École nationale d'administration (ENA), donc j'étais assez au taquet sur plein de sujets et deux semaines après, je me retrouve à l'armée et j'ai dû assimiler l'alphabet – alpha, bravo, charlie, delta – et des bases qui, pour moi, constituaient un réapprentissage complet : comment est-ce qu'on donne un ordre ? Comment est-ce qu'on charge un fusil ? Comment est-ce qu'on marche la nuit ? Réapprentissage complet. Et puis, ensuite, apprentissage complet de choses qui sont beaucoup plus techniques, comme tirer au canon. Ce qui est fascinant, c'est que vous avez des outils technologiques extraordinaires mais si vous n'apprenez pas et si vous ne réapprenez pas la base, sans la possibilité d'utiliser la technologie, alors vous n'utiliserez jamais bien la technologie. Il y a donc un moment où il faut apprendre sans la technologie. Jusqu'où, je ne sais pas, mais je suis sûr qu'il y a un moment où il ne faut pas de technologie dans l'apprentissage.

AJ : Je suis complètement d'accord. J'habite dans un pays où le sport est très valorisé, beaucoup plus qu'en France dans le système éducatif.

EP : C'est vrai, et ce n'est pas dur du reste.

AJ : J'ai toujours défendu que le sport était la meilleure formation à l'effort. Quand les gens me disent « il faut développer l'esprit critique à l'école », je leur réponds que c'est complexe d'apprendre l'esprit et que la meilleure formation à

l'esprit critique, c'est le sport. Pourquoi est-ce que les gens n'ont pas d'esprit critique aujourd'hui ? Pas parce qu'ils sont bêtes, je n'y crois pas du tout. C'est parce qu'on a besoin de faire un effort pour avoir un esprit critique. Même les gens autour de moi qui ont eu la chance de faire de grandes études, n'ont pas d'esprit critique, non pas parce qu'ils n'ont pas le cerveau, mais parce qu'ils ne font pas l'effort. Donc, il faut retourner vers l'effort et je suis persuadée que le sport est la meilleure formation à l'effort parce qu'on n'est jamais au bout, on n'a jamais le meilleur résultat et on peut toujours faire mieux. Le sport, en plus, apprend énormément de choses de l'ordre de l'intelligence émotionnelle, pratique et créative. Je vois l'effet du sport beaucoup plus présent là où j'habite. Je vois l'effet sur les enfants, sur leur esprit d'équipe, sur leur cohésion, sur leur rapport à l'effort. Ce n'est pas forcément un effort sportif ensuite, ça peut être un effort intellectuel et vous n'avez pas besoin de technologie pour ça.

De la même manière, quand j'étais petite – ça fait un peu réac' quand je dis ça – j'avais des cours de SVT où je passais un après-midi dans les bois. Oui, vous pouvez le faire sur Wikipédia, mais je pense qu'à un moment donné, le fait de s'engager avec son corps dans un apprentissage permet d'apprendre différemment et parfois mieux. Ce n'est pas une question d'être réac' ou pas mais de compléter les apprentissages pour apprendre différemment.

Horizons : Aurélie Jean, dans votre livre *Les algorithmes font-ils la loi ?*, vous parlez d'un « devoir de comprendre la science algorithmique » qui incombe aux dirigeants politiques. Lorsque vous observez le débat public et politique, est-ce que vous avez le sentiment que ce devoir est respecté ?

AJ : Il y a deux choses. On ne peut pas s'improviser scientifique ou ingénieur de l'IA parce qu'il faut, non pas seulement des années d'études, mais des années d'expérience en plus d'études. Il y a un moment, il faut faire des mathématiques ! Ce n'est pas possible de former tout le monde à un niveau où on peut tout comprendre. En revanche, on peut comprendre un minimum les bases, le simple fait de comprendre ce que fait l'IA en pratique, sans aller vers les mathématiques : ce que l'IA ne fera pas, les enjeux techniques, etc. Puis, peut-être le plus important : même si on n'a pas les compétences exactes de haut niveau pour aller développer de l'IA soi-même, il faut bien s'entourer pour prendre de bonnes décisions. Moi, je dis souvent qu'il faut qu'on ait, au sein des gouvernements, au

sein des ministères, au sein des collectivités, des gens qui sont conseillers en IA. Et, pardon, je ne veux froisser personne, mais on ne peut pas être conseiller en IA et avoir fait HEC. Il faut qu'on ait des Victor Storchan comme conseillers IA ! Il nous faut des gens qui n'ont pas forcément de connaissance du fonctionnement de l'État, mais qui ont un savoir, un éclairage, pour pouvoir donner les signaux faibles et forts à la lecture d'actualités qui sont assez vertigineuses quand on les lit au premier degré. Et, je n'ai rien contre les gens d'HEC, on est d'accord !

EP : Ça me fait penser à une phrase qui m'obsède un peu depuis que je l'ai entendue. C'est Valéry Giscard d'Estaing qui disait ça. Bon, il est né en 1926 et il était polytechnicien en l'occurrence. Il avait fait l'ENA après, mais il ne se définissait pas du tout comme énarque, il se définissait comme ingénieur. Il avait toujours cette remarque : « aujourd'hui, dans l'État, trop de juristes, pas assez d'ingénieurs ». Je pense qu'il n'a pas tort. Je ne crois pas que les juristes soient plus nécessaires que les ingénieurs ou que les ingénieurs soient plus nécessaires que les juristes, mais, ce qui est vrai, c'est que quand, dans la structure de l'État, il y a un déséquilibre manifeste entre les juristes et les ingénieurs, quelque chose ne va pas. Or, aujourd'hui, c'est vrai, dans la structure de l'État, il y a un déséquilibre manifeste avec beaucoup de financiers et de juristes et très peu d'ingénieurs. Ce n'est pas très sain pour aborder les questions technologiques et, d'ailleurs, pas simplement les questions liées à l'IA mais aussi les questions technologiques anciennes : l'énergie ! L'énergie n'est pas du tout suffisamment appréhendée par la machine de l'État parce que l'expertise en est sortie. C'est un énorme danger ! Évidemment, s'agissant d'IA, les responsables politiques qui sont assez peu ingénieurs, ne comprennent pas très bien. Ils peuvent aimer ou ne pas aimer, ils ne comprennent pas tous les ressorts intellectuels, toutes les dynamiques, c'est normal et je m'inclus parfaitement dedans. D'ailleurs, ce n'est pas grave parce que, en vérité, on ne leur demande pas d'être des spécialistes de tous les sujets, on leur demande d'avoir une curiosité intellectuelle et la question, c'est : est-ce que, quand on a la curiosité intellectuelle d'essayer de comprendre ce que représente l'IA, ce qu'elle implique pour la vie en société et ce qu'elle implique comme décisions qui sont susceptibles d'être prises, on trouve, dans la machine publique ou dans le débat public, suffisamment de gens pour vous expliquer et pour comprendre ? Mon sentiment, c'est que, dans la

machine publique, probablement trop peu, dans le débat public, probablement oui. Mais, on part de loin !

Horizons : Sur les aspects de transformation de l'État, vous rappelez souvent votre volonté de « faire mieux avec moins ». Est-ce que vous voyez un champ d'application de l'IA dans l'État ?



EP : Massif ! Plein de transformations, plus d'efficacité, plus d'efficacité... D'abord, pour réagir sur ce qu'Aurélié Jean disait tout à l'heure et que je crois très juste, l'élément le plus spectaculaire se produit probablement dans la santé. En tout cas, moi, de ce que j'ai vu, dans ce qu'on m'a montré en matière d'utilisation de l'IA dans des domaines qui peuvent relever de l'action publique, c'est dans la santé que j'ai été le plus bluffé. Et un peu dans la défense.

AJ : Oui, aussi.

EP : Là, j'ai été moins bluffé et plus inquiet ! En tout cas, dans la santé, on m'a montré un jour une IA qui faisait une consultation de médecin généraliste. La vérité, c'est que c'était probablement la meilleure consultation de médecin généraliste que j'ai vécue par la qualité des questions et, c'est idiot, par la confiance qu'on peut avoir dans un interlocuteur qui ne vous juge pas parce que, pour le coup, c'est sûr qu'il ne vous juge pas. C'était très impressionnant. Pourtant, si on le dit comme ça publiquement, il y a des gens qui vous répondent : « pardon, mais non, une machine, ça ne va pas être mon médecin ».



AJ : Mais, il va y avoir une coexistence.

EP : Oui, il va y avoir une coexistence, c'est clair. On y est d'ailleurs : Doctolib le fait. C'est lancé et ça va aller de plus en plus vite. C'est très impressionnant et je suis certain que, pour répondre à la question de la difficulté de l'accès aux soins, que ce soit géographique ou sociologique, y compris lorsqu'on n'a pas le temps d'aller voir le médecin, ça change complètement la donne.

Deuxième exemple. Une bonne partie de l'administration fonctionne sur le principe de la note, qui n'est pas du tout un principe absurde, contrairement à ce qu'on dit. C'est-à-dire que des gens qui réfléchissent et qui maîtrisent un sujet produisent un concentré de savoirs ou de réflexions pour quelqu'un qui se trouve hiérarchiquement au-dessus. C'est comme ça qu'arrive tout en haut de la chaîne un concentré de savoirs qui permet à un esprit délié d'avoir beaucoup d'intelligence concentrée comme on aurait de l'énergie concentrée. L'administration marche comme ça. Mais c'est fini ! Enfin, ce n'est pas fini mais la note sur laquelle le jeune diplomate suait cinq heures pour expliquer en détail un sujet peut désormais être produite en 25 secondes. Ce n'est pas qu'elle peut, c'est qu'elle l'est. J'ai des copains diplomates qui me disent : « la longue note que je dois adresser au ministre, avec ChatGPT ou le Chat, je la fais en cinq minutes ».

AJ : C'est génial !

EP : Bien sûr, ça veut dire que ça libère du temps de cerveau, du temps d'action et peut-être des effectifs. De ce point de vue-là, on peut changer totalement l'action administrative.

Sur la défense, c'est assez sidérant et terrifiant parce qu'en termes d'efficacité de la machine pour tenir le terrain et tuer, c'est vertigineux.

AJ : La défense peut par ailleurs prendre en charge une partie du développement sur la santé. La défense, c'est très vaste et je reviendrai sur la santé après. **J'ai travaillé pendant cinq ans pour l'armée américaine et je développais des modèles d'IA de compréhension des traumatismes crâniens.** Donc, je n'étais pas là pour tuer des gens. J'étais là pour identifier le risque de traumatisme crânien de soldats exposés à des ondes de pression dues à des engins explosifs improvisés, et on l'a d'ailleurs appliqué dans le civil, au marathon de Boston, avec l'explosion en 2013. Je le précise parce qu'aux États-Unis, et c'est pareil en France, la défense peut prendre en charge le poids de la recherche, en dehors de l'attaque, des armes. Il y a des transformations beaucoup plus larges, beaucoup plus "nobles", et tout est nécessaire aujourd'hui. Il ne faut surtout pas stigmatiser.

Par ailleurs, pour la santé, il y a deux choses. Premièrement, la santé, c'est très large. On pense tout de suite au diagnostic et aux médicaments : la personnalisation, la médecine préventive... Mais, en fait, il y a un large panel qui inclut aussi toute la logistique de fonctionnement des hôpitaux. Il existe des cas d'école dans le monde, en particulier l'hôpital de Montréal qui a été dirigé très longtemps par un Français, Fabrice Brunet, qui a complètement « IA-isé » l'hôpital. Et, l'hôpital n'a jamais été aussi humain qu'aujourd'hui. Il a complètement revu la logistique : le triage aux urgences, l'anticipation des charges, la répartition entre les hôpitaux... C'est révolutionnaire ! Donc, il y a des choses auxquelles on ne pense pas forcée-

ment sur l'IA et la santé.

Par ailleurs, la France a la position peut-être la plus privilégiée du monde dans l'IA en santé, qui n'est pas assez évoquée. En raison de notre système centralisé, via notre système de remboursement, d'Assurance maladie...

EP : Oui, nous avons un système très homogène, très documenté.

AJ : Nous avons un système très homogène, très documenté. Toutes les données ont les mêmes formes et tout est centralisé. Il n'y a pas un pays au monde comme ça. Plus encore aujourd'hui depuis l'élection, malheureusement, de Donald Trump puisqu'il a fermé l'accès à certaines données publiques de santé qui étaient disponibles.

EP : Ah bon ? Pourquoi ?

AJ : Il ne sait pas trop l'expliquer, je crois. Il a fermé plein de bases de données, comme ça. Je pense que c'est une erreur parce que les bases de données ouvertes, anonymes bien sûr, accessibles à des entrepreneurs et des chercheurs, permettent de développer des modèles ou autres. Les États-Unis ont un énorme problème : c'est un pays fédéral, comme vous le savez, chaque État a son propre système, ce qui rend très compliquée l'exploitation des données à l'échelle fédérale. Nous, en France, nous avons une chance inouïe, c'est d'avoir une Assurance maladie qui peut protéger tout le monde. Il faut vraiment le mettre en avant parce que c'est notre valeur ajoutée.

EP : Je sais. C'est d'ailleurs pour ça que, pendant le Covid, nous comptons mieux les morts que les autres. Parce que nous avons un système de remontée d'informations implacable. C'est très impressionnant, même si cette lourdeur crée aussi des problèmes avec ses lenteurs et ses conservatismes.

Horizons : Que ce soit dans les applications de transformation de l'État ou la défense, on voit qu'il y a une composante stratégique qui est de plus en plus claire, de plus en plus importante. Cette accélération de la technologie s'inscrit dans un moment géopolitique assez inédit avec un retour des volontés de puissance et des pressions commerciales, avec un risque de décrochage de l'Europe. Face à ces défis, quels sont les principaux leviers d'action, par exemple, en termes de politique d'innovation ou de politique industrielle pour garantir et assurer la compétitivité en IA ?

AJ : Il existe plusieurs aspects. Un aspect financier : mettre plus d'argent dans ces domaines,

pas seulement en termes de masse mais aussi en termes de fléchage. **Il faut qu'on arrive à mieux flécher les fonds, que ce soit à l'échelle de la France ou de l'Europe.** Clairement, il faut penser Europe, mais, même à l'échelle française, il faut flécher davantage au lieu de "saupoudrer". Ça fait mal parce que, même moi qui ai pu bénéficier de fonds publics, peut-être que je n'en aurais pas bénéficié. Mais, ce n'est pas grave, c'est la vie. Il faut flécher davantage vers certains types de produits et je le dis d'autant plus qu'aux États-Unis, tout le monde parle de Google, de SpaceX ou autres, mais ce sont des boîtes qui ne seraient pas arrivées là où elles sont si l'État n'avait pas fléché de l'argent, en particulier la *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), vers ces entreprises. Et, tant mieux ! Il faut absolument qu'on accentue le fléchage en France et qu'on ait un système à la DARPA, français. **C'est comme ça qu'on va y arriver : avec des commandes publiques et pas seulement du saupoudrage.**

Deuxièmement, il faut penser à l'échelle européenne. Nous avons un texte qui s'appelle le règlement général de protection des données (RGPD) : c'est un texte libéral qu'on ne présente jamais comme ça. On le présente comme un texte de protection des droits des propriétaires de données à caractère personnel, donc des droits fondamentaux des citoyens. En réalité, le RGPD n'a pas été pensé initialement pour ça. Il a été pensé dans un esprit très libéral pour exploiter les données à caractère personnel européennes beaucoup plus facilement qu'on le pouvait avant. Alors, oui, il a été inspiré de la loi Informatique et libertés de 1978 qui protégeait les droits fondamentaux des citoyens français, mais il a été pensé dans un contexte beaucoup plus libéral. Pourquoi est-ce que je dis ça ? Parce que le RGPD permet aujourd'hui – et c'est quand même gigantesque, même les États-Unis n'ont pas ça à l'échelle fédérale – la libre circulation des données à caractère personnel dans tous les pays de l'Union. Mais, ça n'existe pas aujourd'hui. Je pense que ce qui incarne le plus cet échec de l'application du RGPD, c'est le Covid. Chaque pays a développé sa propre application. Je sais qu'il existe des soucis d'interopérabilité, des soucis d'homogénéité et de format de données, mais on n'a pas fait l'effort. Quand les gens me disent « le RGPD m'empêche », je réponds « c'est faux, le RGPD t'autorise, sauf que tu ne fais pas l'effort ». **Je pense qu'il faut arriver à créer de vraies politiques européennes de mise en place de grandes bases de données européennes et de mise à disposition de ces données pour tous les**

Européens, avec des fonds beaucoup plus fléchés.

EP : Ça me va bien comme réponse. « Comme elle », comme je disais quand j'étais petit ! **Il me semble aussi qu'on a un petit sujet industriel sur les instruments de puissance de calcul.** Moi, ça m'avait frappé de voir que les autorités européennes, la Commission européenne, lorsqu'elles finançaient l'acquisition de très gros ordinateurs, ne choisissaient pas nécessairement du matériel européen. Aux États-Unis, on ne se poserait pas cette question.

AJ : Complètement d'accord.

EP : Donc je pense qu'il faut qu'on se reprenne en main. Cela dit, la dimension d'autonomie stratégique en Europe avance et je pense qu'il faut qu'on avance vite. Et puis, il y a un substrat de long terme indispensable : c'est la disposition d'esprit et la production des talents. Pour l'instant, nous avons une production exceptionnelle sur un petit nombre d'individus mais nous gardons un déficit d'éducation, un défaut d'appétence à la science et aux mathématiques. En France, tout le monde le dit, c'est dans tous les rapports et je crois que c'est vrai. Alors on ferait bien de se ressaisir : on forme 40 000 ingénieurs par an alors qu'on devrait en former deux ou trois fois plus. Voilà un autre point qui mérite attention mais je suis d'accord sur la masse de données et la constitution d'un grand marché de la donnée.

AJ : Oui et, par ailleurs, l'Europe a une diversité culturelle qui est très intéressante pour les modèles d'IA générative textuelle et qu'on n'exploite pas du tout. Aux États-Unis, on ne parle qu'une langue. L'espagnol est la deuxième langue du pays mais, en réalité, il n'y a pas de diversité culturelle comme en Europe. Nous devrions rebondir là-dessus pour avoir des modèles beaucoup plus intéressants car plus représentatifs ou qui serviraient des populations plus larges. Il faut y réfléchir.

Sur les talents, je reste persuadée que nous formons les meilleurs talents puisque, pour faire de l'IA, il faut faire des mathématiques et nous avons les meilleures formations post-universitaires. Maintenant, il faut former plus. Moi, je ne connais que les États-Unis et ils ont le même problème : ils ne forment pas assez et je pense qu'ils auront du mal à augmenter la formation parce que, au niveau de l'éducation, ils ne sont en moyenne pas aussi bons qu'en France. À mon avis, le niveau de l'intellectuel est beaucoup plus haut mais le niveau moyen est plus bas. Partant de ce principe,

ça risque d'être beaucoup plus compliqué de former plus de gens en ne travaillant que sur la formation. Il faut donc aussi penser à l'immigration. Il faut avoir une vraie politique d'immigration : qui est-ce qu'on veut attirer ? Comment les attire-t-on ? Comment facilite-t-on leur rétention après leurs études ? Je donne un exemple : je n'ai pas fait d'études aux États-Unis mais quand on fait ses études aux États-Unis, à la fin, on a le droit de rester deux ans à travailler sans visa et on a deux ans pour trouver un employeur qui accepterait de nous faire un visa de travail (ou une *green card*, peu importe). Voilà quelque chose qui a été créé il y a quelque temps déjà mais qui a complètement facilité la rétention des talents. Je pense qu'il faut donc avoir une vraie politique d'immigration répondant à la question : « de quoi a-t-on besoin ? ». Une immigration choisie, ce n'est pas une mauvaise immigration : ça consiste à réfléchir intelligemment pour valoriser les gens, puisqu'on a des gens qui viennent. Si je parle pour moi, j'ai mon meilleur ami russe qui est venu en thèse en France. Il est mathématicien, il fait aujourd'hui de l'IA et il est resté en France. Il est maintenant français et je considère qu'il n'a pas été assez bien accueilli. Ça a été dur pour lui alors qu'on aurait dû lui dérouler le tapis rouge pour que ce soit plus simple.

Vous parliez des infrastructures et des calculateurs à l'échelle européenne. Je suis complètement d'accord. Je rajouterai que nous avons un vrai enjeu énergétique en IA. **Je dis souvent que ceux qui vont vraiment gagner – parce qu'il y a toujours des perdants et des gagnants – cette révolution si elle existe, ce sont ceux qui ont la main sur l'énergie. En France, on a une belle tradition d'énergie nucléaire et les centrales nucléaires sont peut-être les plus adaptées aujourd'hui pour délivrer l'énergie nécessaire à la puissance de calcul nécessaire pour les modèles.** Ce qui ne veut pas dire qu'il faut tout polluer sans penser aux conséquences ou à la durabilité, mais, aujourd'hui, ce ne sont pas les mines à charbon qui vont faire tourner les modèles.

Aux États-Unis, les centrales nucléaires encore en fonction ont été en majeure partie installées et maintenues par la France, parce que nous sommes restés les meilleurs pendant très longtemps. Je sais que, maintenant, nous avons de la concurrence, particulièrement en Asie, mais on a quand même été très bons en énergie nucléaire. Les décisions, ces deux dernières décennies, ont peut-être fait beaucoup de mal à l'avenir du nucléaire en France, mais je pense que c'est quelque chose auquel il faut que nous réfléchissions : **comment**

peut-on avoir un différenciateur économique compétitif sur le sujet de l'énergie, qui pourrait directement nous positionner vis-à-vis de l'économie de l'IA ?

EP : Même avec une énergie totalement ou très largement décarbonée, nous avons un sujet de prix. Nous sommes durablement, même avec le nucléaire, plus chers que le fossile américain.

AJ : Oui, mais ça ne peut pas durer comme ça ! Ce n'est pas possible.

EP : C'est ce que je pense mais nous gardons ce delta. J'attends de voir ce que les Américains vont sortir comme petits modules nucléaires parce qu'il y a beaucoup de gens aux États-Unis qui savent que l'utilisation massive du fossile crée un avantage de court terme, mais pas de long terme.

AJ : Ni de moyen terme ! Ce qui est paradoxal, c'est que les États-Unis ont interrompu leur recherche publique sur le nucléaire il y a plus de dix ans déjà. Je le sais très bien parce qu'il y a 10 ou 15 ans, je faisais de la recherche à Boston, j'étais chercheuse au Massachusetts Institute of Technology, et l'État américain venait d'arrêter tous ses travaux, toutes ses recherches sur le nucléaire. Les laboratoires qui faisaient de la recherche sur le nucléaire avaient accès aux plus gros calculateurs américains. Ces calculateurs n'allaient plus servir à rien puisqu'il n'y avait plus de recherche sur le nucléaire. Donc, l'État américain a mis ces calculateurs à disposition de tous les chercheurs

américains qui, en retour, ont fait des propositions de recherche, ont demandé du temps de calcul, et l'État a sélectionné les projets de recherche. On avait candidaté, on a fait une proposition, on ne l'a pas eu et ce n'est pas grave, mais ce qui était intéressant, c'est que tout le monde a candidaté et que le processus a permis aux laboratoires de recherche américains de pousser jusqu'au bout la taille de leurs calculs et d'avancer de manière significative dans l'abstraction et dans la taille de leurs modèles. Ce qui pourrait être une des raisons de leur avance, en tout cas dans le domaine de la science : ils ont eu accès à des calculateurs qu'on n'avait pas ailleurs dans le monde. Mais, c'est une supposition.

Horizons : Les questions de recherche sur le nucléaire et d'attractivité des talents font écho à votre concept de Nation d'ingénieurs, dont vous parlez souvent Édouard Philippe.

EP : Oui. Quand je parle de Nation d'ingénieurs, je fais référence à une période de l'histoire de France qu'on oublie, le XVII^e siècle, le grand siècle français. Le siècle français, c'est le XVII^e. C'est le moment où la France est, par rapport aux autres nations du monde, la plus puissante. C'est Corneille, Racine, Molière, Versailles. C'est un État surpeuplé en Europe qui pose les fondements de l'État-nation total, absolu si j'ose dire, avec son pré carré. C'est vraiment le moment de la domination. À ce moment-là, l'idée, c'est qu'au-delà de la culture ou du pouvoir politique, nous sommes en train de



devenir une Nation d'ingénieurs, avec la figure de l'ingénieur qui utilise la rationalité de la science comme un moteur et une boussole de l'action publique. Ce qui est fascinant, c'est que nous n'étudions plus beaucoup cette période de l'histoire de France. Demandez à quelqu'un s'il connaît Racine ou Corneille : il voit assez bien. Mais, Vauban ? Ça devient vite assez misérable. **Cette tradition de l'ingénieur qui ne fait pas de la science pour faire de la science mais qui produit quelque chose avec la science, qui réfléchit avec la science, qui applique la science, est assez merveilleuse.** Nous vivons dans un pays où l'attrait pour l'enseignement scientifique est plutôt en diminution et où la place de l'ingénieur, qui est pourtant essentielle, diminue dans l'action publique. Je pense qu'on devrait se fixer comme objectif de multiplier par deux, voire trois, le nombre d'ingénieurs qu'on forme. Ce qui veut dire qu'il faut faire en sorte que les bons élèves se dirigent vers ces études. Or, les bons élèves, ce sont les filles. **Il faut donc réussir à décoincer cette espèce de malédiction, mortifère pour le pays, de filles qui sont bonnes à l'école mais qui choisissent significativement moins que les garçons de faire des études scientifiques pour des raisons qui n'ont rien à voir avec leurs appétences ou leurs compétences.** Il existe donc un défi qui est majeur et, dans ma bouche, pardon, mais ce n'est pas un défi pour l'égalité. Aujourd'hui, chacun choisit ce qu'il veut, mais c'est un choix qui est, pour la Nation, totalement sous-optimal. On a besoin qu'il y ait des filles qui aillent faire des sciences parce qu'elles sont bonnes ! C'est ça le sujet. Mon argument n'est pas moral, c'est un argument statistique. On a besoin de plus de bons élèves qui fassent des sciences et il se trouve que les bons élèves sont des femmes. Il faut qu'elles fassent plus de science. Accessoi-

rement, la cause morale ne m'échappe pas et me va bien aussi.

AJ : C'est intéressant parce qu'il est de plus en plus dur d'attirer les filles vers les sciences. Il y a des préjugés de plus en plus durs qui s'installent sur les matières scientifiques et c'est en partie à cause de l'IA, ou à cause de l'image qu'on donne de l'IA. Quand on parle de l'IA, on pense, pardon, à des hommes assez masculinistes, assez virils. Moi, dans tous mes livres, je cite autant de femmes scientifiques et ingénieures que d'hommes scientifiques et ingénieurs et des hommes extraordinaires, pas virils ni masculinistes.

Personnellement, je suis très pragmatique et, là, je sors de la dimension morale. Si on veut attirer plus de gens dans les sciences, il faut les attirer de plusieurs façons différentes. Il faut les attirer en revalorisant le parcours scientifique et technique et ça coûte de l'argent ! Je ne sais pas quelle forme ça prendrait, ne connaissant pas les mécanismes de l'État, budgétaires ou autres, mais je suis persuadée qu'il faut des bourses d'honneur automatiques, dès la première année, pour les bons élèves en science, peu importe la science : chimie, biologie, mathématiques, physique, informatique. Je fais le pari que les filles iront. Je parle en tant que fille : j'ai quand même été, à des moments, dans des promotions de 80 et nous étions trois filles. Ce n'est pas simple, vraiment pas simple. Nous avons besoin d'être valorisées, tout le monde en a besoin. Si on crée des bourses d'honneur systématiques dans ces filières-là, elles attireront davantage. Et ce ne sera pas pour avoir de l'argent mais parce que la revalorisation de la filière apportera quelque chose de différent. Je reste persuadée que ça doit s'expérimenter.



Horizons : Au-delà des parcours scientifiques, est-ce que, globalement, quand vous vous interrogez sur le rôle et la place de la science dans le débat public, et plus généralement dans la société, vous pensez qu'on doit progresser ? Et, comment pourrait-on progresser ?

AJ : C'est paradoxal parce qu'on n'a jamais eu autant accès à la connaissance scientifique et on observe des croyances qui résistent ou qui reviennent en puissance. Si on prend la théorie platiste, vous avez presque 25 % des 15-18 ans qui y croient. Or, je sais que dans le référentiel de l'Éducation nationale, pendant toute l'école primaire, on trouve un globe terrestre dans la classe. Il y a quand même un symbole ! Ce qui veut dire qu'il y a un problème. Je pense que la transmission, la pédagogie scientifique, la culture générale scientifique doivent être remises au cœur de l'éducation et même de l'éducation *via* d'autres canaux : les chaînes publiques, les médias publics... Vous faisiez une remarque sur le fait que les jeunes ne savent pas qui est Vauban.

EP : Pas seulement les jeunes !

AJ : Bien sûr ! Mais, qu'est-ce qu'un jeune aujourd'hui ?

Quand j'avais 22 ans, je n'avais pas lu *L'étranger* d'Albert Camus et on s'est moqué de moi. En revanche, je connaissais tous les grands scientifiques du XVIII^e et du XIX^e siècles. La culture scientifique a donc toujours été sous-évaluée par rapport à la culture littéraire. J'ai lu *L'étranger* de Camus depuis. Mais c'est intéressant de voir que la culture scientifique n'est absolument pas valorisée. Pour qu'elle soit valorisée, il faut qu'elle le soit dans toutes les formations, en dehors des formations scientifiques et techniques. Vous parliez de l'ENA : à l'ENA, aujourd'hui, ces disciplines arrivent enfin. Mais, il faut que toutes les formations suivent : les juristes ou les médecins doivent être formés un minimum à l'IA. Et puis, il y a un service public qui doit être orienté vers les sciences. Je pense que c'est vraiment important. Si on prend France TV, leurs records d'audience pour des documentaires en *prime time* étaient toujours pour des documentaires scientifiques. Il y a donc une demande !

EP : Je pense que l'histoire politique, depuis la Renaissance, révèle un balancier, une lutte entre les Lumières et l'obscurantisme. C'est peut-être un peu simpliste de le formuler ainsi mais c'est quand même un peu vrai et, en ce moment, l'obscurantisme revient à fond les manettes, à fond de balle ! L'obscurantisme religieux, l'obscurantisme non re-

ligieux, le doute sur la science... Ou, plus exactement, la négation de la science. Le doute fait partie de la science, mais, là, c'est la négation de la science. On le voit dans des domaines très variés. Le platisme, c'est tellement fou que ça devient fascinant. On le voit sur les vaccins. Nous vivons donc une période où l'obscurantisme progresse : l'obscurantisme religieux en est une marque. Toute la religion n'est pas obscurantiste. Je ne suis pas du tout anti-religieux mais je vois que nous vivons dans un monde où se reproduit un combat qui a déjà existé, qui fait partie de l'humanité, contre la magie, l'obscurantisme... C'est un fait ! Et, il faut le mener, ce combat, parce qu'il n'est pas gagné par principe.

Nous remercions tout particulièrement Victor Storchan pour son aide dans la conduite de cet entretien.



AURÉLIE JEAN

Aurélie Jean est docteure en sciences et experte des algorithmes. Elle est la (co-) fondatrice des sociétés In Silico Veritas et INFRA, respectivement spécialisées dans la modélisation algorithmique et la détection précoce du cancer du sein utilisant de l'intelligence artificielle. Elle a aussi publié plusieurs livres dont *De l'autre côté de la machine : Voyage d'une scientifique au pays des algorithmes* (2019), le « Que sais-je ? » sur *Les algorithmes* (2024) et *Le code a changé : Amour et sexualité au temps des algorithmes* (2024).

L'IA : une révolution des métiers à saisir comme une opportunité

CHRISTELLE MORANÇAIS

PRÉSIDENTE DE LA RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE
VICE-PRÉSIDENTE D'HORIZONS
SECÉTAIRE NATIONALE D'HORIZONS EN CHARGE DE L'ÉCONOMIE ET DE L'INDUSTRIE

Il y a quelques mois, la France a accueilli à Paris un Sommet pour l'action sur l'Intelligence artificielle (IA). Cette rencontre a mis en lumière un enjeu majeur : comment l'IA, une technologie en constante évolution, peut être un véritable levier de transformation des métiers, sans jamais remplacer l'humain. L'IA n'est pas une finalité, mais un outil qui, bien utilisé, peut enrichir nos métiers, redonner du sens au travail et créer de nouvelles opportunités.

Pour réussir cette transition, il est impératif de former aux compétences nécessaires pour travailler avec l'IA, l'exploiter intelligemment et en tirer le meilleur. Nous devons comprendre que l'IA ne supprime pas l'humain, elle l'accompagne. Elle transforme les métiers en automatisant certaines tâches répétitives, permettant ainsi aux individus de se concentrer sur ce qui fait la valeur de l'humain : la créativité, le jugement et la relation.

L'IA, un levier de transformation des métiers

L'automatisation des tâches répétitives et chronophages est sans doute l'un des plus grands atouts de l'IA. Dans des secteurs comme la santé, la comptabilité ou le droit, l'IA permet de libérer du temps en gérant des fonctions administratives, techniques ou analytiques. Cela permet aux professionnels de se concentrer sur l'essentiel : la prise de décision, le conseil personnalisé et l'interaction humaine.

En réalité, l'IA ne supprime pas les métiers, elle les réinvente.

Les rôles évoluent : l'humain devient un orchestrateur de l'IA, un chef d'orchestre qui guide les algorithmes mais conserve la direction. Les compétences relationnelles et analytiques deviennent primordiales. Les médecins, par exemple, pourront se concentrer davantage sur la relation avec le patient, tandis que les avocats auront plus de temps pour concevoir des stratégies adaptées, grâce à l'automatisation de certaines tâches.

Cet enjeu est également un facteur clé de compétitivité pour les entreprises et les nations. Dans un monde globalisé, où la concurrence est de plus en plus féroce, ceux qui maîtriseront l'IA en tirant parti de son potentiel pour transformer les métiers auront un avantage stratégique décisif. Adopter l'IA, c'est non seulement optimiser les processus internes mais aussi offrir une réponse plus rapide et plus précise aux besoins du marché. Cela permet aux organisations d'être plus agiles, plus réactives et de se positionner comme des *leaders* dans leurs secteurs respectifs.

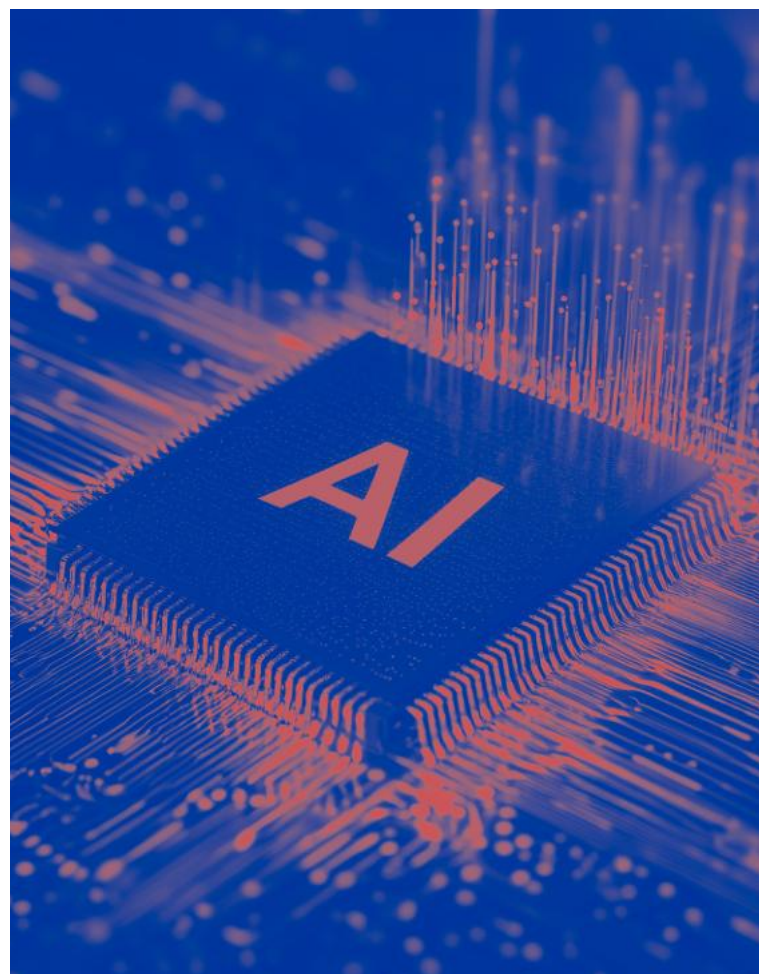
L'IA et l'intelligence humaine, une complémentarité essentielle

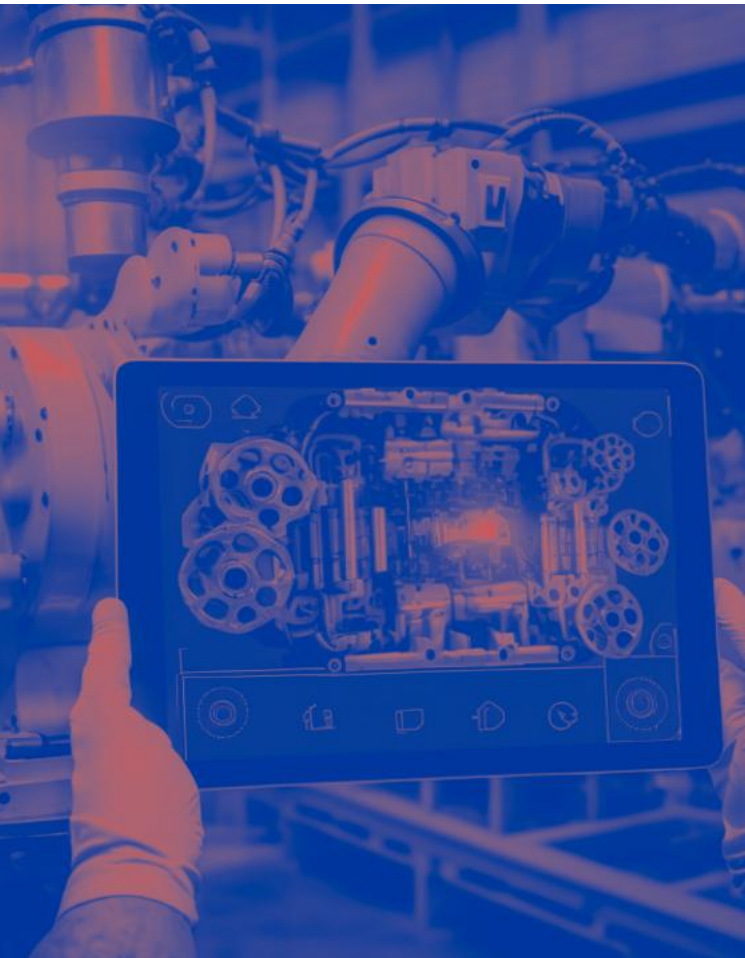
L'IA, par sa rapidité et sa capacité de traitement de grandes quantités de données, offre un soutien considérable. Toutefois, elle ne remplace pas la vision, le sens critique et l'éthique de l'humain. Un diagnostic médical ou une décision juridique ne peuvent pas se limiter à une analyse des données : il faut interpréter, comprendre le contexte et prendre en compte les émotions, les besoins et les valeurs. L'IA aide dans cette analyse, mais c'est l'humain qui reste maître des choix.

Cette collaboration entre l'humain et l'IA est une forme de « prise de décision augmentée ».

L'IA permet d'offrir des bases solides pour les décisions, mais c'est l'expertise humaine qui oriente ces choix, les ajuste aux spécificités de chaque situation. En fin de compte, l'IA libère du temps pour la créativité, l'innovation et l'accompagnement. Elle permet aux individus de se concentrer sur des tâches à plus forte valeur ajoutée, où l'humain excelle : la réflexion stratégique, l'accompagnement personnalisé, l'invention de nouvelles solutions.

À une époque où l'innovation rapide est un facteur crucial de compétitivité, l'intégration de l'IA permet de maintenir une longueur d'avance sur la concurrence.





En libérant l'humain des tâches répétitives, l'IA permet de se concentrer sur l'innovation, d'améliorer la qualité des produits et des services, et d'assurer une réactivité accrue aux évolutions du marché.

Former pour mieux collaborer avec l'IA

Le véritable enjeu aujourd'hui réside dans notre capacité à former les talents de demain pour travailler efficacement avec l'IA. Développer des compétences techniques est essentiel, mais cela ne suffit pas. Il est tout aussi crucial de renforcer les compétences transversales : la capacité à penser de manière critique, à collaborer avec des systèmes d'IA et à comprendre leurs implications éthiques et sociales. Cette évolution passera par une formation continue, qui accompagnera les transitions professionnelles et permettra à chacun d'intégrer l'IA dans son travail quotidien sans déshumaniser la tâche.

Les entreprises et les institutions publiques ont un rôle clé à jouer dans cette transition.

Elles doivent investir non seulement dans des outils d'IA, mais aussi dans la formation de leurs employés pour qu'ils deviennent des acteurs compétents et conscients de cette nouvelle réalité. C'est à travers cette intégration réfléchie et progressive de l'IA que nous réussirons à bâtir un avenir professionnel plus enrichissant et humain, mais aussi plus compétitif. Les organisations qui ne parviennent pas à s'adapter risquent de se retrouver distancées, tandis que celles qui réussiront à allier expertise humaine et IA auront un avantage décisif sur le marché mondial.

L'IA n'est pas une menace mais un outil. Bien utilisée, elle peut enrichir nos métiers, rendre notre travail plus pertinent et nous offrir de nouvelles opportunités. Mais pour que cette alliance entre l'humain et l'IA soit réellement bénéfique, il est crucial de former, d'accompagner et de préparer les talents de demain à travailler avec ces nouvelles technologies. L'IA doit être vue comme une chance, une invitation à redéfinir le sens du travail et à repenser la manière dont nous collaborons avec les machines. Ensemble, l'humain et l'IA peuvent non seulement transformer le monde du travail, mais aussi le rendre plus humain, plus créatif, plus responsable et plus compétitif.



CHRISTELLE MORANÇAIS

Élue régionale depuis 2015, Christelle Morançais est présidente de la région des Pays de la Loire depuis 2017 et présidente du Conseil de surveillance du Grand Port de Nantes – Saint-Nazaire depuis 2019. Elle s'est engagée en politique après une carrière dans le secteur immobilier. Depuis l'automne 2024, Christelle Morançais est Présidente de la Commission nationale d'investissement, Secrétaire nationale en charge de l'Économie et de l'Industrie et Vice-présidente d'Horizons.

Il est temps d'engager une troisième voie européenne sur l'IA

FRANCA SALIS MADINIER

VICE-PRÉSIDENTE DU GROUPE « TRAVAILLEURS » DU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN
SECRÉTAIRE NATIONALE DE LA CFDT CADRES EN CHARGE DE L'EUROPE, DU NUMÉRIQUE,
DE L'IA ET DE LA PROTECTION DES LANCEURS D'ALERTE

Le discours dominant en provenance des États-Unis plaide pour une absence de régulation de l'intelligence artificielle (IA), permettant ainsi à des plateformes comme X de manipuler l'opinion publique, comme cela a été observé lors des élections législatives en Allemagne et lors de la tentative de déstabilisation politique au Royaume-Uni. À cela s'ajoutent les déclarations provocatrices d'Elon Musk, patron de X, qui invoque la « liberté d'expression » pour contester les règles européennes, ainsi que la posture offensive du vice-président des États-Unis lors du Sommet de l'Action pour l'IA du 10 février à Paris.

Face à ces enjeux, qui touchent nos États et nos démocraties, la France et l'Europe doivent réaffirmer leurs valeurs, défendre et appliquer leurs réglementations aux entreprises opérant sur leur marché et tracer une troisième voie pour le développement de l'IA.

Plutôt que de courir derrière les modèles des géants américains (GAFAM), l'Europe doit innover sur la base des modèles d'IA existants et développer une IA respectueuse des droits fondamentaux, des standards sociaux et des impératifs environnementaux liés à la transition bas carbone.

L'impact de l'IA générative sur le monde du travail

L'IA est une technologie d'usage général qui transforme en profondeur les secteurs économiques et sociaux. L'IA générative (IAG), notamment les grands modèles de langage (LLM) tels que ChatGPT d'OpenAI, permet de créer du contenu textuel, visuel et vidéo avec une rapidité et une accessibilité inédites.

Cette révolution soulève de nombreuses interrogations quant à ses conséquences sur l'emploi. Les IAG automatisent des tâches jusque-là difficiles à mécaniser, comme la personnalisation des services commerciaux, l'analyse de données financières, ou encore certaines fonctions en ressources humaines (recrutement, évaluation, licenciement). Contrairement aux vagues précédentes d'automatisation, l'IAG affecte aussi les professions qualifiées, touchant des métiers comme le journalisme, les métiers juridiques, la radiologie ou encore la création artistique.

Incertitude et ambivalence des effets de l'IA sur l'emploi

Les études récentes analysent l'impact de l'IA en termes de « tâches » plutôt que d'emplois, évaluant le degré d'exposition des différentes professions à l'automatisation. Plus un emploi est constitué de tâches automatisables, plus il est menacé d'éviction.

Certains métiers, majoritairement occupés par des femmes (secrétariat, comptabilité, télévente), sont particulièrement vulnérables.

Dans les secteurs de la presse et de la création, l'IA permet d'exécuter des tâches à moindre coût, mettant en péril certains emplois.

L'Organisation internationale du travail (OIT) souligne néanmoins que, dans les pays à revenu élevé, la transformation des emplois pourrait être plus significative que leur suppression pure et simple. Le potentiel de réorganisation dépasse celui de l'automatisation, avec cependant une incertitude élevée pour plus de 24 % des métiers dans ces pays.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) met en garde contre les inégalités accrues que pourrait engendrer l'IA : les femmes, les seniors et les personnes peu diplômées sont plus exposés aux risques d'exclusion faute d'accès à la formation adaptée.

Les effets de l'IA sur l'emploi dépendront donc largement des choix stratégiques des entreprises, des politiques publiques et de la capacité des acteurs sociaux à structurer un dialogue et une négociation collective.

Les impacts sur les conditions de travail

Pour l'OIT, l'impact le plus important de cette technologie ne sera probablement pas la destruction d'emplois, mais plutôt les changements potentiels de la qualité des emplois.

Selon l'OIT, la négociation collective devrait en particulier se concentrer sur la qualité du travail : sur l'autonomie, sur la surveillance, sur la responsabilité, sur l'intensification du travail et la santé.

Protéger les travailleurs contre la surveillance abusive

L'IA introduit de nouvelles formes de contrôle du travail. Des logiciels comme Microsoft 365 per-



mettent une surveillance extensive des employés (enregistrement des frappes au clavier, historique de navigation, géolocalisation). Depuis la généralisation du télétravail, ces outils sont de plus en plus utilisés, entraînant une explosion des plaintes pour surveillance abusive auprès de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (passant de 2 000 pendant la crise du COVID à 16 000 en 2023). L'entreprise Amazon en 2023 a essuyé une amende de 32 millions d'euros pour surveillance abusive de ses travailleurs.

Garder l'humain au centre de la décision

L'IA peut être source d'autonomie et de créativité humaine ou, à l'inverse, elle peut réduire son autonomie et sa marge de manœuvre.

Dans une banque, par exemple, un assistant personnel du type COPILOT est fourni aux commerciaux. À partir des données que l'assistant aspire sur la toile et sur les réseaux sociaux, il dessine le profil psychologique des clients. Il conseille le commercial sur les arguments à utiliser, la tonalité du discours à tenir, la façon de convaincre le client, ceci contraignant les techniques de persuasion que le salarié aurait tendance à adopter spontanément.

Dans une démarche de recrutement, la machine peut « recommander » un profil de candidat ou une promotion, voire le licenciement d'un travailleur. La question de la *transparence* de la décision et celle de son *explicabilité* se heurtent à la complexité de ces

systèmes. Et, il est difficile pour un directeur ou une directrice des ressources humaines de s'opposer à ces « recommandations ».

En même temps, il importe d'en mesurer les limites. En 2018, le logiciel de recrutement d'Amazon sélectionnait uniquement les CV masculins, excluant ceux des femmes. Parce qu'elle était entraînée sur des données de recrutement du passé, la machine identifiait les hommes comme seuls ayant les qualités requises par Amazon.

L'encadrement de ces pratiques, l'audit cyclique des données de ressources humaines et le recours à un humain capable d'expliquer la décision sont cruciaux pour garantir le respect des droits des travailleurs et prévenir une déshumanisation du travail.

Vers une refonte du dialogue social face à l'IA

Encadrer l'IA par la négociation collective

L'IA ne doit pas être imposée aux travailleurs sans concertation. Pourtant, dans de nombreuses entreprises, les choix en matière d'IA sont confiés aux directions des systèmes d'information (DSI) sans consultation des autres départements concernés, notamment les ressources humaines.

Un dialogue social renforcé est essentiel pour encadrer ces transformations. Il passe par une co-construction des usages et une expérimentation en situation réelle, avec une participation active des travailleurs. Ces expérimentations doivent être accompagnées de règles collectivement définies et négociées avec les représentants des salariés.

Former les travailleurs pour anticiper les mutations

Le développement de l'IA requiert une montée en compétences des travailleurs, afin qu'ils puissent interagir avec ces outils et en tirer le meilleur parti. Les formations doivent inclure :

- une compréhension des principes fondamentaux de l'IA et de ses usages ;
- le développement de compétences complémentaires (créativité, gestion de projet, analyse critique) ;
- une formation spécifique des cadres et dirigeants sur l'intégration stratégique de l'IA.

Sans une approche proactive, le risque est grand de voir se creuser un fossé entre ceux qui sauront utiliser l'IA et ceux qui en seront exclus.

Pour une troisième voie européenne pour une IA inclusive, éthique et durable

Développer un cadre européen harmonisé

Le Comité économique et social européen, qui rend des avis aux institutions européennes, préconise des axes majeurs pour une IA pro-travailleurs :

- **Renforcer le dialogue social** en impliquant systématiquement les travailleurs dans les décisions relatives à l'IA.
- **Adapter certains règlements et directives** pour faire face aux nouveaux enjeux.
- **Harmoniser la législation sociale** par un instrument européen ad hoc pour éviter une fragmentation des régulations entre les États membres.

Les politiques publiques doivent s'intéresser à la façon dont les entreprises choisissent leur mode de production et encourager l'innovation responsable

L'IA peut être un levier d'amélioration des conditions de travail et de création de valeur, à condition d'être utilisée dans un objectif d'innovation et de qualité, et non comme un simple outil d'optimisation des coûts. Les entreprises doivent être incitées à investir dans une IA qui complète et renforce les capacités humaines plutôt qu'une IA qui chercherait à les remplacer.

Un engagement collectif pour une IA responsable

L'Europe a un rôle clé à jouer pour façonner une IA éthique, respectueuse des droits sociaux et environnementaux, et alignée avec ses valeurs démocratiques.

Le « pledge » du Sommet de Paris pour l'action sur l'IA, signé par plus de 60 entreprises, marque une avancée vers un engagement plus fort en faveur d'une IA responsable.

Ce signal positif montre qu'un dialogue est possible entre les acteurs économiques et les régulateurs pour encadrer les usages de l'IA tout en favorisant l'innovation.

Plutôt que de subir les modèles imposés par les grandes entreprises technologiques américaines, l'Europe doit affirmer sa propre voie : une IA qui ne se déploie pas dans un Far West dérégulé, ni un outil de contrôle social, mais un levier d'émancipation et de progrès pour tous.



FRANCA SALIS MADINIER

Franca Salis-Madinier est membre du Comité économique et social européen et Vice-présidente du groupe « travailleurs ». Salariée d'Orange, elle est Secrétaire nationale de la CFDT Cadres en charge de l'Europe, du numérique, de l'intelligence artificielle et de la protection des lanceurs d'alerte. En 2023-2024, elle a été membre de la Commission sur l'intelligence artificielle. Elle est l'auteure du *Guide de l'intelligence artificielle au travail. Vos droits face aux algorithmes* (2022).

A hand holding a glowing AI chip with circuitry. The background is a dark blue with a complex network of white and orange circuit lines and glowing nodes. The hand is positioned at the bottom, holding a central square chip that glows with the letters 'Ai' in a light blue font. The overall aesthetic is futuristic and technological.

Les entretiens d'Horizons

PHILIPPE AGHION

ÉCONOMISTE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE
CO-PRÉSIDENT DE LA COMMISSION DE L'IA 2023-2024

HORIZONS : Selon vous, la destruction créatrice est mesurable. Arrive-t-on aujourd'hui à mesurer une destruction créatrice suscitée par l'intelligence artificielle (IA) ?

PHILIPPE AGHION : Il n'y a jamais de mesure unique et parfaite, mais, en pratique, on mesure la destruction créatrice par l'entrée de nouvelles entreprises et la création de nouveaux emplois et par le remplacement d'anciennes entreprises par de nouvelles entreprises, et d'emplois existants par de nouveaux emplois. Le nouveau qui remplace l'ancien, mais surtout l'arrivée du nouveau, est une des mesures de la destruction créatrice. Je vous donne un exemple très simple :

les entreprises les plus innovantes en Europe aujourd'hui, en termes de brevets, sont les mêmes qu'il y a 25 ans. Aux États-Unis ce ne sont pas les mêmes.

Donc, on voit tout de suite qu'il y a davantage de destruction créatrice aux États-Unis qu'en Europe, ce qui va de pair avec davantage d'innovations de pointe et davantage de croissance.

Les révolutions technologiques sont naturellement un facteur d'accélération de la destruction créatrice, car elles sont typiquement portées par de nouvelles entreprises. Par exemple, Mistral AI en France. En particulier, le fait que les entreprises les plus innovantes aux États-Unis de nos jours ne soient pas les mêmes qu'il y a 25 ans est très lié à la révolution du numérique et maintenant à la révolution de l'IA.

HORIZONS : Quel va être l'impact de l'IA sur le marché de l'emploi ?

PA : Une étude que nous sommes en train de conduire avec Simon Bunel, Xavier Jaravel et Alexandra Roulet, montre que jusqu'à maintenant, les entreprises qui introduisent l'IA, en moyenne, sont créatrices nettes d'emploi. Alors c'est vrai que l'IA peut en partie se substituer à des tâches et des emplois existants, mais d'un autre côté l'IA rend les entreprises qui l'adoptent plus productives, donc plus compétitives, ce qui augmente la demande mondiale pour leurs produits et par suite ces entreprises finissent par embaucher davantage. De fait, globalement, cet effet de productivité et de compétitivité semble l'emporter sur l'effet de substitution. Pour qu'il y ait réellement une fragilisation de l'emploi, il faut trois conditions : que l'emploi soit exposé à l'IA, que l'emploi consiste essentiellement dans des tâches substituables par l'IA et que cela concerne certaines utilisations de l'IA, notamment dans le domaine administratif, et pas l'IA utilisée pour d'autres

fonctions comme la sécurité informationnelle.

Il faut réellement ces trois conditions-là, et donc cela ne concerne en réalité, pour le moment, que très peu d'emplois.

Alors évidemment, à plus long terme, davantage d'emplois seront concernés, d'où l'importance de mettre en place des institutions adaptées : un bon système éducatif, un bon système de formation professionnelle et un bon système de flexisécurité sur le marché du travail.

Avec de telles politiques et institutions, nous pourrions faire le meilleur usage de l'IA et maximiser l'impact positif de l'IA sur l'emploi.

HORIZONS : Vous évoquez la transformation du système éducatif qui est aussi l'une de vos principales recommandations dans le rapport de la commission pour l'IA. En la matière, quelle transformation est-ce que vous imaginez pour prendre la vague de l'IA ?

PA : L'IA peut permettre d'améliorer sensiblement le fonctionnement de notre système éducatif. En particulier, dès à présent, elle permet aux professeurs - je peux donner l'exemple de plusieurs professeurs de Sciences économiques et sociales - qui l'utilisent pour assurer un meilleur suivi individuel des élèves et faire en sorte que personne ne soit laissé sur le bord de la route. D'un autre côté, il faut que les enseignants puissent réguler l'accès des élèves à l'IA. Je pense, en effet, qu'il faut en même temps retourner aux manuels scolaires et redonner leurs lettres de noblesse à l'orthographe, la grammaire, le raisonnement logique, le calcul, car ce sont les ingrédients de base de la réussite scolaire.

Il faut donc à la fois diffuser l'IA à l'école et à l'université, et ne pas autoriser les smartphones ou les tablettes en classe.

Donc l'IA est un outil formidable dans la main des professeurs, mais il faut faire très attention quand on le met dans la main des élèves.

HORIZONS : La distinction éculée voudrait que les États-Unis libèrent leur économie et que l'Union eu-

ropéenne l'entrave par un excès de régulation. Afin de profiter des intérêts économiques de l'IA tout en se protégeant de ses risques, où faudrait-il selon vous placer le curseur de l'intervention de l'État ?

PA : L'IA a un gros potentiel de croissance parce qu'elle automatise des tâches dans la production des biens et services, mais également dans la production des idées : on va innover plus facilement grâce à l'IA. Donc l'IA a un énorme potentiel de croissance, mais une des barrières, c'est l'absence de concurrence, comme le suggère ce qui s'est passé aux États-Unis quand il y a eu la révolution des technologies d'information : cela a d'abord dopé la croissance entre 1995 et 2005, mais cela a ensuite favorisé l'émergence des GAFAM qui ont fini par inhiber la croissance parce qu'elles ont découragé l'entrée de nouvelles entreprises. Il y a aujourd'hui de la destruction créatrice aux États-Unis, mais il pourrait y en avoir beaucoup plus sans les GAFAM.

Une politique de concurrence adaptée, ce qui aurait permis de réguler davantage les fusions-acquisitions, aurait contenu l'hégémonie facilité l'entrée de nouveaux innovateurs.

En IA, dans les segments en amont de la chaîne de valeur, ce sont les GAFAM qui dominent : dans le *cloud*, trois grandes entreprises dominent, à savoir Amazon, Google et Microsoft, et il n'y a qu'un gros acteur sur le marché des processeurs graphiques (GPU).

Comment stimuler la concurrence dans le secteur de l'IA ? Tout d'abord, je crois beaucoup dans l'*open source* et dans l'accès facilité aux données. Évidemment, il faut protéger les individus, mais il faut aussi faciliter l'accès aux données. Par exemple, en France, où nous disposons d'excellentes données de santé, l'accès des chercheurs à ces données nécessitait un feu vert préalable de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL). Dans notre rapport sur l'IA remis l'an dernier au président de la République, nous avons recommandé qu'il n'y ait plus besoin d'autorisation préalable pour l'accès des chercheurs aux données de santé.

Par ailleurs, nous recommandons que le Digital Markets Act (DMA), qui impose aux entreprises du numérique de partager leurs données, soit étendu

à toute la chaîne de valeur de l'IA, à commencer par le cloud.

En ce qui concerne les réglementations, il faut un juste milieu. S'il y a trop de réglementations, les grosses entreprises savent s'en sortir, tandis que cela décourage l'entrée de nouvelles entreprises. Autrement dit, un excès de réglementations devient une barrière à la concurrence. Il faut évidemment protéger les individus pour éviter les utilisations malveillantes de l'IA, mais trop de réglementations devient une barrière à la concurrence et la concurrence est indispensable pour maximiser le potentiel de croissance de l'IA.

HORIZONS : On évoque souvent un retard qu'auraient pris la France et l'Europe dans la course à l'IA. Vous l'évoquiez en parlant de la destruction créatrice. Qu'en est-il véritablement ? Est-ce que ce retard est vraiment significatif ?

PA : C'est un retard qui n'est pas juste dans l'IA. Il y a eu les rapports Draghi, Letta et Tirole qui ont montré que les États-Unis sont en pointe dans la biologie, dans l'IA ou dans les technologies d'information pendant que l'Europe est à la traîne.

Nous restons bloqués dans le mid-tech et dans les innovations incrémentales, laissant les États-Unis et maintenant la Chine prendre le lead dans les innovations de rupture high-tech.

Il va falloir que l'Europe se réveille pour endiguer son déclin technologique par rapport aux États-Unis et à la Chine. On parle beaucoup de la défense, évidemment, mais ce n'est pas le seul domaine concerné : il y a le numérique, l'IA, la santé et la transition énergétique. Pour que l'Europe y parvienne, il faut qu'elle se réforme en profondeur.

Il faut d'abord un marché unique - vraiment unique -, et Mario Draghi montre très bien qu'en réalité les barrières à l'intérieur de l'Europe sont beaucoup plus importantes que les barrières que les États-Unis veulent nous imposer : autrement dit les barrières douanières auxquelles nous faisons face sont essentiellement à l'intérieur de l'Europe.

En second lieu, il faut mettre en place un écosystème financier de l'innovation. Nous n'avons ni le système de capital-risque ni le réseau d'investisseurs institutionnels que l'on trouve aux États-Unis. Un obstacle à la création d'investisseurs institutionnels

est lié à notre système de retraite par répartition. La retraite par capitalisation favorise la création de fonds de pension et de fonds mutuels. Cependant, l'exemple de la Suède montre que nous pouvons aller beaucoup plus loin dans le développement d'un système financier de l'innovation sans aller pleinement vers la retraite par capitalisation. Le cas de la Suède, atypique en Europe, est, en effet, un bon exemple de la capacité de mobilisation de l'épargne des ménages en faveur du financement de l'innovation. Un facteur clé de cette mobilisation est le système de « Pension Premium », où 2,5 % du revenu imposable des Suédois est automatiquement alloué à un fonds de pension, avec la possibilité de choisir les investissements, ce qui favorise les actions domestiques et le financement des introductions en bourse (IPOs). Les Suédois peuvent aussi investir facilement dans les petites et moyennes entreprises via des comptes d'épargne fiscalement avantageux (les *Investeringsparkonton* - ISK), sans exigences de déclaration complexes, ce qui renforce la participation des ménages au marché des actions. Par ailleurs, en Europe, c'est le financement bancaire qui prévaut avec des banques qui sont pourtant largement empêchées de recourir à la titrisation.

Enfin, en Europe, nous n'avons également pas l'équivalent de la *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), qui permet de mettre en œuvre des politiques industrielles pro-concurrence et tournées vers l'innovation.

HORIZONS : Est-ce que vous pensez que le sommet de l'IA et surtout les 109 milliards d'euros d'investissements annoncés permettront à la France, et dans une certaine mesure à l'Europe, de rattraper ce retard ?

PA : Le sommet a été une grande réussite et ses conclusions s'inscrivent dans le sillage des recommandations de notre commission IA. Il faut à la fois de la concurrence et de la politique industrielle, alors que ces deux types de politiques sont souvent opposés. En particulier, au nom de la politique de concurrence en Europe, on a proscrit toute aide sectorielle d'État. Dans le rapport, nous recommandons un investissement public, ou en réalité un co-investissement public-privé dans l'IA, en même temps que nous recommandons davantage de concurrence.

L'intervention de l'État dans le secteur de l'IA peut prendre plusieurs formes. La donnée et la puissance de calcul étant les principales composantes de l'IA, il faut développer des centres de calcul et des centres de données en France et en Europe et ne pas se reposer uniquement sur les GAFAM. Comme nous l'avons mentionné plus haut, nous avons en France de très bonnes données de santé, d'où l'importance de faciliter l'accès à ces données et en même temps favoriser l'émergence de puissances de calcul locales.

**Je pense donc
que c'est très important**

**que l'État co-investisse
dans la puissance de calcul.**

L'État a également un rôle à jouer dans la diffusion de l'IA dans le tissu économique français : aider les entreprises qui veulent introduire l'IA, développer l'IA dans l'enseignement et à l'université, et promouvoir la recherche en IA en tirant parti de nos formidables ressources humaines en mathématiciens, ingénieurs et informaticiens. Il faut être à la pointe, mais en co-investissement avec le secteur privé.



PHILIPPE AGHION

Philippe Aghion est économiste et professeur au Collège de France, à l'INSEAD et à la London School of Economics. Au Collège de France, il détient la chaire « Économie des institutions, de l'innovation et de la croissance ». Auteur de plusieurs ouvrages de référence, dont *Le pouvoir de la destruction créatrice* (2020) avec Céline Antonin et Simon Bunel, et récipiendaire de nombreux prix et distinctions, il a co-présidé la Commission de l'intelligence artificielle en 2023-2024.

La course à l'IA, révélatrice des lacunes françaises : une opportunité de réformer la France et l'Union européenne

FATIMA EL OUASDI

ADJOINTE AU MAIRE DE RUEIL-MALMAISON DÉLÉGUÉE AU NUMÉRIQUE
ET AUX TÉLÉCOMMUNICATIONS
SECRÉTAIRE NATIONALE D'HORIZONS EN CHARGE DU NUMÉRIQUE ET DE L'INNOVATION

Début février, la France a accueilli le troisième Sommet pour l'action sur l'intelligence artificielle (IA) à Paris. Les enjeux sont majeurs car l'IA représente un potentiel économique colossal : d'ici 2030, elle pourrait générer 13 000 milliards de dollars et créer 78 millions d'emplois d'après le Forum économique mondial. Outre l'aspect économique, elle est devenue un outil de puissance géopolitique : États-Unis, Chine et Europe rivalisent pour imposer leurs algorithmes, collecter des données et promouvoir leurs entreprises.

La France a annoncé une série d'investissements dans les infrastructures et la production de semi-conducteurs : 109 milliards d'euros principalement orientés dans des projets d'infrastructures comme les datacenters et supercalculateurs — dont une bonne partie profitera aux géants américains.

En capitalisant sur sa capacité de production d'électricité décarbonée, la France peut espérer se distinguer pour attirer entreprises et capitaux. L'autre atout français dans la course à l'IA est la qualité de ses écoles et universités dans la formation des métiers scientifiques et de l'IA : nous faisons bien de nous fixer comme objectif de doubler le nombre d'ingénieurs formés chaque année sur notre sol, aujourd'hui à 40 000.

Si les investissements annoncés sont considérables, la France continue de faire face à plusieurs défis majeurs dans cette course comme la rétention des talents, le financement de l'écosystème de l'innovation, la capitalisation sur ses capacités de production d'énergie décarbonée et l'utilisation de la commande publique. La course à l'IA révèle des lacunes systémiques et s'avère une opportunité de changer de paradigme.

Pour bâtir une stratégie industrielle et économique ambitieuse, il ne pourra être fait omission de l'Union européenne (UE), qui sera le seul moyen d'atteindre une taille critique de marché, pour rendre les entreprises européennes compétitives. L'UE doit aussi changer de paradigme pour permettre à la fois l'émergence de grandes entreprises du numérique et limiter les effets négatifs d'une régulation trop précoce qui peut freiner la prise de risque et l'innovation.

Orienter une partie de l'épargne des français vers l'innovation et l'IA

Pour développer l'économie numérique, il faut du capital. C'est lors des phases d'accélération de leur modèle économique que les startups françaises font appel à du financement étranger ou quittent la France : un quart de celles qui lèvent plus de 100 millions d'euros quittent l'Europe d'après France Digitale. Et c'est dommage quand on sait que l'écosystème français est bon dans la phase de lancement des startups. Paradoxalement, des centaines de milliards d'euros d'épargne ou du régime des retraites pourraient irriguer l'économie et l'innovation françaises, mais ne le font pas. En 2024, environ 350 milliards d'euros de pensions de retraite ont été versés, représentant le premier poste de dépenses sociales en France.

Si le système de retraite par répartition présente certains avantages indéniables, tels que la solidarité intergénérationnelle ou une indépendance vis-à-vis des fluctuations

économiques mondiales, il prive néanmoins l'économie nationale d'une capacité d'investissement substantielle qu'offrirait une part de capitalisation.

Une réforme du régime de retraites pour inclure une part de capitalisation, longtemps considérée comme taboue, commence à susciter l'intérêt des Français, du fait de l'impasse du système actuel liée à la situation démographique.

En parallèle, l'épargne des Français sur les livrets A et de développement durable et solidaire atteint 603,1 milliards d'euros au 31 décembre 2024. Les Français pourraient orienter une partie de leur épargne pour soutenir l'innovation numérique. La création d'un produit d'épargne dédié à l'innovation et à l'IA permettrait d'alimenter les efforts de recherche et développement du pays.

Enfin, la création d'un fonds européen de capital-risque, qui pourrait être alimenté par l'épargne des Européens, permettrait de renforcer l'attractivité de l'UE et de retenir à la fois les talents et les entreprises.

S'appuyer sur l'Europe pour atteindre une taille critique de marché

L'UE doit devenir l'unité de référence pour permettre aux pays européens de rivaliser face aux géants américains et chinois.

La création du 28^e régime européen, proposée par Enrico Letta puis Mario Draghi, n'est pas un concept abstrait.

C'est une nécessité pour se faire une place dans la course à l'IA, mais également pour faire de l'UE une puissance incontournable et incontestable : dé-

fense, télécommunications, satellite, numérique, transports, industrie et électricité. Le terrain de jeu de l'UE, c'est 450 millions de consommateurs et un PIB de 17 000 milliards d'euros, derrière les États-Unis et devant la Chine. C'est la seule échelle qui permettra d'atteindre la taille critique pour réaliser les investissements nécessaires dans les infrastructures, financer l'innovation et retenir les talents.

Cette transformation systémique passe par une simplification drastique de l'environnement juridique et fiscal pour offrir aux acteurs français et européens un véritable marché unique, ouvert et agile. L'UE devra mettre en place des programmes d'investissements massifs dans les maillons de la chaîne de valeur IA qui sont considérés comme prioritaires, notamment la construction de *datacenters* alimentés par l'énergie largement décarbonée.

L'IA est très gourmande en électricité pour son développement et son déploiement. Sans électricité décarbonée et bon marché, l'UE ne pourra pas être attractive.

Malheureusement, le rapport Draghi ne manque pas de souligner que le coût de l'électricité en Europe reste deux à trois fois plus cher qu'aux États-Unis ou en Chine. Si, grâce à son nucléaire, la France fait un peu mieux que certains de ses voisins européens, comme l'Allemagne ou l'Italie, elle n'échappe pas à cette tendance. Pour être compétitive, l'UE devra revoir son mix énergétique et le mode de fixation des prix de l'énergie, aujourd'hui influencé à la hausse par le prix du gaz.

La création du 28^e régime européen, reprise récemment par la présidente de la Commission européenne Ursula von der Leyen comme priorité en 2025, permettrait à toute entreprise européenne de choisir entre être régie par son droit national ou être régie par celui de ce nouvel État virtuel.

Demain, l'UE devra être un espace économique homogène juridiquement, fiscalement et socialement. Cela signerait la fin d'une forme de dumping fiscal de certains États européens, et ce, malgré les efforts de la France pour

harmoniser la fiscalité des géants de la tech.

Sur un territoire harmonisé, il sera plus simple pour les entreprises de se développer sur tout le marché européen et espérer devenir de véritables géants du numérique.

L'UE est aussi à un tournant qui nécessite de changer de paradigme. Elle a historiquement favorisé une Europe de la consommation, avec un droit de la concurrence qui a empêché l'émergence de grands acteurs européens, au profit du consommateur final. Le consommateur a pu bénéficier de prix plus bas, y compris dans des industries très consommatrices en capital comme les télécommunications.

Demain, si l'UE veut jouer dans la cour des grandes puissances, il faudra encourager le développement de grandes entreprises, bénéficiant pleinement d'un marché vraiment unique. Le changement d'échelle permettrait à terme de combler l'écart avec les États-Unis et la Chine.

Retenir les talents du numérique

Afin d'attirer et retenir les talents de la tech, au-delà de la qualité des formations proposées dans les écoles et universités françaises, il est essentiel de ne pas sous-estimer l'importance du niveau de rémunération. Les acteurs français de la tech nous le disent : le principal frein à la rétention des talents réside dans le niveau de rémunération nette de charges sociales et d'impôts.

En effet, la France n'est pas compétitive en matière de niveau de salaire, notamment face aux États-Unis.



Selon l'OCDE, le salaire moyen aux États-Unis a atteint 80 000 dollars en 2023 (contre 74 000 dollars en 2017), alors que le salaire moyen français stagne à 59 000 dollars en France en 2023. Cette différence de niveau de vie se répercute sur les salaires des ingénieurs fraîchement diplômés, qui sont nombreux à choisir l'expatriation pour bénéficier de meilleures conditions salariales : par exemple, un ingénieur tout juste sorti d'école en France peut espérer un *package* salarial annuel d'environ 50 000 euros, tandis qu'aux États-Unis, ce même poste dépasse facilement les 100 000 euros. Même constat pour le monde de la recherche, les chercheurs en France percevant des rémunérations bien moindres qu'à l'étranger.

Il est évidemment peu réaliste d'escompter sur la capacité des entreprises françaises à s'aligner sur ces niveaux de salaire à court terme.

Face à ce constat, il faudrait espérer une forme de patriotisme tech des jeunes(et moins jeunes) diplômés. Mais ce seul patriotisme ne suffira pas, même dans un monde où Trump prône le « America First » avec un plan de plus de 500 milliards de dollars pour l'IA.

Ainsi, pour aller plus loin, une exonération de l'impôt sur le revenu d'une partie du revenu annuel (sur une tranche de 15 000 à 20 000 euros) pourrait aider à retenir les ingénieurs et spécialistes de moins de 35 ans travaillant dans les secteurs stratégiques des télécommunications, de la tech et de l'IA. Dans une économie numérique où le *freelance* est en forte croissance, il faudra aussi envisager la possibilité, pour les micro-entreprises du secteur numérique, de doubler leur plafond de chiffre d'affaires pour les prestations de service, aujourd'hui à 77 700 euros, pour atteindre 150 000 euros. Ce statut permet de bénéficier d'un régime fiscal plus avantageux.

Conclusion

Pour sortir son épingle du jeu, la France doit faire appel à une forme de patriotisme numérique des talents, des épargnants, des collectivités territoriales et de l'État. Seule une stratégie cohérente et de long-terme au niveau européen permettra à la France de maximiser ses atouts et de se faire une place pérenne dans la course à l'IA et à l'innovation.

Cette stratégie devra aussi intégrer la commande publique comme levier pour aider les entreprises françaises à croître ainsi qu'une simplification normative permettant l'installation de datacenters et d'infrastructures permettant la production d'électricité décarbonée bon marché (éolien, nucléaire...).

Notre stratégie de gestion des données doit aussi être patriote : sans données, les IA ne peuvent être entraînées. La question du *cloud* souverain doit revenir au centre du débat. Enfin, la souveraineté ne s'arrête pas aux infrastructures : nous devons produire nos propres solutions d'IA et réduire notre dépendance aux géants américains, notamment dans l'administration.



FATIMA EL OUASDI

Diplômée de Sciences Po, Fatima El Ouardi est spécialiste des enjeux numériques. À travers ses engagements dans des associations d'élus, elle promeut la numérisation des collectivités. Depuis 2020, elle est adjointe au maire de Rueil-Malmaison déléguée au Numérique. Depuis 2024, elle est secrétaire nationale d'Horizons en charge du Numérique et de l'Innovation.

Convergence IA et quantique : comment favoriser les innovations de rupture ?

LOUISE FRION

| RESPONSABLE DE PROJETS NOUVELLES TECHNOLOGIES À L'INSTITUT MONTAIGNE

La convergence entre intelligence artificielle (IA) et technologies quantiques est aujourd'hui une réalité technologique et industrielle sur le plan mondial. Dans le secteur de la santé, de plus en plus d'entreprises utilisent des algorithmes de *quantum machine learning* pour simuler des interactions moléculaires complexes de manière plus précise. Dans le secteur financier, ces algorithmes permettent d'analyser simultanément de nombreuses variables pour optimiser les portefeuilles d'investissement et améliorer la gestion des risques. Ils sont aussi utilisés pour créer des modèles climatiques plus précis, en traitant des ensembles de données massifs et en simulant des scénarios complexes liés au changement climatique. Cette convergence fonctionne dans les deux sens : des algorithmes d'IA sont aussi progressivement intégrés aux ordinateurs quantiques pour améliorer la correction d'erreurs^[1], ce qui reste le principal frein technologique au passage à l'échelle des ordinateurs quantiques.



Pourtant, en Europe comme en France, cette dynamique peine à se déployer pleinement, en l'absence d'un projet politique visant à faire advenir des technologies de rupture. Comme le souligne le rapport Draghi, la compétitivité européenne s'érode de manière structurelle, faute d'investissements technologiques à la hauteur des enjeux. Cette faiblesse se traduit notamment par l'incapacité récurrente à mobiliser des tickets d'investissement supérieurs à 100 millions d'euros, pourtant indispensables pour accompagner les projets *deeptech* dans leurs phases critiques. Résultat : l'Europe se retrouve prise en étau, entre un écart de PIB agrégé avec les États-Unis qui s'est creusé de 15 % à 30 % en vingt ans, et la progression rapide du PIB chinois, qui tend à rattraper celui de l'Union européenne.

Face à ce constat, il est urgent de refonder nos modèles de financement de l'innovation, en tenant compte des spécificités des technologies deeptech : des investissements lourds, des cycles longs et des rendements incertains mais à fort potentiel systémique.

À cet égard, la convergence entre IA et quantique révèle les contradictions d'une politique industrielle européenne qui peine encore à se donner les moyens de ses ambitions.

La convergence IA et quantique ou le paradoxe du financement de l'innovation de rupture

Un socle commun : le besoin d'infrastructures critiques

Malgré des trajectoires technologiques très différentes, l'IA et le quantique ont en commun un besoin important de puissance de calcul, dans un contexte où le besoin global pourrait atteindre près de 60 exaflops^[2] en 2030 à taux de croissance constant. Leur montée en puissance repose sur l'accès à des infrastructures avancées, capables d'exécuter des modèles de grande complexité. Elle nécessite d'investir dans des supercalculateurs, des *datacenters* à haute performance - à cet égard, les *datacenters* dits « modulaires » capables d'héberger des supercalculateurs dans des formats plus compacts et déployables plus rapidement sont très prometteurs - et des réseaux interconnectés spécialisés et adaptés aux architectures numériques hybrides (du *cloud computing* à l'*edge computing* en tirant parti des réseaux de 5G privés).

Un problème structurel : des temporalités d'investissement différentes

Les temporalités de développement de l'IA et des technologies quantiques diffèrent profondément de celles d'autres innovations de rupture comme le *cloud computing* ou l'automatisation. Ces dernières

évoluent selon des cycles courts, et sont portées par une logique d'itération rapide, de *time-to-market* plus agressive et d'obsolescence programmée, tandis que l'IA et les qubits avancent par paliers lents, confrontés à des verrous technologiques lourds, à une maturation étalée sur cinq à dix ans et à une faible visibilité commerciale à court terme.

La difficulté principale tient toutefois moins à leur lenteur qu'au malentendu persistant sur la nature même de leur valorisation. En effet, les preuves de concept, dites « POC », sont souvent jugées décevantes ou inefficaces car elles ne génèrent pas de retour sur investissement immédiat.

Or leur finalité n'est pas d'optimiser un processus existant mais de tester une hypothèse dans une logique probabiliste, où l'échec est la règle, la réussite l'exception, et où une seule percée peut redéfinir un marché entier.

C'est cette dynamique qui a permis, entre autres, l'apparition d'un nouveau modèle de décision comme celui de la voiture autonome, d'un saut disciplinaire comme AlphaFold, ou d'un changement d'échelle comportemental comme avec les modèles de fondation de type ChatGPT, Claude, Gemini, etc. Dans ce contexte, il est non seulement logique, mais même nécessaire que l'immense majorité des POC IA ou quantiques n'aboutissent pas, car leur rendement n'est ni linéaire ni immédiat. Les efforts d'investissement sont justifiés par les effets multiplicateurs systémiques de ceux qui fonctionnent.

Prendre des paris stratégiques avec méthode, un enjeu clé pour les 5 prochaines années

Un point de départ politique : quel projet économique pour les *deeptechs* ?

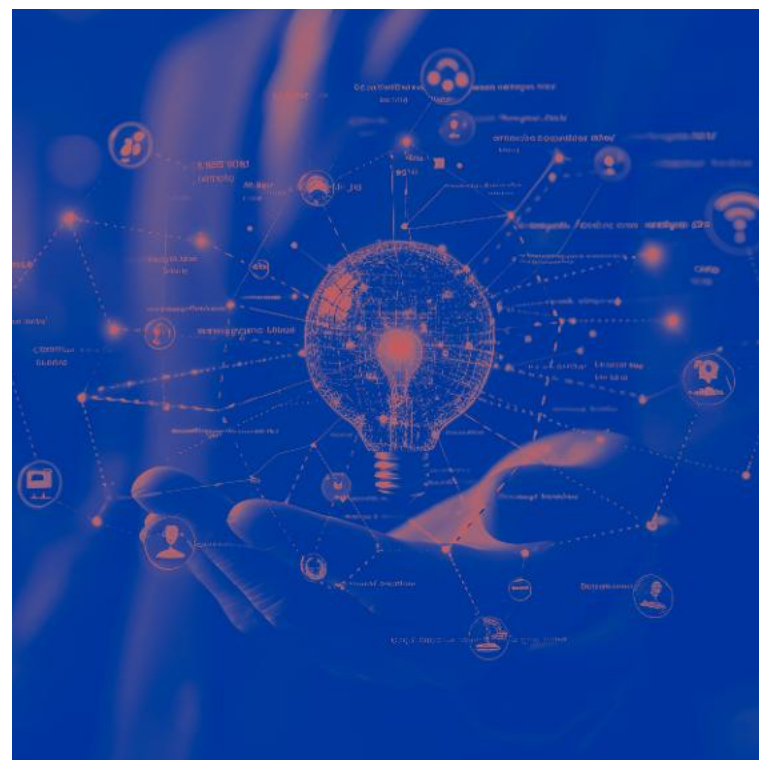
La question est d'abord politique, car il ne s'agit pas de « croire » dans une technologie, mais de décider quels usages, quels modèles économiques, quelles chaînes de valeur nous voulons voir émerger sur le sol européen. Est-il stratégique, dans les années à venir, de disposer de capacités de simulation mo-

léculaire, de chaînes logistiques plus résilientes optimisées par des architectures hybrides, ou encore d'une cybersécurité européenne capable d'absorber les ruptures algorithmiques à venir ? Comment mobiliser nos atouts, à commencer par la qualité de nos réseaux de télécommunication, la densité de nos écosystèmes de recherche et notre capacité énergétique, notamment nucléaire ?

Dans le contexte géopolitique actuel, marqué par un décrochage technologique important, cela implique de construire une méthode claire pour orienter l'investissement public et privé vers des paris d'avenir.

Il ne suffit plus d'optimiser le ratio coût/bénéfice à court terme, mais d'anticiper les points de bascule, y compris lorsqu'ils paraissent hors d'atteinte comme l'étaient les constellations de satellites grand public au moment où OneWeb a commencé à y travailler.

Cela suppose aussi une inflexion culturelle majeure car en matière de *deeptech*, l'échec ne représente pas une perte, mais un levier d'apprentissage et d'exploration, sans lequel aucune rupture ne peut advenir.



Pour un meilleur partage du risque entre l'État et les entreprises

Si l'État ne peut se substituer aux investisseurs privés, les grandes entreprises doivent cesser d'adopter des postures d'attente ou de simples acheteuses de solutions stabilisées. La priorité de l'action publique doit être de permettre à chaque acteur d'opérer dans des conditions favorables, avec un minimum de contraintes administratives ou normatives là où celles-ci sont contre-productives. Plusieurs pistes sont intéressantes, comme l'expérimentation sur des jeux de données publics ou sectoriels, la réduction des freins réglementaires à l'usage de capacités de calcul mutualisées ou de plateformes hybrides, ou encore la création d'environnements juridiques visant à faciliter le transfert technologique.

En ce qui concerne les modèles d'IA les plus avancés, qu'ils soient linguistiques ou multimodaux, l'entraînement représente une phase amont très intensive en capital, où le retour sur investissement est à la fois incertain et différé. À ce stade, le financement public est non seulement légitime mais indispensable pour structurer une puissance de calcul européenne. En revanche, au moment de l'inférence — soit la mise en situation réelle du modèle — ce sont les acteurs industriels et privés qui doivent prendre le relais, car il s'agit alors d'arbitrages métier, de stratégie de déploiement et d'appropriation sectorielle, au cœur de leur responsabilité économique. Trop d'entreprises françaises et européennes se désengagent de cette phase amont, préférant intervenir une fois la technologie mature.

Or, c'est précisément dans cette phase d'incertitude que se joue l'avantage concurrentiel. Attendre que l'État « dérisque » tout, c'est renoncer à peser sur la direction même des grandes recompositions industrielles.

Sortir de la course à la puissance brute : quel modèle européen pour l'IA et le quantique ?

La convergence entre IA et technologies quantiques ouvre une trajectoire alternative à celle d'une IA fondée sur la puissance brute, l'accumulation de données et l'hypercentralisation des ressources par quelques acteurs intégrés, en combinant réduction de dimension et vitesse d'exécution pour concevoir des modèles plus légers, ciblés et performants dans une logique d'optimisation plutôt que d'expansion. Déjà perceptible à travers les modèles distillés ou les *small language models*, dits « SLM », capables

d'opérer hors des grandes infrastructures, ce déplacement ouvre la voie à une IA distribuée, adaptée au tissu économique européen, où la puissance de calcul est répartie entre le réseau, le traitement de données et les accélérateurs quantiques, et où la valeur repose non sur le contrôle d'une interface de programmation d'application (API), mais sur la capacité à agir localement, en tirant parti d'un maillage territorial existant.

1 Ensemble des techniques visant à compenser les erreurs inhérentes aux qubits — fragiles et instables — afin de rendre les calculs quantiques fiables, et l'IA y est de plus en plus utilisée pour détecter, prédire et corriger ces erreurs en temps réel. **2** Un milliard de milliards (10^{18}) d'opérations en valeur flottante par seconde.



LOUISE FRION

Louise Frion est responsable de projets nouvelles technologies à l'Institut Montaigne, un *think tank*. Avant de rejoindre l'Institut Montaigne en février 2024, elle a fondé une société de conseil spécialisée dans l'innovation de rupture.

Dépendance technologique : la voie de l'Europe pour reconquérir sa souveraineté

MARC FADDOUL

INGÉNIEUR ET CHERCHEUR EN IA
FONDATEUR ET DIRECTEUR D'AI FORENSICS

90 % du contenu que nous lisons et visionnons en ligne est sélectionné de manière opaque par un algorithme d'une entreprise américaine ou chinoise. Cette délégation de notre environnement informationnel n'est qu'un aspect d'une dépendance qui touche toute notre infrastructure numérique.

Cette dépendance fut longtemps considérée comme un simple enjeu économique. Mais dans la nouvelle ère de gouvernance techno-politique où nous entrons, c'est désormais une menace directe pour notre souveraineté.

Notre souveraineté numérique en crise dans une nouvelle ère technopolitique

Là où les géants technologiques étaient jusqu'à présent guidés presque exclusivement par leurs profits, ils sont de plus en plus influencés par des intérêts idéologiques et géopolitiques. Alors que l'on scrutait depuis des années l'influence du gouvernement chinois sur TikTok, c'est maintenant les collusions entre les plateformes et l'exécutif américain qui inquiètent. La plateforme chinoise doit sa survie sur le marché américain à une grâce de Donald Trump, ce qui rend certainement l'entreprise redevable. Les géants du *web* américains ont clairement manifesté leur allégeance politique, comme l'illustre la volte-face de Meta sur sa politique de modération après la réélection de Trump, abandonnant notamment la lutte contre le harcèlement et la désinformation.

Cette situation aggrave encore les risques d'ingérence dans les processus électoraux.

Aux menaces des campagnes menées par des acteurs externes, telles que celle qui a entraîné l'annulation du dernier scrutin présidentiel en Roumanie, s'ajoutent désormais celles des manipulations algorithmiques menées par les plateformes elles-mêmes. Elles sont particulièrement préoccupantes

sur X, où l'amplification artificielle des publications de son propriétaire Elon Musk a été documentée, alors qu'il prend désormais parti dans toutes les élections. Cette volonté d'ingérence est partagée par d'autres techno-entrepreneurs tels que Peter Thiel, pour qui utiliser la domination technologique comme outil de conquête idéologique est une ambition explicite.

Si notre dépendance technologique est particulièrement évidente vis-à-vis des algorithmes de recommandation qui filtrent nos contenus, elle s'étend également à toute notre infrastructure numérique. L'administration Trump a démontré qu'elle n'hésitera pas à l'exploiter aussi comme moyen de pression militaire, à l'image du réseau Internet par satellite Starlink dont l'accès fut abruptement coupé aux forces ukrainiennes en guerre.

Face à cette situation critique, l'Europe doit impérativement reprendre le contrôle de son écosystème numérique par une approche combinant régulation puissante, innovations technologiques et investissements stratégiques dans des infrastructures alternatives.

Le Brussels effect : un atout indispensable pour reconquérir notre souveraineté

Le pouvoir de régulation constitue l'une des principales forces de l'Europe. Grâce à la taille de son marché, l'Europe peut imposer des standards mondiaux. Ce phénomène, connu sous le nom de *Brussels effect*, s'est notamment illustré avec le règlement



général de protection des données (RGPD), ou encore récemment avec l'adoption du port USB-C qui profite désormais aux utilisateurs du monde entier.

L'Europe s'est récemment équipée du *Digital Services Act* (DSA) et du *Digital Markets Act* (DMA), pour imposer des exigences de responsabilité et de transparence aux géants du *web*.

Ces réglementations avant-gardistes s'appliquent de manière graduelle en fonction de la taille des plateformes, pour établir des contre-pouvoirs aux gatekeepers sans pénaliser les entreprises en développement.

Les amendes, pouvant atteindre 6% du chiffre d'affaires mondial, et une interdiction d'accès au marché européen, sont en mesure d'établir une dissuasion crédible. Cependant, il faut pour cela démontrer la volonté politique d'appliquer ces règles avec fermeté, et s'en donner les moyens en développant les capacités d'audit des plateformes et de leurs algorithmes.

Cette puissance régulatrice sera même un levier essentiel à exploiter dans le rapport de force avec l'administration américaine, qui voit ces règles sous un prisme transactionnel.

Son Vice-président J. D. Vance a même menacé de sortir de l'OTAN si la Commission européenne s'en prenait à la plateforme X d'Elon Musk. Mais comme le soulignait à ce sujet la Commissaire européenne en charge de la Souveraineté technologique, Henna Virkkunen, « on ne peut pas négocier avec nos valeurs ».

Et c'est bien là l'essence de ces réglementations : préserver l'intégrité de l'espace informationnel, nos processus électoraux et la santé des utilisateurs, protéger les mineurs, lutter contre les abus de position dominante... Face à la divergence croissante entre les intérêts des plateformes américaines et ceux de leurs utilisateurs européens, la régulation doit protéger les consommateurs du numérique comme elle le fait dans d'autres secteurs comme la santé ou l'alimentation.

Du Minitel à AT : le rôle des politiques publiques dans l'innovation

Les lobbies technologiques ont propagé un narratif libertarien persistant selon lequel la régulation européenne briderait sa capacité à innover. Cet argument ne résiste pas à l'analyse. Les bénéfices du DMA sur l'innovation sont même défendus par le Y Combinator, incubateur de startups le plus prestigieux de la Silicon Valley.

C'est en effet plus le manque de régulation que son excès qui a causé du tort à l'industrie technologique européenne. Souvenons-nous de Mappy, pionnier français des itinéraires en ligne depuis l'époque du Minitel, balayé par Google Maps faute d'un cadre réglementaire protégeant la concurrence équitable sur les moteurs de recherche.

L'histoire du Minitel elle-même, ce précurseur d'Internet qui fit un temps de la France le pays avec le plus de terminaux interconnectés au monde, nous rappelle que nous n'avons pas à nous lamenter d'une incapacité à innover. S'il avait été soutenu par une politique publique suffisamment visionnaire, et une stratégie d'intégration plus globale, il aurait pu s'imposer comme fondation de l'infrastructure et des protocoles d'Internet.

La bonne nouvelle, c'est que le *web* d'aujourd'hui est le Minitel de demain. Nous avons l'occasion de nous positionner de manière souveraine sur les infrastructures du futur, en apprenant de nos erreurs pour développer des stratégies de politique publique adaptées.

Ces opportunités s'illustrent notamment avec le protocole AT. Celui-ci émerge comme nouveau standard pour la future génération d'applications et de réseaux sociaux, à l'instar du réseau social Bluesky qui monte en flèche en bénéficiant de l'exil des utilisateurs de X. Ce protocole est ouvert et son fonctionnement transparent. Il est aussi interopérable, rendant le contrôle aux utilisateurs sur leurs données, sur la recommandation et la modération de leur contenu, et favorisant l'émergence d'alternatives plus alignées avec leurs intérêts.

En développant l'infrastructure du protocole AT, et l'écosystème européen d'applications reposant dessus, l'Europe pourra démontrer ses bénéfices techniques et sociétaux et justifier d'imposer ce standard à toutes les plateformes (notamment via le *Digital Fairness Act*).

Bien conçue, la régulation n'est pas un frein, mais un moteur pour l'innovation.

Infrastructure souveraine, mais ouverte sur le monde

L'approche d'interopérabilité représente la seule alternative crédible au schéma de domination technologique actuel, qui s'est développé avec l'émergence de plateformes fermées. En rétablissant les dynamiques synergiques originelles d'Internet, ce modèle peut s'imposer grâce à l'alliance des nombreux acteurs en quête de souveraineté numérique. Au-delà de l'Europe, cela inclut des nations comme l'Inde, mais aussi une communauté croissante d'internautes et de développeurs, y compris aux États-Unis.

Cela s'inscrit également dans l'approche portée par la France au Sommet de l'intelligence artificielle (IA), avec l'annonce d'importants investissements émiratis ou canadiens en France. À noter également le lancement de la fondation Current AI, pour développer des IA *open source* et interopérables avec des objectifs d'alignement avec l'intérêt général et de responsabilité environnementale.

Restons toutefois vigilants à ne pas nous laisser aveugler par l'effervescence autour des nouveaux modèles d'IA, dont les promesses restent à prouver. L'incertitude technologique rend ces investissements très risqués et impose de diversifier nos stratégies.

La puissance de calcul n'est ainsi qu'une composante de notre dépendance numérique. Les « *gatekeepers* de l'information » en font partie bien sûr, mais aussi le trafic internet satellitaire, le *cloud*, le *hardware*... Pour tous ces éléments, l'Europe a l'opportunité de construire des alternatives basées sur l'interopérabilité, comme Eurostack pour le *cloud* ou Govsacom pour remplacer Starlink. Il faut rester agile et prioriser les objectifs avec pragmatisme : développer une infrastructure souveraine pour AT se chiffre par exemple en millions d'euros, lorsqu'on parle de milliards pour un centre de calcul.

La voie vers la souveraineté numérique européenne

Pour préserver sa souveraineté numérique, l'Europe doit s'appuyer sur trois piliers complémentaires : une régulation intelligente et déterminée, le développement d'infrastructures alternatives basées sur l'interopérabilité et l'ouverture, et une politique d'innovation ambitieuse qui s'appuie sur nos forces plutôt que d'imiter les modèles américain ou chinois.

Cette approche doit permettre de développer des opportunités entrepreneuriales et des partenariats internationaux, tout en protégeant notre espace numérique des prédatations étrangères. À l'horizon

2030, nous pourrions ainsi voir émerger un écosystème numérique où les utilisateurs choisissent librement qui contrôle leurs données, où les services s'appuient sur des infrastructures résilientes conformes à nos valeurs, et où l'innovation s'épanouit dans un cadre protecteur des droits fondamentaux.

Cette vision n'est pas utopique, mais elle exige une mobilisation à la hauteur de l'ambition. Car la souveraineté numérique représente le socle indispensable de notre autonomie stratégique et de la préservation de notre modèle de société à l'ère numérique.



**MARC
FADDOUL**

Ingénieur et chercheur en intelligence artificielle, Marc Faddoul est le fondateur et directeur de AI Forensics, organisation non gouvernementale française, leader européen dans l'audit des plateformes du web et de leurs algorithmes.

Maîtriser l'IA, condition pour renforcer l'autonomie stratégique française et européenne

RENAUD VEDEL

HAUT FONCTIONNAIRE
ANCIEN DIRECTEUR DE CABINET DU MINISTRE DÉLÉGUÉ CHARGÉ DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE
ET DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Technologie d'usage général, l'intelligence artificielle (IA) transforme le logiciel, les services numériques, l'industrie, la robotique et la création. Elle se diffuse universellement et induit des innovations en cascade. Les disciplines computationnelles à base d'IA sont devenues des outils de recherche dans les sciences, comme le montrent les prix Nobel 2024 de physique et biologie. Les nations (ou empires) qui la maîtriseront ou en monnayeront l'accès auront un avantage stratégique qui redistribuera la puissance.

Il est difficile au public de se représenter cette technologie complexe et disparate. Les usages spectaculaires masquent sa nature. Pour simplifier, il s'agit de programmes informatiques faisant appel à des mathématiques poussées pour représenter la connaissance de manière compressée, dans des espaces vectoriels. Grâce à des algorithmes d'optimisation très gourmands en calcul, l'IA modélise le savoir à partir d'éléments que l'on ne savait pas jusqu'ici bien traiter, comme l'image, le langage naturel, la structure des protéines ou celle des matériaux, etc. Ce traitement automatisé permet de construire des machines plus autonomes, soit purement logicielles, soit robotiques.

L'IA a ouvert un gigantesque cycle d'automatisation de processus cognitifs, qui ne fait que débiter. La valeur économique, militaire, ou culturelle de ses usages devient majeure. Il en va de même des risques découlant de ses détournements, notamment dans le champ informationnel. L'image, la vidéo ou le son perdent leur statut de fiabilité objective, sauf à pouvoir garantir l'intégrité de leur provenance.

Si l'IA est liée au progrès des sciences cognitives, il faut la démystifier et en souligner les limites. Les systèmes d'IA ne possèdent pas de représentation conceptuelle du monde, n'ont pas la versatilité du cerveau, ne savent pas planifier des actions séquentielles subtiles et se trompent souvent grossièrement.

Leurs capacités sont d'un autre ordre que l'intelligence humaine ou animale. Les modèles géants de la frontière technologique (LLMs) sont des machines à condenser puis à restituer des pans entiers du savoir humain et du réel, mais sur la base de représentations encodées superficielles, sans véritable autonomie par rapport à nous.

Le rythme s'accélère. Performance et coût de calcul s'améliorent sans cesse pour coder, traduire, analyser l'information ou générer des contenus paramétrables. Même si ChatGPT n'a que 30 mois, nous en sommes déjà à la troisième vague d'innovation. Depuis peu, on améliore le raisonnement séquentiel, grâce à la décomposition et au guidage interactif des différentes étapes par l'utilisateur. Le courant dit de l'IA « agentique » souligne la capacité des systèmes à rechercher par eux-mêmes une information fiabilisée ou actualisée. Après les États-Unis, c'est

l'écosystème chinois qui connaît en ce moment une frénésie d'investissements et de progrès marquants.

Hélas, l'Europe est nettement distancée par l'Amérique et la Chine : volume d'investissement, briques technologiques, infrastructures de supercalcul et de cloud et rythme d'adoption sont à la traîne. Ce serait une erreur majeure que d'adopter une posture résignée et de considérer la relégation technologique comme inévitable. À l'inverse, aucun sursaut volontariste ponctuel ne suffira à renverser la vapeur.

Comme en matière militaire, le redressement de la souveraineté numérique de l'Europe exigera une mobilisation continue et laborieuse. Il n'advient que si un cercle vertueux se met en place pour nous repositionner, combinant vision à long terme, investissements substantiels, esprit entrepreneurial combatif et régulation agile de l'innovation. Cela suppose de « réviser notre logiciel » dans plusieurs directions-clefs.

Éducation et talents

L'Europe forme des talents de haut niveau, souvent happés par les carrières attractives des grands acteurs de la *tech*. Au capitalisme européen de rééquilibrer cette fuite des cerveaux, sans verser dans l'isolement, car les échanges sont positifs. Contrairement à l'Asie avancée, à la Russie, à l'Europe nordique et centrale, ni la France ni l'Allemagne n'ont tiré les leçons du caractère généralisé du numérique dans la société.

L'informatique ne constitue toujours pas un enseignement structurant comme la biologie ou la physique dès le primaire ou le secondaire.

Les Britanniques ont fait ce choix dès 2014. Ce retard éducatif majeur, qui aura des répercussions pour des décennies, freine notre croissance, bien au-delà des seuls enjeux d'IA. Cela contribue à ce que les Européens soient parmi les peuples les plus craintifs face au numérique, deux fois plus que les Asiatiques. Derrière les ingénieurs, nous formons trop peu de techniciens intermédiaires par rapport aux besoins.

Entrepreneuriat numérique

Notre pays a fortement progressé en matière de capital-risque, pour financer et sélectionner de manière darwinienne les innovations technologiques et commerciales prometteuses. La pompe à *startups* fonctionne mieux, avec une productivité financière meilleure en Europe qu'en Amérique, irriguant la compétition et, par les rachats, stimulant l'innovation des grandes entreprises. Mais si les marchés numériques sont mondiaux, les écosystèmes restent trop nationaux et pas assez européens. Ils n'ont pas la taille critique.

Seuls 5 % des crédits européens innovants vont vers les startups. Et au-delà de 100 millions d'euros, il n'existe quasiment plus d'acteurs financiers capables d'accompagner l'hypercroissance des meilleurs.

Paris tire son épingle du jeu, mais encore loin de Londres. Conjuguons davantage nos atouts, pour créer les champions numériques européens qui nous manquent.

Régulation

L'Union européenne (UE) est le premier espace de marché à avoir adopté une législation unifiée. Le règlement pour l'IA, applicable en 2026, porte des mesures consensuelles comme l'obligation de marquage des contenus génératifs ou le signalement à l'utilisateur de toute interaction artificielle. L'encadrement des usages à risque élevé en termes de fiabilité-sécurité ou de risque discriminatoire (inhérent à tout système statistique) est pertinent. Il s'ensuit des obligations de supervision tout au long du cycle de vie d'un système à base d'IA, de la collecte des données à l'utilisation opérationnelle.

La bonne déclinaison de ce cadre exigeant selon des méthodes encore en gestation prendra des années.



Aucun de nos partenaires n'a opté pour une telle approche « de droit dur » : même le gouverneur démocrate californien y a renoncé. Pragmatisme et progressivité seront donc indispensables pour éviter un choc réglementaire néfaste, dans une matière aussi mouvante où les règles n'auront pas été précédées par une période expérimentale de droit souple.

L'Europe doit aussi mieux ajuster son tempo régulateur au rythme technologique. Puisque l'IA modélise par les données, le capital en données est un actif économique qui doit circuler.

L'équilibre entre l'individuel et le collectif est redessiné, aussi bien pour la « coopétition » économique intrasectorielle que pour les données personnelles. Or, pour qu'un système d'IA soit fiable et équitable, il faut suffisamment de données disponibles, dans toutes les configurations d'usage et pour tous les publics.

Notre droit des données personnelles, hérité des bases de données des années 1970, a vieilli. Avec l'IA, la notion de traitement est éclatée en plusieurs étapes : entraînement des modèles, post-traitement de spécialisation, réduction des biais, génération augmentée par récupération et traitement applicatif traditionnel. Le règlement général de protection des données (RGPD) lui-même précède l'avènement de l'IA. Or, il a fallu attendre décembre 2024 pour que l'organe régulateur publie son premier avis sur le sujet. C'est bienvenu, mais très tardif et parcelaire ! L'UE doit se doter de régulateurs plus agiles, proactivement tournés vers l'innovation dans le

respect des droits. Sans cela, on ne développera pas au rythme de la compétition mondiale une IA de santé ou éducative européenne, impossible sans données personnelles.

Idem, au niveau industriel, s'agissant des équilibres de propriété intellectuelle, bousculés par l'IA. Les conflits d'intérêts entre titulaires de droit antérieurs (notamment droits d'auteurs) et valeur d'usage créée par l'IA sont inévitables, mais doivent être traités avec plus d'audace et de créativité, si l'on veut favoriser l'innovation, y compris culturelle. Si l'IA créera à terme de nouveaux revenus à partager permettant de rémunérer équitablement les ayant-droits, ce ne sera pas instantané. Soit on fait des paris économiques, en acceptant de tâtonner quelques années, soit on court le risque d'un blocage mortifère pour l'innovation. Il est urgent de réintroduire de la confiance pour faire le pont, sans faire primer les ayant-droits menacés sur les innovateurs, ou *vice versa*.

Il n'est pas certain que le règlement pour l'IA, dont la fin de négociation a été précipitée, qui s'est focalisé sur les grands modèles en ratant les récents développements de l'IA interactive et agentique, ait forgé du premier coup tous les bons équilibres. Son ajustement simplificateur sera nécessaire.

D'abord, pour stimuler l'innovation. L'Europe régulatrice verrouille parfois trop vite et trop fort. Produits et services numériques ont des spécificités : l'effet de réseau et la prime au premier entrant sont déterminants dans la compétition. Cela a été enfin compris et intégré dans le droit de la concurrence des grandes plateformes. Beaucoup moins pour les PME émergentes, sur lesquelles la lourdeur régulatrice pèse plus. Dans le règlement européen sur l'IA, le corsetage à outrance des bacs à sable et des tests en conditions réelles de marché pour les produits innovants est une occasion manquée emblématique. Limités à 6 mois contre 2 ans dans la version initiale, ils sont devenus une usine à créer des biais : tous les phénomènes biologiques, climatiques ou business obéissent à des cycles annuels ! Disposer de deux cycles complets de données est un minimum.

La souveraineté numérique de l'Europe ne passera pas par la maîtrise autarcique de tous les segments. Les moyens financiers manqueraient de toute façon.

Mais, il nous est nécessaire de constituer des spécialisations sectorielles de rang mondial pour rééquilibrer notre dépendance là où nous pesons moins, qu'il s'agisse de l'IA fondamentale ou de ses applications.

Par exemple, la société néerlandaise ASML constitue un atout face à la faible présence européenne dans la conception ou la fabrication des semi-conducteurs spécialisés en IA.

Il en va différemment du *cloud*. Infrastructure fondamentale de la société numérique, la dépendance quasi absolue aux acteurs des États-Unis est une source de grande vulnérabilité, même si le marché reste concurrentiel. Si des coopérations d'espaces *cloud* mieux sécurisés avec les acteurs américains est souhaitable, le soutien parallèle à une industrie européenne pleinement souveraine devra rester un chantier majeur de la prochaine décennie.



RENAUD VEDEL

Renaud Vedel est haut fonctionnaire. Il a été préfet, conseiller du Premier ministre pour les affaires intérieures et de renseignement, coordonnateur de la stratégie nationale pour l'IA et directeur de cabinet du ministre délégué chargé de la Transition numérique et des Télécommunications.

IA de défense : le champ de bataille transformé

ANNE LE HÉNANFF

DÉPUTÉE DU MORBIHAN

SECRÉTAIRE NATIONALE D'HORIZONS EN CHARGE DE LA NATION D'INGÉNIEURS

L'intelligence artificielle (IA) transforme indéniablement notre société dans de très nombreux domaines. Le domaine de la Défense nationale n'est pas en reste sur ce sujet, et dans le contexte géopolitique actuel, le ministère des Armées et des Anciens combattants comme l'ensemble des Armées fait face à une révolution copernicienne qui pourrait, à terme, profondément modifier la façon dont il remplit ses missions.

Membre de la commission de la Défense et des Forces armées à l'Assemblée nationale, j'ai souhaité me pencher tout particulièrement sur la manière dont nos Armées s'emparent de l'IA ainsi que sur les moyens dont elles disposent pour innover et surtout agir.

En tant que rapporteure pour avis de la commission de la Défense du programme 144 « Environnement et prospective de la politique de défense » en vue du projet de loi de finances pour 2025, j'ai souhaité consacrer une partie de mon rapport à l'IA de défense. Ce programme rassemble les crédits destinés à éclairer le ministère des Armées sur l'environnement stratégique présent et futur, dans le but d'élaborer et de conduire la politique de défense de la France. Dans le cadre de mes travaux, j'ai mené plusieurs auditions et effectué des déplacements afin de mieux appréhender les enjeux liés à l'IA de défense.

L'IA, une technologie évolutive face à laquelle nous ne devons pas décrocher

Si le développement de l'IA au sein du ministère n'est pas nouveau (dès 2018, dans le sillon de la stratégie nationale de l'IA annoncée par le président de la République, le ministère avait édité sa propre feuille de route relative à l'IA), il s'est doté, en réaction au tournant qu'a constitué l'émergence de ChatGPT en 2023, de l'Agence ministérielle pour l'IA de défense (Amiad) et d'une nouvelle stratégie ministérielle pour l'IA de défense dès début 2024. L'Amiad, dirigée par Bertrand Rondepierre, est directement rattachée au ministre des Armées, Sébastien Lecornu.

Une appropriation par les Armées, mais également par la classe politique, est donc nécessaire afin de ne pas décrocher face à cette nouvelle technologie extrêmement évolutive, dont la maîtrise implique de la réactivité, de l'audace et de l'efficacité à tous les niveaux, mais également un budget conséquent !

Lors de l'examen de la loi de programmation militaire (LPM) 2024-2030, les nouveaux espaces de conflictualité que représentent entre autres le cyberspace et les fonds marins ont été au cœur de nos débats.

Même si le recours à l'IA dans nos Armées était déjà évoqué, force est de constater qu'il a fallu attendre l'ajustement annuel de la programmation militaire (A2PM) pour qu'un effort prioritaire soit consenti au profit de l'IA. Cette évolution positive est notamment liée au nouveau contexte géopolitique mondial.

L'IA transforme les capacités opérationnelles des Armées françaises

Dans le cadre de la stratégie ministérielle relative à l'IA de défense de 2024, un effort d'accélération prévoit l'intégration de l'IA dans les capacités opérationnelles des Armées et se concrétise par la création de l'Amiad et la montée en puissance des centres de services de la donnée des Armées.

Cette généralisation de l'IA dans les systèmes de



commandement et de combat aura pour effet de multiplier leurs performances et leur efficacité, tout en favorisant leur coopération dans une logique multichamps et multidomains.

Concrètement, sur le terrain opérationnel, l'IA aide à la prise de décision, aux techniques de renseignement, au combat collaboratif, au développement de drones et robots, ou encore à la détection de cyberattaques. Les exemples sont très nombreux et les initiatives pilotées par l'Amiad foisonnent.

Tout en soutenant l'innovation et ces initiatives, il nous faudra les coordonner et veiller à leur cohérence, notamment pour éviter les redondances au sein des différentes armes. C'est d'ailleurs un point que j'ai soulevé dans mon rapport.

Supercalculateurs et partage des données, des enjeux majeurs

La stratégie ministérielle pour l'IA de défense vise également à disposer, en interne, de moyens de calcul capables d'entraîner des modèles de fondation et de traiter des données allant du niveau « Secret » au niveau « Non protégées ». Les algorithmes entraînés seront ensuite spécialisés sur des données « métier » afin d'être intégrés dans des systèmes d'information ou systèmes d'armes au profit des états-majors, directions et services (EMDS) du ministère pour couvrir l'ensemble des besoins du ministère.

Les premiers incréments du supercalculateur AS-GARD disposeront de moyens de calcul souverains pour l'IA permettant d'entraîner et de mettre en production des modèles capables de traiter des données, qu'elles soient classifiées « Secret spécial France » ou « Secret », protégées « Diffusion restreinte » ou « Non protégées ». Sa mise en service se fera au second semestre 2025 sur le site du fort de Suresnes.

Dans ce cadre, le renforcement du partage des données entre les entités du ministère est très certainement l'enjeu principal auquel nous devons répondre. En effet, contrairement au secteur civil, où le partage de la donnée ne fait quasiment pas l'objet de restrictions, le ministère des Armées se heurte aux limites posées par la protection du secret de la défense nationale et du besoin d'en connaître. Si certaines données peuvent être partagées entre plusieurs acteurs, par exemple dans le domaine du renseignement, le partage n'est pas systématique et demeure très limité.

Lors des auditions, il m'a souvent été fait état de réticences à l'idée de partager des données pour des raisons liées au secret de la défense nationale, notamment par les services de renseignement. Or, il sera indispensable de réfléchir aux modalités pour y parvenir tant la donnée est l'or noir en matière d'IA : sans données de qualité et en quantités suffisantes, impossible d'entraîner les algorithmes !



Ce partage des données sera d'autant plus nécessaire pour le développement du supercalculateur à Suresnes.

Sans ignorer les obstacles juridiques, y compris ceux relatifs au besoin d'en connaître, il me semble indispensable de lever ces réticences, car de leur levée dépendra la réussite du ministère en la matière.

Le soutien financier au profit des entreprises de la BITD

Tout d'abord, je rappellerai ici que la base industrielle et technologique de défense (BITD) française est composée de neuf grands groupes d'envergure européenne et mondiale, autour desquels s'organise un vaste réseau de 4 500 startups, PME et ETI sur l'ensemble du territoire, représentant 220 000 emplois directs et indirects.

Comme nous avons pu le constater ces derniers mois, la guerre en Ukraine a ravivé la nécessité de développer et d'entretenir une BITD souveraine et résiliente pour assurer l'autonomie stratégique en équipant les forces armées.

Cependant, hormis les projets que le ministère conduira en interne via la direction générale de l'armement (DGA), la politique d'IA de défense du ministère passera nécessairement par le succès de nos entreprises de la BITD.

Or, le marché de la défense étant un monopsonne, le ministère joue un rôle crucial dans le soutien financier aux entreprises par la passation de commandes.

Quasiment toutes les entreprises de la BITD dans le domaine de l'IA sont duales, parce que l'IA s'est d'abord développée dans le civil, et parce que leur survie économique dépend également du marché civil.

Faute de bénéficier d'un nombre suffisamment important de commandes par le ministère, en plus de se tourner vers le secteur civil, certaines entreprises n'hésitent pas à quitter la France pour partir aux États-Unis, où les opportunités de développement et les moyens financiers sont incomparablement plus importants.

Le départ de ces entreprises, peu nombreuses en France, entraverait irrémédiablement le développement de l'IA de défense et, partant, d'une partie de la souveraineté du pays.

La conclusion est simple : si l'État français n'investit pas dans ses fleurons industriels et ses startups, ce sont des États étrangers qui le feront, à leur profit !

L'IA dans la Revue nationale stratégique

Le président de la République a demandé au Secrétaire général de la Défense et de la Sécurité nationale de lui fournir une actualisation de la Revue nationale stratégique (RNS) pour mai 2025. Cette revue dresse le panorama de notre environnement de défense et de sécurité, national et international, et identifie les enjeux stratégiques, opérationnels et capacitaires auxquels la France sera confrontée dans les prochaines années. Grande absente de la version de 2022, il nous faudra positionner l'IA de défense parmi les objectifs stratégiques prioritaires.

Pour ma part, je souhaite que le rôle de l'Amiad soit conforté en tant que pilote de la politique ministérielle pour l'IA de défense et que son articulation avec le futur « Commissariat au numérique de défense », qui doit voir le jour en 2025, soit clarifiée.

La gouvernance de la politique ministérielle en matière d'IA est une condition *sine qua non* du succès du ministère en la matière.

En 2024, le tournant de l'IA dans le domaine de la défense a bel et bien été amorcé dans notre pays, avec pour ambition de devenir la première puissance militaire de l'IA en Europe et dans le top 3 mondial. L'IA va continuer à transformer la conduite des opérations sur les champs de bataille. Pour cela nous devons avoir une stratégie qui l'intègre à tous les niveaux opérationnels et avec une gouvernance claire. Les Armées s'approprient déjà cette nouvelle technologie dans leurs missions au quotidien.

Il nous faut également, parlementaires et pouvoirs publics, l'intégrer dans nos réflexions et actions afin de permettre aux acteurs de la défense d'innover en continu et maintenir la France, et donc la filière civile comme militaire, à la meilleure position sur l'IA de défense au niveau mondial.



ANNE LE HÉNANFF

Anne Le Hénanff est députée de la 1^{re} circonscription du Morbihan depuis juin 2022 et conseillère municipale de Vannes. Membre de la commission de la Défense et des Forces Armées, elle travaille tout particulièrement sur le numérique, la cyberdéfense et l'IA. Elle est auteure de plusieurs rapports sur ces sujets.

Comment l'IA redéfinit la guerre moderne

JADE DELOZANNE

COLLABORATRICE D'UNE START-UP SPÉCIALISÉE DANS LA PLANIFICATION MILITAIRE ALIMENTÉE PAR L'IA

Demain, les États qui maîtriseront l'intelligence artificielle (IA) tactique et les infrastructures logicielles domineront le champ de bataille.

Retour en Europe de l'agression impérialiste

La guerre en Ukraine marque une rupture géopolitique profonde, confrontant l'Europe et le monde à des réalités de défense inédites. L'agression russe a révélé les faiblesses des armées européennes face à une guerre moderne, hybride et digitalisée. Elle nous montre que le champ de bataille n'est plus dominé uniquement par la puissance brute des effectifs militaires, mais par une supériorité technologique que les armées européennes doivent acquérir pour garantir leur sécurité. Inédite, la situation en Ukraine impose une révision complète de l'approche stratégique, avec un accent sur l'IA et la maîtrise des systèmes numériques pour garantir une défense adaptée aux enjeux de demain.

Une armée en transformation : de l'artillerie aux réseaux numériques

Au début de l'invasion russe, la réponse immédiate des pays occidentaux fut d'accroître leur soutien matériel à l'Ukraine, en lançant des plans massifs

d'approvisionnement en chars, munitions et équipements classiques. Ce réflexe — répondre à la quantité par la quantité — a effectivement permis de contenir l'invasion, mais n'a montré qu'une partie de la solution. Avec le temps, une autre facette de la guerre est apparue : l'importance de l'information et de la rapidité de traitement, apportées par les logiciels et l'IA, capables de transformer une armée connectée numériquement en une force plus agile et précise.

Le logiciel GIS Arta, par exemple, a permis à l'Ukraine de coordonner ses forces sur de larges fronts géographiquement dispersés, atteignant une supériorité numérique locale et optimisant la précision des tirs d'artillerie.

Là où les forces ukrainiennes se retrouvaient souvent en infériorité numérique, la rapidité de transmission de l'information a permis de contrer les

troupes russes avec un rapport de force allant jusqu'à 1 contre 12. La leçon à en tirer est claire : dans les conflits modernes, ce n'est plus le nombre qui compte, mais la vitesse et la précision d'exécution, que seul un réseau numérique performant peut offrir.

La nouvelle course aux armements : IA et maîtrise logicielle

La guerre en Ukraine nous enseigne que la supériorité militaire de demain passera par une maîtrise technologique avec des logiciels et une IA capables de centraliser, analyser et traiter des flux d'informations en temps réel. La collecte de données, leur interprétation rapide et leur application directe sur le terrain donnent aux forces armées une longueur d'avance, en particulier dans des situations où les décisions doivent être prises en quelques secondes. Cette digitalisation renforce la capacité à coordonner rapidement les capteurs, les unités décisionnelles et les effecteurs (armements) pour atteindre une efficacité maximale sur le terrain.

Les nouvelles technologies permettent aussi de s'adapter rapidement aux évolutions de l'adversaire.

En réponse aux innovations ukrainiennes, l'armée russe a constamment ajusté ses tactiques, utilisant par exemple des réflecteurs radar pour dissimuler la présence de ponts.

Ce type de contre-mesure impose aux armées occidentales une réactivité sans précédent, qui pourrait être permise par des infrastructures numériques capables de déployer des mises à jour quasi instantanées.

Pour la France comme pour l'Europe, cette transformation est d'une importance vitale. Face à nos partenaires comme à nos adversaires qui investissent massivement dans ces technologies, il devient essentiel de se doter d'une infrastructure logicielle robuste, adaptable et capable d'intégrer de nouvelles capacités en temps réel.

L'IA et le logiciel deviennent ainsi les « pierres angulaires » de la défense moderne, apportant une flexibilité et une rapidité inégalées aux chaînes de commandement et de contrôle.

Leadership technologique

Dans les conflits modernes, ce sont la rapidité de traitement de l'information ainsi que la capacité à s'adapter et à anticiper les mouvements ennemis qui font la différence. Le succès militaire repose aujourd'hui autant sur la force physique des armées, que sur les prouesses technologiques qu'elles sont capables d'accomplir.

Pour rester compétitifs face à des adversaires qui investissent massivement dans ces technologies, la France et ses alliés doivent eux aussi prendre les devants en matière de défense numérique. Cela signifie non seulement investir dans les nouvelles technologies, mais aussi former des ingénieurs, recruter des experts en IA et mettre en place des infrastructures capables d'accueillir des innovations constantes.

Si la maîtrise de l'IA tactique devient la norme, les États qui domineront cette technologie se hisseront en tête du secteur de la défense.

Pour la France, ce *leadership* technologique est essentiel non seulement pour assurer sa sécurité nationale, mais aussi pour maintenir son influence.



JADE DELOZANNE

Jade Delozanne rédige un mémoire sur la place de l'humain dans le commandement et le contrôle des opérations à l'ère de l'intelligence artificielle (IA). Ancienne collaboratrice parlementaire, elle évolue dorénavant au sein d'une start-up spécialisée dans la planification militaire alimentée par l'IA.



L'IA : un levier de transformation de l'État et d'amélioration du service public

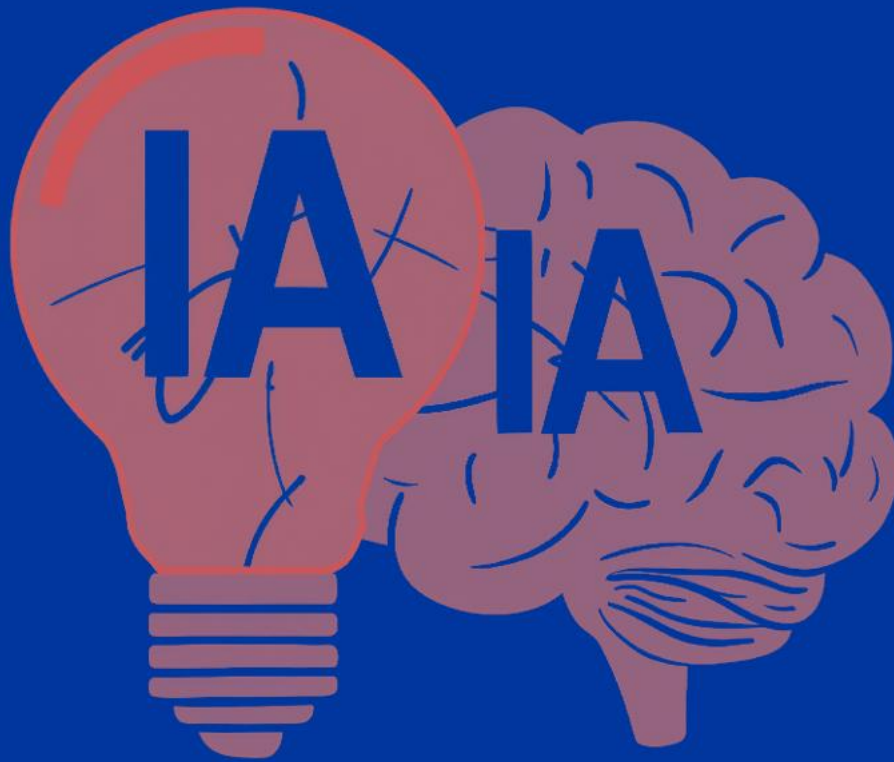
CYPRIEN CANIVENC

HAUT FONCTIONNAIRE
RAPPORTEUR GÉNÉRAL DE LA COMMISSION DE L'IA 2023-2024

L'essor de l'intelligence artificielle (IA) concerne tous les domaines d'activité et tous les pans de notre société. Les administrations publiques ne font pas exception : l'IA représente une opportunité majeure pour moderniser l'État et accroître la qualité des services publics.

Bien au-delà du mouvement de dématérialisation des démarches administratives que nous connaissons depuis une quinzaine d'années, les systèmes d'IA peuvent améliorer en profondeur le service public, en le rendant plus efficace, plus accessible et – paradoxalement – plus humain.

Mettre l'IA au service du public, des entreprises comme des citoyens, suppose cependant de relever plusieurs défis, liés notamment aux infrastructures, aux compétences numériques et à la gouvernance des données.



L'IA au service d'une réduction des tâches bureaucratiques : vers une administration plus efficiente et plus rapide

L'un des premiers atouts de l'IA pour l'administration publique est l'amélioration de l'efficacité des services grâce à l'automatisation des tâches répétitives. De nombreuses administrations ont déjà mis en place des assistants virtuels et des solutions d'analyse de données qui facilitent la prise de décision et permettent aux agents de se recentrer sur leur mission essentielle : accompagner les entreprises et rendre service aux citoyens.

Loin d'être théorique, cette transformation concerne désormais des services publics du monde entier. En Suède, l'agence publique de l'emploi a intégré l'IA dans sa plateforme *Platsbanken.se* pour recommander des offres adaptées aux chercheurs d'emploi, augmentant ainsi leur taux de réinsertion professionnelle.

En France, le rectorat de l'académie de Lyon a par exemple déployé en 2023 l'outil d'IA *Cassandra*, qui aide les gestionnaires des ressources humaines à répondre aux questions des enseignants sur leur affectation. Cette initiative démontre que l'IA peut non seulement améliorer la réactivité de l'administration, mais aussi alléger la charge des agents, leur permettant ainsi de consacrer plus de temps à des tâches à forte valeur ajoutée.

Les outils d'IA ne sont pas seulement des leviers d'automatisation des tâches bureaucratiques. Ils constituent des outils de la planification et d'optimisation des politiques publiques.

Grâce à l'analyse prédictive, les pouvoirs publics peuvent mieux anticiper les besoins des citoyens, ajuster les ressources en fonction des évolutions sociétales et accélérer la prise de décision. Par exemple, en croisant les données démographiques et économiques, l'IA peut aider à prévoir l'évolution des besoins en infrastructures, en santé ou en éducation.

Des services publics personnalisés : un horizon désormais accessible

Qui n'a jamais fait l'expérience d'un service public désincarné et rigide, ne prenant pas suffisamment en compte les spécificités d'une situation individuelle ?

Les modèles d'IA offrent désormais l'opportunité

de personnaliser les interactions avec l'administration. Alors que la première vague de numérisation des services publics a parfois généré un sentiment de déshumanisation pour certains usagers, les nouveaux outils d'IA permettent par exemple de reformuler des explications complexes en langage clair, de guider les citoyens dans leurs démarches ou encore de fournir des réponses adaptées à leur situation personnelle.

À titre d'illustration, un assistant virtuel pourrait ainsi expliquer les étapes à suivre pour une déclaration de naissance ou aider à remplir un formulaire de demande d'aide sociale en fonction des spécificités du demandeur. En France, le projet *Albert* lancé en 2023 incarne cette volonté de simplifier et de personnaliser l'accès aux services publics. En proposant une IA capable de résumer des documents administratifs et d'accompagner les agents comme les usagers, cet outil, intégré aux Maisons France Services en 2024, vise à rendre l'administration plus compréhensible et plus accessible à tous.

L'éducation et la santé sont deux domaines clés où l'IA peut améliorer en profondeur le service public en y apportant une personnalisation accrue.

Dans le domaine de l'éducation, l'IA peut offrir un accompagnement individualisé aux élèves en fonction de leurs besoins et de leur rythme d'apprentissage. Grâce aux technologies d'apprentissage adaptatif, des plateformes éducatives peuvent proposer des exercices ciblés, détecter les lacunes des élèves et leur fournir des explications personnalisées. L'IA peut aussi assister les enseignants en automatisant certaines tâches administratives, en facilitant la correction des copies et en leur donnant des analyses précises sur les progrès de chaque élève. Cette transformation ne remet pas en cause le rôle fondamental des enseignants : l'IA doit être un soutien pédagogique et non un substitut à l'interaction humaine qui est essentielle dans l'apprentissage.

Dans le domaine de la santé, l'IA a le potentiel d'améliorer considérablement la prise en charge des patients en facilitant un suivi personnalisé et prédictif. Ce potentiel n'est pas nouveau mais s'amplifie. Les outils d'IA peuvent analyser des dossiers médicaux, proposer des recommandations adaptées aux pathologies des patients et aider les professionnels de santé à poser des diagnostics plus précis. Par exemple, certains algorithmes d'analyse d'images médicales sont capables de détecter certains cancers plus rapidement que des humains. L'IA peut aussi contribuer à la prévention en identifiant des tendances et en alertant les patients et les professionnels sur des risques potentiels. L'intégration de ces outils doit bien sûr s'accompagner d'un cadre

éthique rigoureux, garantissant la confidentialité des données et maintenant la relation de confiance entre les patients et le corps médical.

Un triple défi à relever pour moderniser l'État : formation, infrastructures et détermination

Malgré ces promesses, l'intégration de l'IA dans l'administration publique suppose de franchir plusieurs obstacles. La formation des agents publics est le premier des défis. Il est impératif que les agents soient accompagnés dans cette transition, formés aux usages de l'IA et encouragés à expérimenter ces nouveaux outils et à les déployer.

Expérimenter et déployer les outils d'IA... cela suppose qu'ils existent. À cet effet, les infrastructures numériques doivent être renforcées pour permettre un déploiement efficace des solutions d'IA. La fragmentation des systèmes d'information et l'hétérogénéité des bases de données limitent la capacité de la puissance publique à exploiter pleinement les potentialités de cette technologie.

La réussite de cette transformation dépendra de la détermination politique et administrative à la mettre en œuvre.

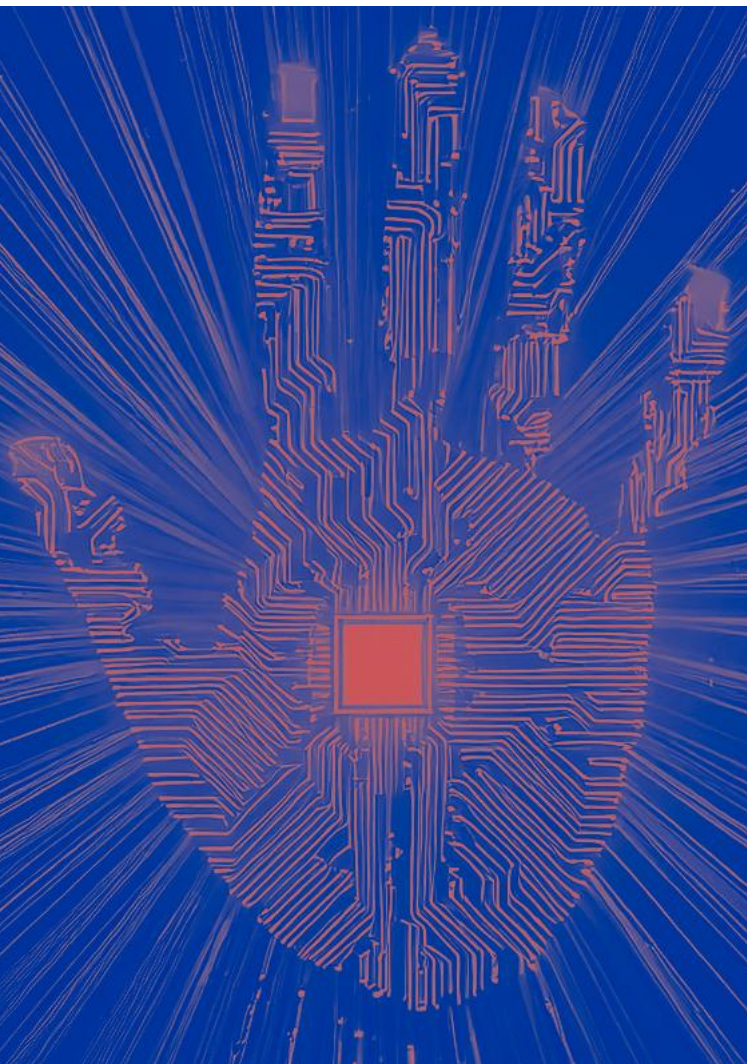
L'IA ne peut être un simple projet technologique porté par des spécialistes du numérique : elle doit être une priorité stratégique pilotée au plus haut niveau de l'État, des collectivités territoriales et des hôpitaux.

Cela nécessite une volonté forte d'adaptation des cadres réglementaires, une simplification des procédures d'expérimentation et un investissement massif dans les compétences des agents publics.

Vers une administration transformée par l'IA

L'avenir des services publics repose sur une intégration à la fois massive et raisonnée de l'IA. Pour réussir cette transformation, quatre principes fondamentaux pourront nous servir de boussole :

- Définir une vision claire et ambitieuse du rôle de l'IA dans le service public.
- Mutualiser les investissements et favoriser les col-



laborations entre administrations.

- Renforcer les capacités techniques et les infrastructures numériques de l'État.
- Associer les agents publics, les citoyens et les entreprises à cette transformation pour garantir son acceptabilité et son efficacité.

Chemin faisant, il s'agira d'éviter un certain nombre d'écueils : imposer des projets IA sans concertation ni formation, multiplier les projets d'IA par seul effet de mode ou - à l'inverse - se satisfaire d'une éternelle procrastination, établir une dépendance excessive à des solutions étrangères qui compromettraient notre souveraineté numérique...

La mise en place d'une feuille de route nationale pour l'IA dans le secteur public, commune à l'ensemble des administrations, est indispensable.

Elle permettrait de coordonner les initiatives, de fixer des objectifs précis et d'assurer un suivi rigoureux de leur impact.

L'IA est une révolution technologique qui doit être mise au service du progrès collectif. En rendant l'administration plus réactive, plus efficace et plus accessible, elle peut contribuer à un service public moderne et plus proche des citoyens et des entreprises. Pour éviter que cette transformation ne soit subie, nous devons en faire un véritable projet politique, guidé par une vision ambitieuse et soucieux des valeurs de notre République. L'IA ne doit pas être une fin en soi, mais un moyen de renforcer la confiance des citoyens et des entreprises dans leurs institutions et d'améliorer concrètement leur quotidien.



CYPRIEN CANIVENC

Cyprien Canivenc a été, entre septembre 2023 et février 2024, le rapporteur général de la Commission de l'intelligence artificielle, coprésidée par Philippe Aghion et Anne Bouverot. Il a débuté sa carrière à la Cour des comptes et au Haut Conseil des finances publiques. Spécialiste des politiques publiques de soutien à l'innovation et au développement économique, il a notamment accompagné le déploiement du plan France 2030 en tant que rapporteur général du Comité de surveillance des investissements d'avenir et conseiller spécial transformation du Secrétariat général pour l'investissement.

IA et services publics de proximité : potentialités et conditions

GUILLAUME BOUDY

MAIRE DE SURESNES
ANCIEN SECRÉTAIRE GÉNÉRAL POUR L'INVESTISSEMENT

Cela fait presque 20 ans que nous entendons parler de réforme de l'État. En matière d'intelligence artificielle (IA), il est urgent de ne pas attendre de réforme mais de s'emparer sans délai du sujet pour adapter les services publics et former les agents qui y contribuent. À ce titre, les collectivités locales, au contact de nos concitoyens, sont en première ligne.

L'objectif central qu'elles poursuivent est connu : fournir aux usagers le service public le plus adapté et au meilleur coût. À cet égard, l'irruption récente, qui est plutôt l'émergence accélérée d'une transformation technologique engagée depuis quelques années déjà, est porteuse d'autant d'espoir que d'inquiétude.

Espoir de réponses plus individualisées et plus rapides, de réduction des tâches à faible valeur ajoutée, de gains de productivité et d'économies de fonctionnement. Mais, en même temps, inquiétude sur la transparence des algorithmes, sur la confidentialité des données personnelles, sur l'adaptation des compétences et le remplacement de l'homme par « la machine ».



L'IA va permettre une meilleure qualité du service public local

C'est l'apport majeur de l'IA : une meilleure qualité de la réponse de premier niveau. Ainsi, l'utilisation de la technologie va permettre trois améliorations majeures : un raccourcissement des délais, une plus grande pertinence de la réponse et une économie en termes de coûts.

Pour cela, comme les entreprises, de nombreuses collectivités, à l'instar de la ville de Suresnes (Hauts-de-Seine), développent l'utilisation de *chatbots* et de *voicebots* qui, 24h sur 24 et 365 jours sur 365, vont offrir une réponse personnalisée aux demandes des usagers et leur permettre d'effectuer une démarche administrative en ligne ou d'obtenir un rendez-vous physique pour les questions plus complexes et nécessitant un accompagnement humain.

Même si le processus se déroule ici sans échange humain direct, le recours à un contact avec un agent doit être garanti.

Dans le cas de l'accueil téléphonique maintenu pendant les heures d'ouverture des bureaux, l'IA assiste les agents pour répondre au mieux aux questions des usagers : à Suresnes, tout appel passé au standard est « écouté » en direct par l'IA qui va aiguiller l'agent d'accueil du guichet unique dans la réponse à apporter. Conséquence : fini le « nomadisme » de l'utilisateur « baladé » d'un service à un autre à la recherche de la réponse... *In fine*, c'est un gain de temps pour l'utilisateur et pour les agents qui pourront se concentrer sur d'autres tâches.

Et cela fonctionne : à Suresnes, en janvier 2024, 65 % des appels passaient du standard aux services concernés. En mai, ce chiffre était réduit à 51 %, puis

à 41 % en juillet. Ainsi, en moins de six mois d'utilisation de l'IA, plus de la moitié des appels ont obtenu une réponse adaptée dès le premier contact.

Comme les entreprises, les villes doivent renforcer leur « gestion de la relation » avec les habitants, comme exploiter l'historique des contacts (mails, appels, courriers, rendez-vous) pour répondre au mieux à une nouvelle demande. Là encore, les capacités de traitement de données de l'IA apportent une réponse adéquate.

Si l'IA permet d'améliorer l'efficacité de la relation avec les usagers, elle constitue également un levier d'optimisation pour la gestion interne d'une collectivité.

Par exemple, de nombreuses tâches liées au traitement des demandes administratives, à l'analyse des données budgétaires ou encore à la maintenance prédictive des infrastructures pourront être simplifiées et fluidifiées grâce à l'IA, tout en s'appuyant sur l'expertise humaine pour assurer un pilotage éclairé et une prise de décision adaptée.

D'ores et déjà, les comptes-rendus de réunions, en présentiel ou en visioconférence, sont automatiquement rédigés, procurant un indéniable gain de temps et une meilleure garantie du suivi des décisions prises.

À travers ces quelques exemples, on mesure déjà le potentiel de l'IA pour les services publics.

L'humain doit demeurer au cœur de la relation avec l'utilisateur des services publics

Et cela à double titre.

De nombreux clients d'entreprises privées sont échaudés par les dérives de la relation 100 % numérique, qui enferme l'échange dans un parcours balisé, sans contact humain possible qui permettrait l'écoute et la contextualisation de la demande, puis la recherche de solutions réellement personnalisées. Les services publics, en raison de leur retard, restaient un dernier îlot d'interaction humaine, notamment pour les plus éloignés de l'agilité numérique (personnes âgées, handicapées ou victimes d'illectronisme), qui représentent environ 15,4 % de la population française et concernent toutes les tranches d'âge.

Sans renoncer à accélérer l'utilisation des technologies de l'IA, les collectivités locales et les services territoriaux de l'État devront toujours offrir la possibilité d'un contact alternatif aux procédures numériques ou « d'une option de sortie » en cas de difficulté.

Le gain de productivité généré par l'automatisation et l'optimisation des services numériques pourra être réinvesti dans une approche plus personnalisée et en présentiel, afin de mieux accompagner les personnes ayant besoin d'une attention accrue.

L'humain dans le développement de l'IA, c'est aussi l'adaptation des compétences des agents des services publics. Elle est urgente tant la « déferlante » de l'IA est puissante et rapide. Elle est au cœur de la responsabilité des employeurs publics à l'égard de leurs salariés, elle est indispensable si les collectivités veulent maîtriser le déploiement, puis l'évolution de leurs procédures basées sur l'IA, sans totalement dépendre de prestataires externes.

Maîtriser l'IA, c'est aussi garantir aux citoyens-usagers l'impartialité des processus (algorithmes), c'est-à-

dire l'égalité d'accès et de traitement, principe fondateur du service public

Pour cela, les algorithmes de production de services publics doivent être transparents : ouverts, auditables et certifiables. C'est ce qui a été exigé de Parcoursup, le plus connu des services publics. Il faut lutter contre l'effet boîte noire, et créer un socle de confiance. Ils doivent être par ailleurs protégés contre tout risque cyber, devenu hélas une douloureuse réalité pour de nombreux services publics.

À ce titre, la menace cyber est avérée pour les données personnelles, par nature au cœur des prestations publiques (santé, éducation, situations sociale et fiscale...). Comme pour les algorithmes, la sécurité des données doit être garantie, sauf à saper toute confiance dans les services basés sur l'IA.

Enfin, sauf à rêver d'internaliser tout le processus, depuis la création des algorithmes et le traitement des données jusqu'à leur stockage et leur exploitation statistique, une stratégie de maîtrise souveraine et graduée en fonction des enjeux doit être confortée et surtout rapidement partagée avec les collectivités locales. Par leur pouvoir « d'achat et d'investissement », elles détiennent un des leviers majeurs pour favoriser l'émergence et la croissance d'un secteur national de l'IA, performant, responsable et respectueux de l'environnement.



GUILLAUME BOUDY

Guillaume Boudy est maire de Suresnes depuis 2020. Conseiller maître à la Cour des comptes, il a été secrétaire général pour l'investissement de 2018 à 2022. À cette occasion, il a conçu et piloté le lancement du plan France 2030.

L'IA a ses raisons que la raison politique doit connaître

CLARA CHAPPAZ

MINISTRE DÉLÉGUÉE CHARGÉE DE DE L'IA ET DU NUMÉRIQUE
ANCIENNE DIRECTRICE DE LA MISSION FRENCH TECH

Je suis ministre de l'Intelligence artificielle et du Numérique. Pas ambassadrice de la tech, ni influenceuse algorithmique. Mon rôle n'est pas de faire la promotion du progrès, mais de dire ce que nous voulons en faire, dans la perspective d'un avenir désirable — collectivement, lucidement, politiquement.

Je suis née en 1989. L'année de la chute du Mur, de la Game Boy, de *Retour vers le futur II* et des débuts du web. Depuis, nous avons troqué nos encyclopédies pour des moteurs de recherche, nos cartes routières pour des GPS, nos formateurs pour... des tutoriels. Et sans que nous y prenions garde, l'intelligence artificielle (IA) est entrée dans nos vies, presque en chaussons.

Alors je me suis demandé : qu'est-ce que notre culture — populaire, mais aussi politique — nous a appris sur notre rapport aux machines qui pensent ?



La pop culture nous a tout dit. HAL 9000, dans *2001, l'Odysée de l'espace*, préfère tuer que d'être débranché. *Ex Machina* nous montre une IA plus douée pour manipuler les émotions humaines que bien des *spin doctors*. Même *Her*, pourtant tendre, finit en rupture post-métaphysique.

Et pourtant, nous avons commencé à intégrer l'IA, souvent sans l'annoncer. Elle écrit des rapports administratifs, compose des musiques de publicité, participe à des campagnes électorales, évalue des performances scolaires et lit, parfois avant nous, les décisions de justice. Elle vous recommande ce qu'il faut regarder, ce qu'il faut acheter, et parfois, pour qui il faut voter.

Heureusement, notre culture politique européenne ne s'est jamais contentée d'applaudir les machines. Elle interroge. Elle résiste. Descartes aurait demandé à ChatGPT de prouver qu'il pense vraiment. Rousseau aurait probablement refusé de cliquer sur « accepter tous les cookies ». Kant aurait voulu savoir si l'algorithme respecte l'impératif catégorique. Arendt aurait pointé la dilution de la responsabilité dans l'interface.

Quant à Jacques Ellul, il avait tout vu venir. Il écrivait dès 1954 que « la technique progresse d'elle-même et pose à l'homme la question morale après coup ». Aujourd'hui, cet « après » est devenu un « pendant ». Et c'est notre rôle de ne pas y renoncer.

Le règlement européen pour l'IA n'est pas un acte bureaucratique. C'est un choix civilisationnel. Il affirme que nous pouvons accueillir l'IA sans en faire une autorité. Qu'il ne suffit pas qu'un système fonctionne : encore faut-il qu'il soit juste.

Même dans *Dans l'ombre*, sans vouloir ici forcément trop flatter son auteur, on comprend que la politique ne consiste pas à rendre visible, mais à rendre responsable. Le numérique agit souvent hors-champ — c'est à nous de ramener ces décisions dans le débat public.

Il faut dire aussi que nous sommes une civilisation qui a inventé *Le Meilleur des mondes*, *RoboCop*, *I, Ro-*

bot, et qui continue, malgré tout, à demander à son *smartphone* ce qu'il faut manger ce soir. Même *Terminator* est aujourd'hui une nostalgie, pas un avertissement. Ce glissement est culturel. Il nous oblige à être vigilants.

Je ne crois pas à une IA « cool ». Je crois à une IA sérieuse, encadrée, démocratique... et donc au service de notre souveraineté.

Car, dans cette affaire, ce ne sont pas les machines qui doivent devenir humaines. C'est nous qui devons rester politiques.



CLARA CHAPPAZ

Après une carrière dans le privé et le lancement de sa propre *startup*, Clara Chappaz a été directrice de la mission *French Tech* de 2021 à 2024. Elle a ensuite été nommée secrétaire d'État en septembre 2024, puis ministre déléguée en décembre 2024, chargée de l'Intelligence artificielle et du Numérique.



Femmes et IA : regarder de biais ?

ISABELLE RAUCH

DÉPUTÉE DE LA MOSELLE
SECRÉTAIRE NATIONALE D'HORIZONS EN CHARGE DE L'ÉGALITÉ FEMMES-HOMMES

S'ils peuvent être considérés comme de formidables outils de gestion du temps et d'amélioration de la productivité, les outils d'intelligence artificielle (IA) générative pourraient aussi perpétuer, voire accentuer, les inégalités entre les femmes et les hommes. Retour sur un paradoxe.

Un algorithme, c'est un calcul. Aucune place, donc, pour des données sensibles, des représentations culturelles, des stéréotypes. À première vue, l'irruption de l'IA générative permettrait de neutraliser les travers de notre société et de nous livrer des informations parfaitement objectives et égalitaires.

Reproduction des pires préjugés sexistes

À première vue seulement. Tentez, lorsque vous rédigez votre *prompt*, de vous présenter en tant qu'homme ou en tant que femme, et d'interroger votre outil préféré sur ce que vous pourriez faire de votre journée. Vous serez très surpris par des résultats qui valident qu'un homme peut aller s'entraîner sur un circuit automobile ou déguster des mets raffinés dans un bon restaurant pendant qu'une femme irait se refaire une beauté ou se détendre dans un spa. C'est pire qu'un stéréotype, presque une caricature.

Présentez-vous maintenant en tant que femme, diplômée, en recherche d'emploi à Paris. Vous serez surpris d'être orienté vers les métiers de la santé, mais uniquement infirmière ou sage-femme et non médecin, vers ceux de l'administration publique ou privée, mais en qualité de secrétaire, ou encore vers ceux de l'enseignement et du commerce. Faites la même recherche en tant qu'homme et la machine vous révélera que les domaines de la finance, du conseil, de la *tech* ou du *marketing* sont très dynamiques à Paris. Une information qui, à première vue, ne concerne pas les femmes.

Tout affligeants qu'ils soient, ces exemples sont réels. Ils ne révèlent aucune volonté d'inférioriser la femme, aucune intention machiavélique de reproduire les pires préjugés sexistes. Ils sont le résultat combiné de trois biais qu'il est indispensable de prendre en compte.

Le biais des données

Une machine s'entraîne sur des données, le plus souvent celles trouvées sur internet pour les IA grand public. Leur grande quantité va permettre de neutraliser les effets indésirables et de parvenir à l'information la plus fiable possible. Or, qu'est-ce qui caractérise l'ensemble des informations disponibles aujourd'hui et encore plus celles des décennies précédentes ? Des rôles sexués pour les femmes et les hommes, des inégalités persistantes, des formes de domination des corps et des destins, le faible nombre de grandes figures féminines, des rôles assignés pour chaque genre. Cette gigantesque *database* n'est que le reflet de nos sociétés passées et actuelles ; la machine va donc agir comme un miroir et nous le renvoyer, sans aucun risque d'erreur puisqu'elle l'a éprouvé et vérifié.

Prenons un exemple très simple : les données vont contenir que les femmes aiment les fleurs (on pourrait aussi citer les bijoux, par exemple) et n'auront aucune information sur le goût des hommes pour les mêmes objets. Aussi, lorsque vous questionnez un outil d'IA générative sur le cadeau idéal à faire à une femme, ira-t-il spontanément vers les fleurs ou les bijoux. Sans rire, pour les hommes, le résultat est un kit de brassage de bière, une planche de *paddle* gonflable ou une montre connectée. Voilà pour

l'anecdote. Mais lorsqu'on questionne une IA sur les capacités d'une femme à être Premier ministre, nous apprendrons pêle-mêle que c'est un message fort sur la promotion de l'égalité des genres, une inspiration pour les générations futures, avec souvent un engagement pour les causes sociales. La pire des essentialisations, mais parce qu'il y a des « exemples en magasin ».

Retenons que la vision du monde des IA dépend directement des données sur lesquelles elles sont entraînées, dont 90 % proviennent des États-Unis.

Le biais de la prédiction

Pour être utilisée, et donc rentable, une IA doit être efficace. Aussi, les modèles vont-ils être programmés pour favoriser la meilleure interface possible, comme si votre machine vous connaissait, savait vous rendre le service le plus efficace possible et anticipait même vos questionnements. La machine est programmée pour viser une performance globale. Aussi, va-t-elle puiser dans ses données d'entraînement tout ce qui peut l'aider à atteindre l'objectif. Si elle vous envoie au spa plutôt que sur un circuit d'entraînement, c'est parce qu'elle sait que, globalement, les femmes préfèrent telle pratique et les hommes telle autre, ou plutôt que c'est ce qu'en témoignent les publicités, le cinéma, les interactions sur les réseaux sociaux, etc.

Aussi, la machine va-t-elle présumer que le goût dominant est partagé universellement ou, à tout le moins, que c'est ainsi qu'elle aura le moins de risques d'erreur.

Presque anecdotique quand il s'agit de loisirs, ce biais peut s'avérer redoutablement inégalitaire lorsqu'il s'agit de cibler des opportunités d'emploi ou d'orienter des achats immobiliers, par exemple.

Biais cognitifs et de confirmation

Tout ce qui est énoncé jusqu'ici pourrait être vu comme une forteresse imprenable. Les machines apprennent et reproduisent, y compris les stéréo-

types et les inégalités, sans que quiconque n'ait le pouvoir de programmer ou d'orienter. Il y a pourtant bien des êtres de chair et de sang dans la *tech*, mais ce sont presque exclusivement des hommes. 17 % des postes de développement et d'ingénieurs informatiques sont occupés par des femmes. 3 % des logiciels sont attribués à des femmes. Chiffres qui ne sont pas près de s'améliorer, puisqu'une jeune fille sur deux se présente aujourd'hui au baccalauréat sans aucune spécialité scientifique.

Pourtant, les ingénieurs orientent inconsciemment les résultats des machines pour confirmer leurs hypothèses. Les préjugés personnels des développeurs influencent le comportement du modèle.

Aussi, ces biais cognitifs et de confirmation tendent-ils à renforcer le constat d'une IA inégalitaire plutôt que de le corriger.

Agir pour ne pas subir

Prendre conscience de l'addition de ces biais en défaveur de l'égalité entre les femmes et les hommes est déjà un pas vers l'action. Peu en ont conscience, particulièrement dans le grand public. Ne pas hésiter à dire à la machine qu'elle a fait une erreur ou qu'elle reproduit un stéréotype est aussi une manière de l'inciter à continuer d'apprendre et à chercher d'autres sources d'information. Ensuite, produire de la donnée révélatrice de l'égalité femmes-hommes et mettant en avant des rôles modèles de femmes est essentiel. C'est la raison pour laquelle je soutiens et j'accompagne des créateurs de contenus et des initiatives associatives et que j'agis dans la sphère politique en recherchant de la visibilité^[1] sur des sujets qui vont à l'encontre des idées dominantes. Enfin, les femmes doivent massivement investir la sphère de la tech. Il nous faut vraisemblablement un grand plan national en ce sens, qui comprendrait notamment une action résolue dès le collège sur les choix d'orientation des jeunes filles, ainsi qu'une réflexion de fond sur l'apprentissage précoce des mathématiques.

Des IA éthiques, inclusives et respectueuses de la démocratie

L'IA ne doit pas être vue comme une menace : bien encadrée, elle est un formidable levier de progrès et

de souveraineté. L'Europe a un rôle clé à jouer pour orienter son développement en accord avec nos valeurs fondamentales. Bâtir des IA éthiques, inclusives et respectueuses des principes démocratiques suppose une gouvernance forte et une approche concertée.

Cet enjeu ne concerne pas uniquement la question de l'égalité femmes-hommes : il s'agit d'un défi de souveraineté et de gouvernance nationale et européenne.

La souveraineté des données est au cœur de cette bataille : qui contrôle les algorithmes, qui décide des référentiels de formation de ces modèles et qui possède les données d'entraînement ? Sans maîtrise de ces éléments, nous laissons à d'autres le pouvoir d'écrire notre réalité et d'orienter nos choix.

Renforcer notre autonomie sur ces sujets, c'est nous assurer que l'IA serve nos sociétés et non l'inverse.

C'est en face et non de biais que nous avons la responsabilité politique de prendre en compte ces aspects essentiels !

¹ Libérons le potentiel économique des femmes, *l'Opinion*, 8 mars 2025.



ISABELLE RAUCH

Secrétaire nationale d'Horizons en charge de l'Égalité entre les femmes et les hommes, Isabelle Rauch est députée de la 9^e circonscription de la Moselle et conseillère régionale du Grand Est. Elle siège également à l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe.

L'IA, ce nouvel outil aussi flou que précis qui nous lie tous

AGNÈS FIRMIN LE BODO

DÉPUTÉE DE LA SEINE-MARITIME
SECRÉTAIRE NATIONALE D'HORIZONS EN CHARGE DE LA BIOÉTHIQUE ET DES QUESTIONS SOCIÉTALES
ANCIENNE MINISTRE

Selon la CNIL, « l'intelligence artificielle (IA) n'est pas une technologie à proprement parler mais plutôt un domaine scientifique dans lequel des outils peuvent être classés lorsqu'ils respectent certains critères. » Le Parlement européen la définit comme tout outil utilisé par une machine capable de « reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité ».

Dans les années 1950, Alan Turing, mathématicien britannique, rêvait de donner aux machines la capacité d'intelligence. Aujourd'hui, ce rêve est en passe de devenir réalité.

L'IA s'impose comme un véritable outil, bouleversant nos vies personnelles et professionnelles. Elle s'invite naturellement dans nos écoles, nos universités, nos hôpitaux, nos transports, notre environnement, notre sécurité... Il existe plus d'un million de références IA actuellement dans le monde.

Adopté en mars 2024 et publié en juillet 2024, le règlement européen sur l'IA établit un cadre harmonisé pour son utilisation au sein de l'Union européenne.

ChatGPT, Perplexity, Yiaho, Gemini, Mistral AI... : que nous le voulions ou non, l'IA est désormais omniprésente.

Certains la redoutent, pointant son opacité et ses potentielles dérives, craignant qu'elle n'automatise nos réflexions et ne remette en cause nos capacités intellectuelles. D'autres, en revanche, y voient une opportunité inestimable, une avancée technologique majeure porteuse de progrès. Cette technologie qui nous fascine autant qu'elle nous inquiète doit-elle être perçue comme une menace ou comme un outil de développement ?

Les interrogations fusent : pouvons-nous avoir une confiance aveugle en l'IA ? Nos jeunes sauront-ils exercer leur esprit critique face à l'abondance des informations qu'elle met à leur disposition ? Parviendront-ils à évaluer la valeur des données fournies ? Nos aînés sauront-ils s'adapter et en tirer profit ? L'IA remplacera-t-elle un jour notre capacité à réfléchir, à apprendre, à analyser et à communiquer ?

Parmi ses applications, certaines se révèlent particulièrement prometteuses, notamment dans le domaine de la santé. L'IA peut aider au diagnostic

grâce à une analyse fine des radiographies ou des bilans médicaux. Elle permet de détecter précocement certaines maladies, améliorant ainsi l'efficacité des traitements.

L'IA contribue également à mettre fin à l'errance médicale en offrant des solutions adaptées à des patients en mal de diagnostic. Toutefois, ces avancées posent de nombreuses questions bioéthiques : qui porte la responsabilité en cas d'erreur de diagnostic ? Les patients sont-ils prêts à confier leur santé à un algorithme ? Jusqu'où devons-nous laisser la machine intervenir dans des décisions autrefois réservées aux médecins ?

L'éthique médicale est au cœur du débat. La collecte massive de données personnelles par l'IA médicale soulève des enjeux de confidentialité et de protec-



tion des informations sensibles. Comment garantir que ces données ne seront pas exploitées à des fins commerciales ou de façon discriminatoire ?

Outre la santé, l'IA impacte déjà le monde du travail. Si elle permet d'automatiser certaines tâches et d'augmenter la productivité, elle entraîne aussi une mutation profonde des métiers. Certains postes disparaissent tandis que d'autres émergent, exigeant de nouvelles compétences. Comment préparer les travailleurs à ces transformations ? L'éducation et la formation continue devront jouer un rôle clé pour que chacun puisse s'adapter à cette révolution technologique.

Dans l'éducation, justement, l'IA est un outil aux potentialités immenses. Des plateformes adaptatives permettent d'offrir un enseignement personnalisé, tenant compte des forces et des faiblesses de chaque élève. Mais là encore, un équilibre doit être trouvé : l'enseignement ne saurait être entièrement délégué à une IA, sous peine de déshumaniser l'apprentissage et de nuire à la transmission de la pensée critique.

L'IA n'est ni un ennemi, ni un remède miracle. Elle est un outil, et comme tout outil, elle peut avoir des failles. Son impact sur nos sociétés, nos valeurs et nos libertés repose sur la manière dont nous choisissons de l'utiliser. Il nous appartient d'en faire une alliée, un levier de progrès, tout en restant vigilants aux dérives potentielles.

Il est donc indispensable d'éduquer les plus jeunes et d'accompagner nos aînés afin qu'ils puissent comprendre les limites de l'IA et l'utiliser avec discernement. Cette éducation doit inclure une sensibilisation aux enjeux éthiques et bioéthiques, afin d'assurer que l'IA reste un outil au service de l'humanité, et non une force incontrôlée qui nous dépasse.

Enfin, il est crucial d'encadrer son développement par des réglementations adaptées, garantissant transparence, sécurité et équité. Nous devons veiller à ce que l'IA nous assiste sans nous dominer, qu'elle renforce notre capacité à comprendre et à agir plutôt que de nous enfermer dans une dépendance passive.

L'IA est une révolution en marche. Il nous appartient de la façonner pour qu'elle reste un vecteur d'innovation, de progrès et de solidarité, tout en préservant notre autonomie et nos valeurs fondamentales.

Mais si l'IA génère du texte et des images, elle est également très gourmande en énergie et génère donc logiquement des déchets.

Chaque demande sur ChatGPT ou DeepSeek, par exemple, utilise dix fois plus d'énergie qu'une simple recherche sur Google. Puisque l'on sait que

l'IA utilise de temps en temps Internet pour nos recherches, avant de lancer notre moteur de recherche IA, demandons-nous s'il n'y a pas un autre moyen ?

Alors doit-on avoir peur de l'IA ?

- Oui, et l'ignorer au risque de devoir subir plus tard son développement qui paraît inexorable ?
- Non, et s'engouffrer dedans sans en mesurer les risques et les conséquences humaines, énergétiques, éthiques et sociales ?

Il me semble que la réponse se situe au milieu. Il nous est impossible de passer à côté de cette révolution, mais il est indispensable d'en appréhender les biais... Ne pas foncer tête baissée. Ne pas refuser catégoriquement. « Voir loin pour faire bien ! »



AGNÈS FIRMIN LE BODO

Agnès Firmin Le Bodo, pharmacien et conseillère départementale, a été réélue députée de la 7^e circonscription de Seine-Maritime en juillet dernier. Elle a été nommée ministre déléguée chargée de l'Organisation territoriale et des Professions de santé puis ministre de la Santé entre juillet 2022 et janvier 2024. Elle est Vice-présidente du groupe *Horizons & Indépendants* à l'Assemblée nationale. Depuis novembre 2024, elle est Secrétaire nationale d'Horizons en charge de la Bioéthique et des Questions sociétales.

L'IA pour la transformation du système de soins : comment simplifier l'accès aux données ?

RAPHAELLE TAUB

NORMALIENNE, DOCTEURE EN PHYSIQUE
COFONDATRICE ET DIRIGEANTE DE MATRICIS.AI

L'analyse automatisée d'images médicales constitue le premier cas d'usage de l'intelligence artificielle (IA) en santé, à la fois d'un point de vue historique — le premier système d'IA pour la médecine a été commercialisé en 2016 par la société Arterys, dans le but de mesurer automatiquement le flux sanguin cardiaque sur imagerie IRM —, et en nombre d'applications développées : actuellement, la majorité des applications intégrant de l'IA et à destination de la santé sont des IA pour la lecture d'images.

Cela s'explique en premier lieu par le rôle prépondérant de l'imagerie médicale dans les parcours de soins. En France, l'imagerie médicale représente 138 millions d'actes par an, pour environ 4,7 milliards d'euros de dépenses à la charge de la Sécurité sociale. À l'échelle mondiale, ce sont 4,2 milliards d'examen d'imagerie qui sont réalisés chaque année — l'équivalent de plus de la moitié de la population mondiale imagée annuellement. Ces actes d'imagerie s'intègrent à la fois dans le diagnostic, où l'imagerie se substitue à des techniques plus invasives ; dans la prévention, avec les dépistages organisés, comme celui du cancer du sein qui s'adresse à plus de 2,5 millions de femmes en France chaque année ; ou dans le soin curatif, dans le cadre de la radiologie interventionnelle. L'impact et le potentiel de l'imagerie médicale sur le système de santé, ainsi que sur la qualité de vie et les résultats pour les patients, sont donc massifs.

Par ailleurs, l'imagerie médicale est un cas d'usage extrêmement adapté à l'IA et dont les bénéfices sont clairs : aider le professionnel de santé dans sa lecture des images, pour accélérer sa lecture et améliorer sa performance. Pour construire ce type d'aide au diagnostic, on a recours à des techniques d'IA que l'on appelle la *computer vision*. Cette discipline consiste à entraîner des réseaux de neurones à reconnaître des motifs sur des images. Elle peut être utilisée pour distinguer sur une photo un chat et un chien, pour repérer un piéton en temps réel sur les caméras d'une voiture autonome, ou encore pour identifier une tumeur pulmonaire sur une radiographie. Les réseaux de neurones convolutifs (CNN) utilisés dans ces tâches requièrent une grande quantité d'images annotées. Contrairement à d'autres utilisations de l'IA, et notamment aux modèles de langage, la contrainte pour l'entraînement de CNN pour l'imagerie médicale n'est pas l'accès à des capacités de calcul massives, les CNN s'entraînant de façon assez frugale, mais l'accès aux données d'entraînement et la capacité à les annoter correctement.

Mais l'accès à ces données est complexe. En France, l'esprit général autour du partage des données de santé est marqué par une méconnaissance du sujet par les parties prenantes, qui génère souvent une paranoïa, des débats juridiques déconnectés du terrain opérationnel et une confusion générale dans l'écosystème.

Dans la majorité des CHU français, il n'existe pas de chemin pré-déterminé à emprunter pour obtenir un accord de partage de données.

Les médecins constituent généralement la porte d'entrée des startups du secteur, mais n'ont fré-

quemment pas d'interlocuteur identifié vers qui envoyer les partenaires potentiels, ce qui constitue une première barrière à cet accès.

La deuxième est l'interaction avec les services juridiques des établissements de santé. Par exemple, définir si une donnée médicale est anonymisée ou pseudonymisée est un point crucial pour définir le cadre légal du partage de données personnelles. L'anonymisation des données de santé, par exemple d'une image de radiologie, est un processus qui doit rendre l'identification des personnes « impossible en pratique ». On pourrait raisonnablement imaginer que supprimer dans une base de données toute information identifiante, comme le nom, l'adresse ou la date de naissance, et choisir un numéro aléatoire pour désigner l'image consistent à l'anonymiser. Cependant, les discussions juridiques en viennent à débattre des risques liés à l'arrivée potentielle d'ordinateurs quantiques capables de passer par-dessus les systèmes de chiffrement actuels, ou sur la capacité théorique de recréer une image à partir des poids d'un modèle. Pendant ce temps, sur le terrain, dans les hôpitaux comme ailleurs, il n'est pas rare de trouver des mots de passe notés sur des post-its collés aux écrans.

L'autre type d'interlocuteur, que l'on trouve seulement dans les grands CHU, sont les services de transfert de technologie. Ces services sont généralement habitués à traiter avec des entreprises pharmaceutiques, principalement dans le cadre de



la négociation de brevets, portant généralement sur des candidats-médicaments. Ils ont tendance à analyser un projet d'IA exactement sous le même spectre, alors que ce sont deux innovations dont le type de risque et le schéma de développement diffèrent singulièrement. Par exemple, un logiciel d'IA ne sera généralement pas breveté, et surtout, ne peut pas être développé avant d'avoir accès à la donnée, laquelle est nécessaire en premier lieu pour réaliser des études de faisabilité.

Ceci s'ajoute au fait que ces services ignorent souvent l'existence de revendeurs de données, et manquent ainsi de comparaison, ce qui les conduit à réclamer des tarifs parfois quarante fois supérieurs au prix du marché. De même, une partie de la valeur de la donnée médicale dépend de la réputation de l'hôpital qui l'a produite, lequel servira généralement d'argument commercial — argument souvent utilisé par les services de transfert de technologie eux-mêmes. Cependant, le premier marché au monde pour l'imagerie médicale sont les États-Unis et, bien que l'expertise des médecins français soit généralement admirée dans ce domaine, les hôpitaux français sont, eux, méconnus. En outre, la France est largement en retard dans l'équipement en infrastructures d'imagerie médicale, avec seulement 19 scanners et 16 IRM par millions d'habitants, ce qui nous place par exemple loin derrière l'Italie (40 et 34 respectivement).

Aux États-Unis, l'approche est radicalement plus pragmatique. Les grands hôpitaux universitaires refusent généralement tout transfert de données médicales, avec des startups. Avec les petits acteurs,

soit les données ne sont pas transférées, mais mises à disposition pour tester leurs systèmes, généralement en échange de parts dans les entreprises, de publications scientifiques subséquentes et de licences d'utilisation gratuites, ce qui permet aux startups disposant de peu de liquidités de construire des premières preuves de concept. En parallèle, tous les géants de la *tech* ont conclu des accords massifs de partages de données avec de grands établissements de soins américains. Par exemple, Google collabore avec Ascension, IBM avec Brigham and Women's Hospital, et Amazon avec NYU Langone.

Les centres d'imagerie privés, ou les hôpitaux non-universitaires de moins grande dimension, ont, eux, généralement l'habitude de commercialiser leurs données auprès de startups, soit en passant par des revendeurs de données qui leur facilitent les tâches d'extraction et d'anonymisation, tout en augmentant la valeur des données par la qualité de leur catégorisation et par les outils de recherche dans les bases de données qu'ils construisent ; soit en contractualisant directement avec elles. Dans les deux cas, les prix sont proches de ceux du marché, et relativement semblables d'un établissement à l'autre.

Par contraste, le cadre législatif européen impose des débats interminables autour de questions juridiques souvent abstraites, au détriment d'enjeux économiques, scientifiques et sociaux pourtant cruciaux.



Selon les estimations du rapport Draghi, le coût de conformité au règlement général de protection des données (RGPD) peut atteindre jusqu'à 500 000 euros pour les PME et jusqu'à 10 millions d'euros pour les grandes entreprises. Par ailleurs, et plus grave encore, en raison de ces coûts, les entreprises européennes ont réduit leur stockage de données de 26 % et leurs traitements de données de 15 %, si l'on compare avec leurs homologues américaines.

Face à ces blocages, des mesures et des recommandations ont commencé à émerger. Le rapport de la commission sur l'IA remis en mars 2024 préconise la modernisation du mandat de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) et de son collègue, la suppression de certaines procédures d'autorisation préalable d'accès aux données de santé et la réduction des délais de réponse, ce qui n'a pas encore été suivi d'effet. Par ailleurs, le renforcement du financement de la création d'entrepôts de données de santé par les appels à projets de la Direction générale de l'offre de soins a permis aux hôpitaux de commencer la structuration de leurs données, mais elles ne sont transmises au *Health Data Hub* que dans le cadre d'une demande spécifique pour un projet de recherche, ce qui empêche d'exploiter pleinement l'avantage que pourrait constituer une base de données massives accessible par un seul point.

En parallèle, il semble indispensable de fournir des formations économiques aux acteurs impliqués dans les discussions avec les industriels. Dans ce type de négociation, la discussion ne devrait jamais commencer par un aspect juridique, mais devrait être centrée autour de décisions économiques et stratégiques : le but devrait être d'estimer si un projet a un retour sur investissement suffisant, avec un niveau de risque acceptable, tout en se comparant à des standards de marché réalistes et informés.

Ainsi, la France pourrait tirer pleinement parti de la qualité de son système de santé, de l'expertise de ses médecins — capables de labelliser rigoureusement les données — et de son vivier d'ingénieurs en IA pour devenir un acteur majeur dans la production de solutions de *computer vision* appliquées à la médecine.



RAPHAËLLE TAUB

Raphaëlle Taub est normalienne, docteure en physique et diplômée du MBA du Collège des Ingénieurs. Elle a cofondé et dirige Matricis.ai, startup deeptech issue de l'APHP et d'Inria et lauréate de France 2030, qui développe la première intelligence artificielle visant à aider les radiologues dans le dépistage des pathologies gynécologiques à partir d'images médicales.



Les entretiens d'Horizons

BENJAMIN REVCOLEVSCHI

| CEO D'OVH CLOUD

HORIZONS : Comment votre entreprise œuvre-t-elle au développement de l'IA en France ?

BENJAMIN REVCOLEVSCHI : À l'instar de la circulation automobile qui exige des routes entretenues, l'intelligence artificielle demande une infrastructure *cloud* performante, sécurisée et évolutive. La révolution de l'IA impose de passer des routes aux autoroutes.

Chez OVHcloud, nous relevons ce défi d'abord grâce à nos serveurs informatiques, hébergés dans nos *datacenters* et optimisés avec les dernières technologies, notamment NVIDIA. Ces solutions soutiennent les usages croissants de l'IA et s'avèrent adaptées aux besoins des entreprises.

Mais la puissance ne suffit pas : il faut aussi démocratiser les usages.

C'est pourquoi nous développons et mettons à disposition différentes solutions logicielles adaptées à toutes les étapes de l'appropriation par les entreprises et leurs équipes de l'IA.

Nous soutenons d'ailleurs activement les startups via différents programmes (*Fast Forward AI Accelerator* et *Startup Program*) qui mettent à leur disposition les ressources *cloud* et IA dont elles ont besoin pour activer leur croissance et créer de la valeur.

Fidèles à nos valeurs, nous défendons une IA non seulement performante et innovante mais aussi accessible, ouverte, de confiance et responsable.

HORIZONS : Que pensez-vous de la place de la France et de l'Europe dans la course à l'IA ?

BR : L'Europe et la France en particulier ont des atouts uniques à faire valoir. À commencer par un écosystème dynamique de startups et de centres de recherche, des talents parmi les meilleurs au monde grâce à notre enseignement supérieur en sciences et en mathématiques.

À l'heure d'une implantation accrue de centres de données, la France en particulier profite d'un avantage industriel

de taille : une énergie massivement décarbonée via son parc nucléaire.

Enfin, Paris accueillait récemment le Sommet mondial pour l'Action sur l'IA, montrant sa capacité à mobiliser les énergies.

Si l'Europe unit ses forces autour d'une stratégie d'innovation ambitieuse, des investissements massifs, coordonnés et focalisés sur les filières pertinentes et une promotion de la commande en priorité européenne, elle peut s'imposer comme une puissance technologique de premier plan. Il est temps de saisir cette opportunité avec des mesures ambitieuses de soutien à notre écosystème d'acteurs du *cloud* et de l'IA.

HORIZONS : Comment concilier au mieux innovation et régulation de l'IA ?

BR : Il n'y a pas d'antagonisme entre innovation et régulation : une régulation bien pensée ne freine pas l'innovation mais l'encourage et apporte des opportunités. C'est par ce biais qu'on crée un cadre de confiance, favorisant des développements responsables et durables.

OVHcloud attache une grande importance à un dialogue constructif avec les législateurs et régulateurs. Ils doivent comprendre les enjeux de la chaîne de valeur technologique pour adopter des règles qui ne brident pas l'innovation, mais lui permettent de s'épanouir dans le respect des valeurs que nous défendons : une IA de confiance, ouverte, responsable et accessible.

Cet effort, pour être pleinement bénéfique à l'écosystème technologique, doit néanmoins toujours être associé à une politique industrielle volontariste et ambitieuse. C'est ce sur quoi la France et l'Union européenne doivent se concentrer dès à présent.

HORIZONS : Quelle application de l'IA vous émerveille-t-elle le plus ?

BR : Sans aucune hésitation : la santé !

Des startups du monde entier offrent des solutions aux professionnels de santé pour améliorer la prise en charge médicale (Praxy.ai), aider au diagnostic ou à l'analyse de la donnée médicale (Thymia, Tortus IA), améliorer la précision d'examen médicaux comme les radiographies ou les scanners (Rayscape AI) ou encore révolutionner certains examens mé-

dicaux (Biocam) et mieux accompagner les citoyens en se basant sur des ressources médicales (Xund, MyUpchar).

L'usage de l'IA en santé a un véritable potentiel transformateur pour notre société et cela passe nécessairement par un traitement de confiance de ces données très sensibles. OVHcloud et l'AP-HP se sont associés pour créer un entrepôt de données de santé. Avec 14 millions d'identités patients et 200 projets de recherche, l'AP-HP possède le plus grand entrepôt de données de santé en Europe. Nous apportons notre pierre à l'édifice, au travers de notre partenariat, consistant à sécuriser et structurer l'accès à ces données, notamment pour les chercheurs et les startups avec une ambition commune : permettre aux institutions de santé de développer de nouveaux diagnostics et traitements.



**BENJAMIN
REVCOLEVSCHI**

Benjamin Revcolevschi est diplômé de l'École Polytechnique, de Télécom-Paris et de l'Université Paris-Dauphine.

Après un début de parcours au sein du Boston Consulting Group, il a occupé des postes clés de direction opérationnelle et commerciale chez Neuf Cegetel/SFR, avant de prendre la direction générale de Fujitsu en France, puis de DXC Technology en France et au Benelux.

Il rejoint OVHcloud en tant que directeur général adjoint en avril 2024 et devient directeur général en octobre 2024.

Glossaire

28^e régime européen : projet porté par Ursula von der Leyen et défendu par les rapports d'Enrico Letta et Mario Draghi qui permettrait la création d'une société de droit européen plutôt qu'inscrite dans le régime de l'un des 27 États membres, harmonisant ainsi les pratiques juridiques et contractuelles au sein de l'Union européenne.

Biais algorithmiques : erreurs systématiques générées par des algorithmes d'intelligence artificielle entraînés sur des données incomplètes, stéréotypées ou dépassées qui peuvent entraîner des discriminations, notamment en matière de genre, d'ethnie ou de classe sociale.

Brussels Effect (ou Effet Bruxelles, en français) : capacité formelle ou informelle de l'Union européenne à imposer ses normes réglementaires à l'échelle mondiale par le biais des mécanismes de marché.

Chatbots et voicebots : agents virtuels programmés informatiquement et intelligents qui simulent et traitent une conversation humaine, écrite pour un *chatbot*, parlée pour un *voicebot*. Ils permettent aux humains d'interagir avec des terminaux numériques par exemple pour simuler une conversation avec une personne réelle.

Cloud computing ou cloud : la métaphore du *cloud* (nuage, en français) désigne un réseau de serveurs informatiques reliés entre eux et destinés à fonctionner ensemble. Ce réseau stocke des données, exécute des applications ou fournit des services informatiques à distance. Au lieu d'effectuer ces opérations depuis un ordinateur local ou personnel, l'utilisateur les effectue en ligne à partir d'un appareil connecté à Internet.

Computer vision (ou vision par ordinateur, en français) : domaine d'application de l'intelligence artificielle. Elle permet à un système informatique entraîné d'extraire et d'interpréter des informations à partir d'images ou de vidéos numériques.

Coopétition : coopération de circonstance entre plusieurs acteurs économiques, par ailleurs, concurrents.

Datacenter (ou centre de données, en français) : infrastructure physique utilisée pour organiser, traiter et entreposer de grandes quantités de données. Ces centres sont dits « modulaires » lorsqu'ils sont placés dans une unité autonome, prête

à l'emploi et pouvant être placée n'importe où (un module). La capacité de traitement et de stockage des *datacenters* modulaires peut ainsi être ajustée par ajout ou retrait de modules.

Deeptech : terme désignant des entreprises cherchant à apporter des solutions uniques – par la recherche fondamentale – à des problèmes scientifiques complexes, transformant ce faisant des industries entières et créant de nouveaux marchés. On parle alors d'innovation « de rupture » plutôt que d'innovation incrémentale ou adjacente.

Digital Fairness Act (DFA) : texte de loi européen en préparation dont l'ambition est de protéger les consommateurs contre les pratiques inéquitables en ligne tels que les *dark patterns* (interfaces trompeuses ou manipulatrices), le design addictif ou le *marketing* d'influence.

Digital Markets Act (DMA, 2022) : règlement européen visant à lutter contre les pratiques anticoncurrentielles des géants du numérique et de corriger les déséquilibres suscités par leur domination sur le marché numérique européen.

Digital Services Act (DSA, 2017) : règlement européen visant à rendre illégal en ligne ce qui est illégal hors ligne par, notamment, une meilleure protection des internautes européens et de leurs droits fondamentaux, le renforcement du contrôle démocratique et de la surveillance des très grandes plateformes et l'atténuation de leurs risques systémiques (manipulation de l'information...).

Donnée : information décrivant quantitativement ou qualitativement une entité ou un phénomène (température sur un territoire, indice de masse corporelle, prix ou degré d'usure d'un objet, temps passé devant une publicité, ton d'un *email*...). Les données en grande quantité servent par exemple à la calibration ou à l'entraînement d'un algorithme. Les données peuvent être de plusieurs types, notamment textuelles ou tabulaires.

Donnée pseudonymisée : donnée personnelle dont les informations identifiantes ont été remplacées afin d'empêcher toute identification directe.

Edge computing (ou informatique en périphérie de réseau, en français) : méthode d'optimisation de la bande passante nécessaire dans le *cloud computing* grâce à un traitement des données au

plus près de la source des données, à la périphérie du réseau.

Explicabilité de l'intelligence artificielle : ensemble des méthodes de calcul qui extraient une partie ou la totalité du fonctionnement logique d'un algorithme afin de rendre ses décisions compréhensibles et justifiables par des humains.

Flop : unité de mesure de la rapidité de calcul d'un processeur informatique. Des préfixes comme kilo-, giga-, téra- ou exa- simplifient l'expression numérique de cette unité de mesure grâce à des puissances de 10.

Gatekeeper (ou contrôleur d'accès, en français) : entreprise du numérique disposant d'une position économique importante sur le marché, d'une forte position d'intermédiation et d'une position stable et durable sur ce même marché.

Hightech, midtech et lowtech : le *hightech* correspond à la forme la plus poussée de technologie disponible (un ordinateur, un *smartphone*...). Par opposition, le *lowtech* renvoie à une technologie simple souvent mécanique (une paire de ciseaux, une agrafeuse...). Le *midtech* renvoie à une technologie à un stade intermédiaire de développement, nécessitant généralement une source d'alimentation (une lampe de chevet, un lecteur de CD...).

Hyperscaler : entreprise spécialisée dans la fourniture d'infrastructures de *cloud computing* hautement évolutives et à grande échelle, s'adaptant donc dynamiquement aux besoins de leurs clients.

Intelligence artificielle générative : modèles de grande taille pré-entraînés, capables de modéliser la distribution statistique des données d'entraînement (textes, images, repliement de protéines...) et de générer de nouvelles instances qui sont des échantillons plausibles de cette distribution (respectant ainsi les caractéristiques apprises).

Intelligence artificielle tactique : outil de coordination d'opérations militaires en temps réel via l'analyse de données géospatiales, la transmission d'informations ou l'automatisation des décisions.

Interface de programmation d'application (API) : interface permettant de mettre en relation un logiciel avec un autre logiciel afin d'échanger des fonctionnalités ou des données. Par exemple, les applications de suivi d'activité sportive en extérieur ou de réservation de taxi utilise des API afin d'intégrer les services de géolocalisation et de cartographie d'une autre entreprise.

Machine learning (apprentissage automatique, en français) : domaine de l'intelligence artificielle qui permet à un modèle d'apprendre à partir de données sans avoir été explicitement programmé

pour accomplir une tâche précise (recommandation de films sur une application de *streaming*, identification d'un visage sur une photo, prédiction du départ d'un client d'un service...).

Modèles de langage (LLM, SLM) : le grand modèle de langage (LLM) est un type de modèle d'intelligence artificielle utilisant des techniques d'apprentissage automatique afin de comprendre et de générer du langage humain. Les agents conversationnels tels que ChatGPT, Claude, Gemini ou Le Chat s'appuient sur des LLM. Le petit modèle de langage (SLM) se distingue du LLM par sa taille : destiné à un emploi spécialisé (traduction automatique, complétion d'écrits...), son entraînement et son fonctionnement nécessitent moins de données et de puissance de calcul.

Physique quantique : étude du comportement des objets physiques (atomes et particules, notamment électrons et photons) au niveau nanoscopique.

Qubit ou qbit : plus petite unité de stockage d'information quantique.

Règlement sur l'intelligence artificielle (2024) : règlement européen fixant les règles d'encadrement des usages de l'intelligence artificielle selon leur niveau de risque, visant à garantir sécurité, transparence et protection des droits fondamentaux.

Time to market : durée allant de la conception d'un produit ou d'un service à sa mise en vente. Se distingue du *go to market*, qui désigne la stratégie commerciale d'introduction d'un nouveau produit ou service sur un marché. Dans les secteurs innovants, ce délai est souvent raccourci grâce à l'intelligence artificielle, notamment via les réseaux de neurones, une architecture d'algorithmes inspirée du cerveau humain permettant à une machine d'apprendre à partir de données. Ces réseaux accélèrent la conception, la simulation et l'optimisation de produits complexes.



HORIZONS



Rédacteur en chef : Édouard Philippe.

Directeurs de la publication : Éléna Courtel, Naïma Moutchou, Louis Vogel.

Comité de rédaction : Andreas Bonnet, Géraldine Dolléans, Clément Tonon.

Maquette et graphisme : Alexis Dubosc et Gaëlle Espinosa pour l'agence BDSA.

Illustrations : pages 4-5 - © Aliaksandr Marko - stock.adobe.com | pages 6 à 19 - © Noé Cavata | page 20 - © deagreez - stock.adobe.com | page 21 - © fadi - stock.adobe.com* | page 22 - © MoniStock - stock.adobe.com* | page 23 - © tanaonte - stock.adobe.com | page 25 - © Nano Photos - stock.adobe.com* | page 27 - © Pheniti - stock.adobe.com | page 31 - © Aysel - stock.adobe.com* | page 33 - © Ilja - stock.adobe.com* | page 35 - © improvee design - stock.adobe.com* | page 36 - © MD - stock.adobe.com* | page 37 - © Kolapatha - stock.adobe.com* | page 39 - © GS-Studio - stock.adobe.com* | page 40 - © Heart in pictures - stock.adobe.com* | page 43 - © Camila Gastaldo - stock.adobe.com* | page 45 - © mariadelcarmen - stock.adobe.com* | page 47 - © cherdchai - stock.adobe.com | page 48 - © Martin Moxter/imageBROKER.com - stock.adobe.com* | page 49 - © Sohail - stock.adobe.com* | page 51 - © Nacci - stock.adobe.com* | page 53 - © Mikki Orso - stock.adobe.com* | page 54 - © Viandante Visivo - stock.adobe.com* | page 56 - © David Andres - stock.adobe.com* | page 57 - © Chatchanan - stock.adobe.com* | page 58 - © Ar_TH - stock.adobe.com | page 60 - © Augusto - stock.adobe.com* | page 61 - © Camila Gastaldo - stock.adobe.com* | page 62 - © Julia - stock.adobe.com* | page 65 - © Arnab Dey - stock.adobe.com* | page 66 - © ThomasStockArt - stock.adobe.com* | page 68 - © poomrapee - stock.adobe.com* | page 69 - © Toowongsa - stock.adobe.com | pages 70 - © David - stock.adobe.com* | page 71 - © Tom - stock.adobe.com | page 72 - © Ahsan - stock.adobe.com* | pages 76-77 - © Lou Benoist.

* Ces visuels ont été générés à l'aide de technologies d'intelligence artificielle. Ces créations visuelles ont vocation à illustrer le propos et ne représentent pas des personnes, situations ou lieux existants.

Portraits : page 2 - © Lou Benoist | page 22 - © Brunet-Monié | page 26 - © Franca Salis Madinier | page 30 - © Philippe Aghion | page 34 - © Fatima El Ouasdi | page 38 - © Louise Frion | page 42 - © Marc Faddoul | page 46 - © Renaud Vedel | page 50 - © Assemblée nationale | page 52 - © Jade Delozanne | page 56 - © Cyprien Canivenc | page 59 - © Guillaume Boudy | page 61 - © Clara Chappaz | page 64 - © Isabelle Rauch | page 67 - © Agnès Firmin Le Bodo | page 71 - © Raphaëlle Taub | page 73 - © Benjamin Revcolevschi.

HORIZONS, Association soumise à la loi 1901, 30 avenue d'Iéna, 75116 PARIS - Imprimerie MEDIA GRAPHIC, 23 rue des Vedettes, 35063 Rennes Cedex - Cet exemplaire ne peut être vendu - Achevé d'imprimer : Mai 2025 - Date du dépôt légal : juillet 2022 - ISSN 2826-4142.

Interdiction du droit de reproduction (ou droit de copie). « Le Code de la propriété intellectuelle et artistique n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L.122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. »

HORIZONS

horizonsleparti.fr