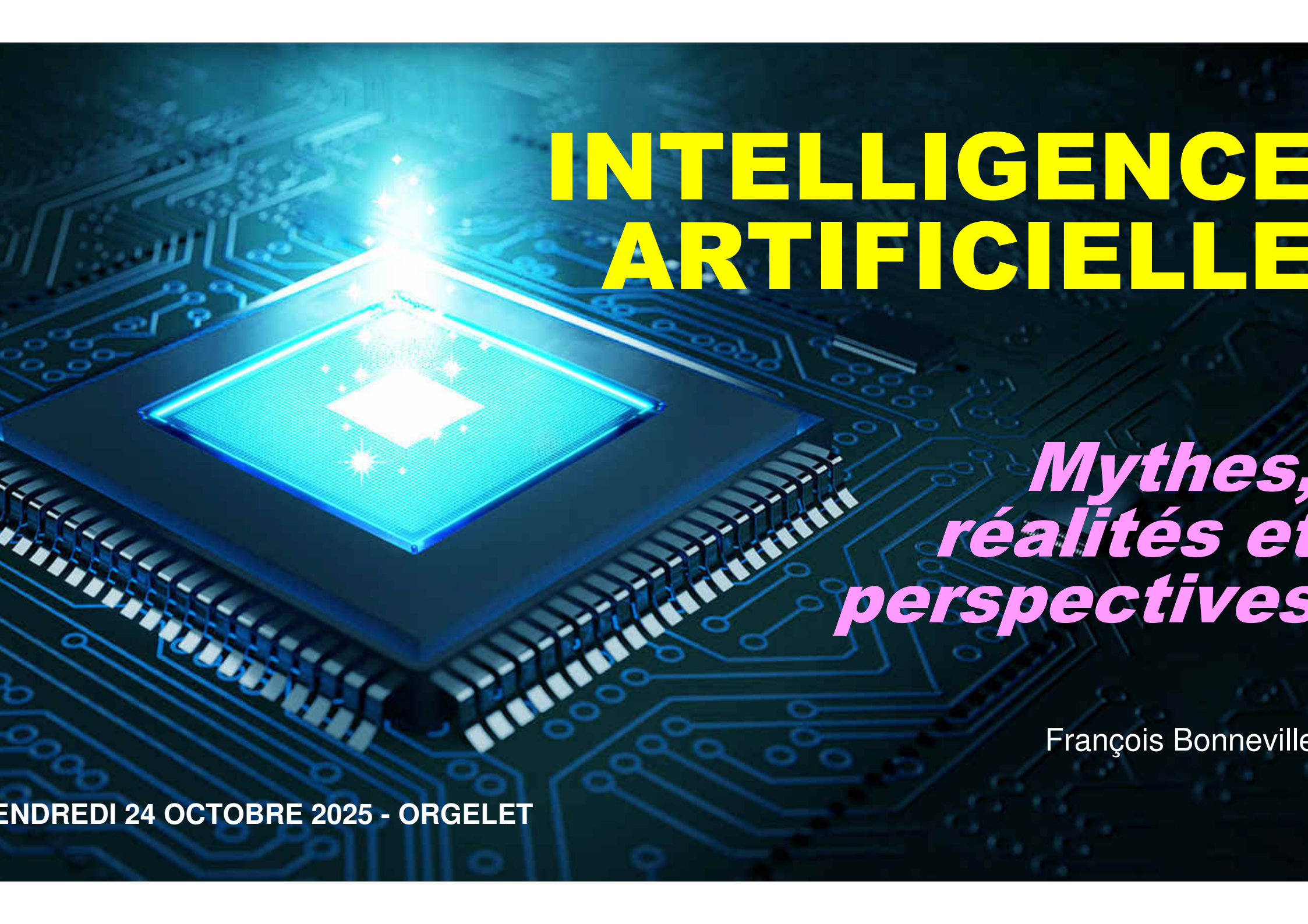




INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

*Mythes,
réalités et
perspectives*

François Bonneville

ENDREDI 24 OCTOBRE 2025 - ORGELET

MERCIEMENTS

Zilog
Z0840004PSC
Z80 CPU
8751



INTRODUCTION

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Branche de l'informatique qui vise à créer des machines capables de reproduire — ou de simuler — certaines facultés de l'intelligence humaine :

raisonnement,
apprentissage,
perception,
langage,
créativité,
etc.

SOMMAIRE

01

Histoire de l'intelligence artificielle

Des origines mythologiques
aux révolutions technologiques du XXe siècle

02

La maturité de l'IA

D'une intelligence expérimentale à
une intelligence opérationnelle

03

La révolution des transformers

Des mots aux idées : comment des modèles
pré-entraînés ont transformé l'intelligence
artificielle

04

Les perspectives

A glowing blue microchip is centered on a dark blue circuit board. Several glowing blue lines with circular endpoints connect the chip to the edges of the frame, creating a network-like pattern. The background is a deep blue with faint, out-of-focus light spots.

HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Des origines mythologiques aux révolutions technologiques du XXe siècle

La préhistoire de l'IA

Depuis toujours, les Hommes ont rêvé de s'élever au rang de divinité, cherchant à donner vie à une créature douée de pensée.



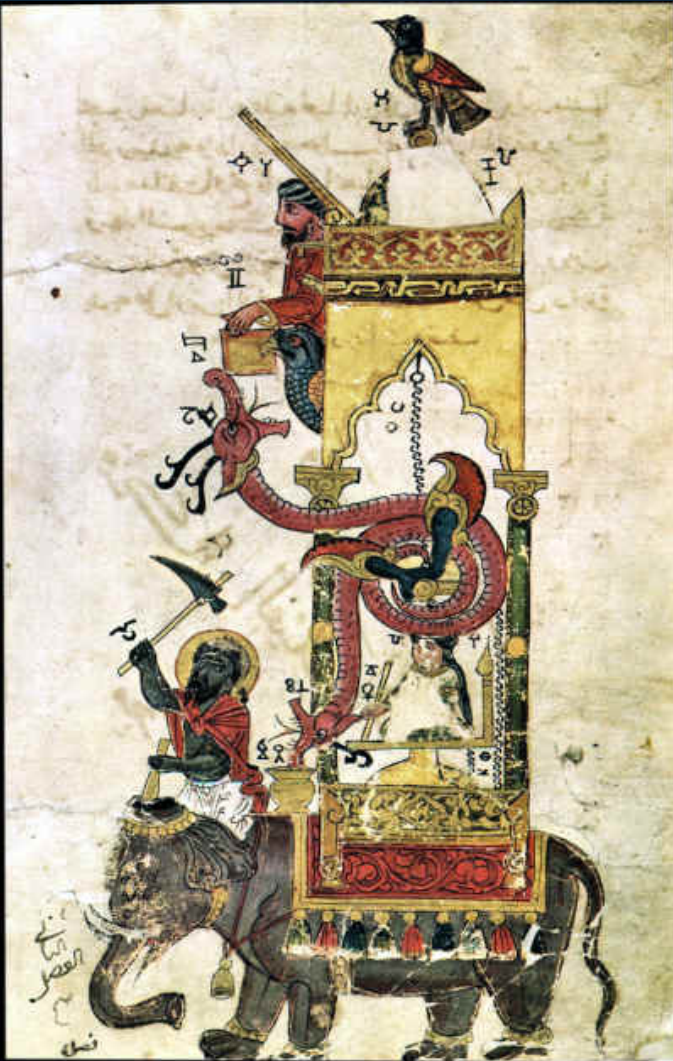
Pygmalion et Galatée



Golem

Au Moyen-Âge

Des engins, des « merveilles » et des automates

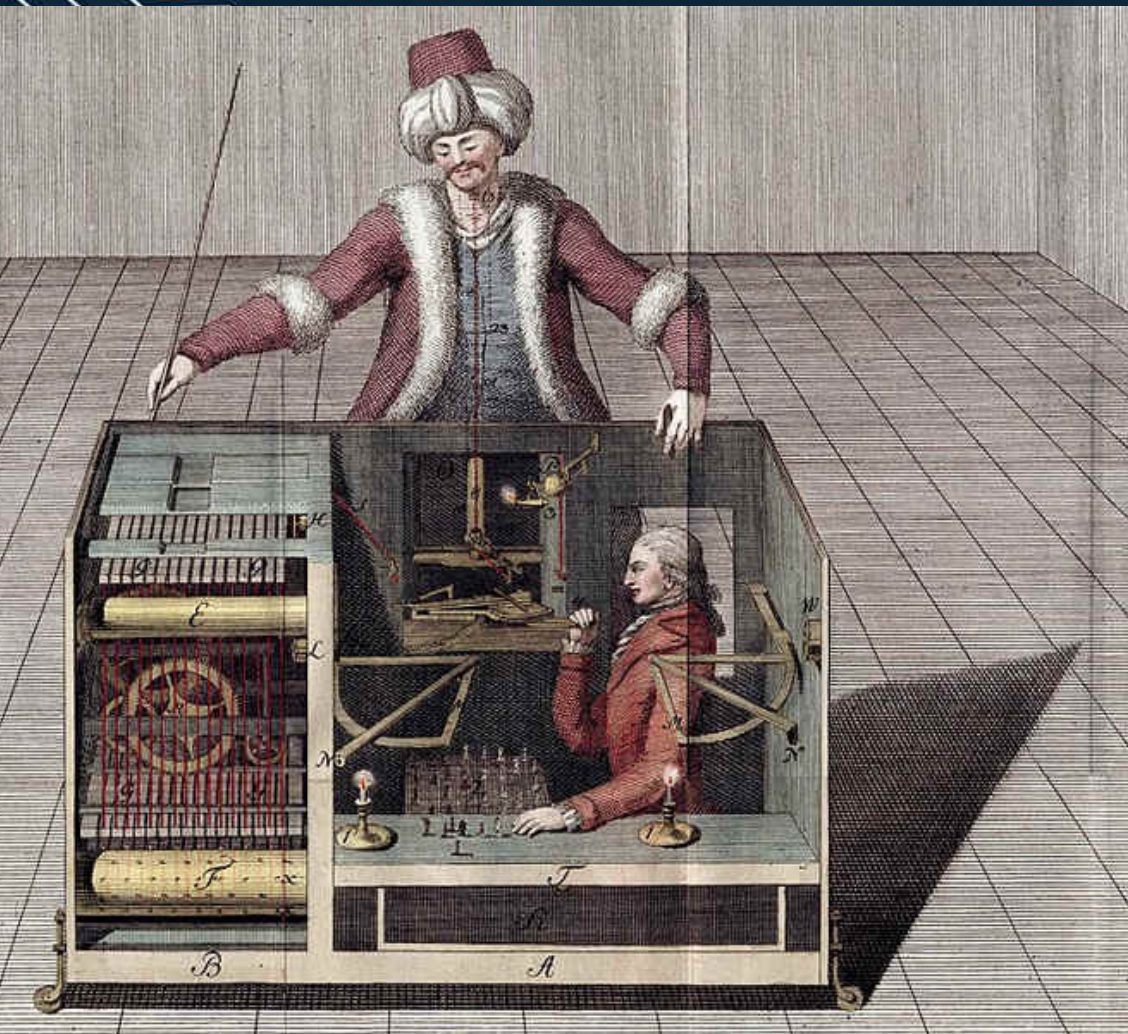


Al-Jazarī (1136-1206)



Littérature arthurienne

Au XVIIIe et XIXe siècles

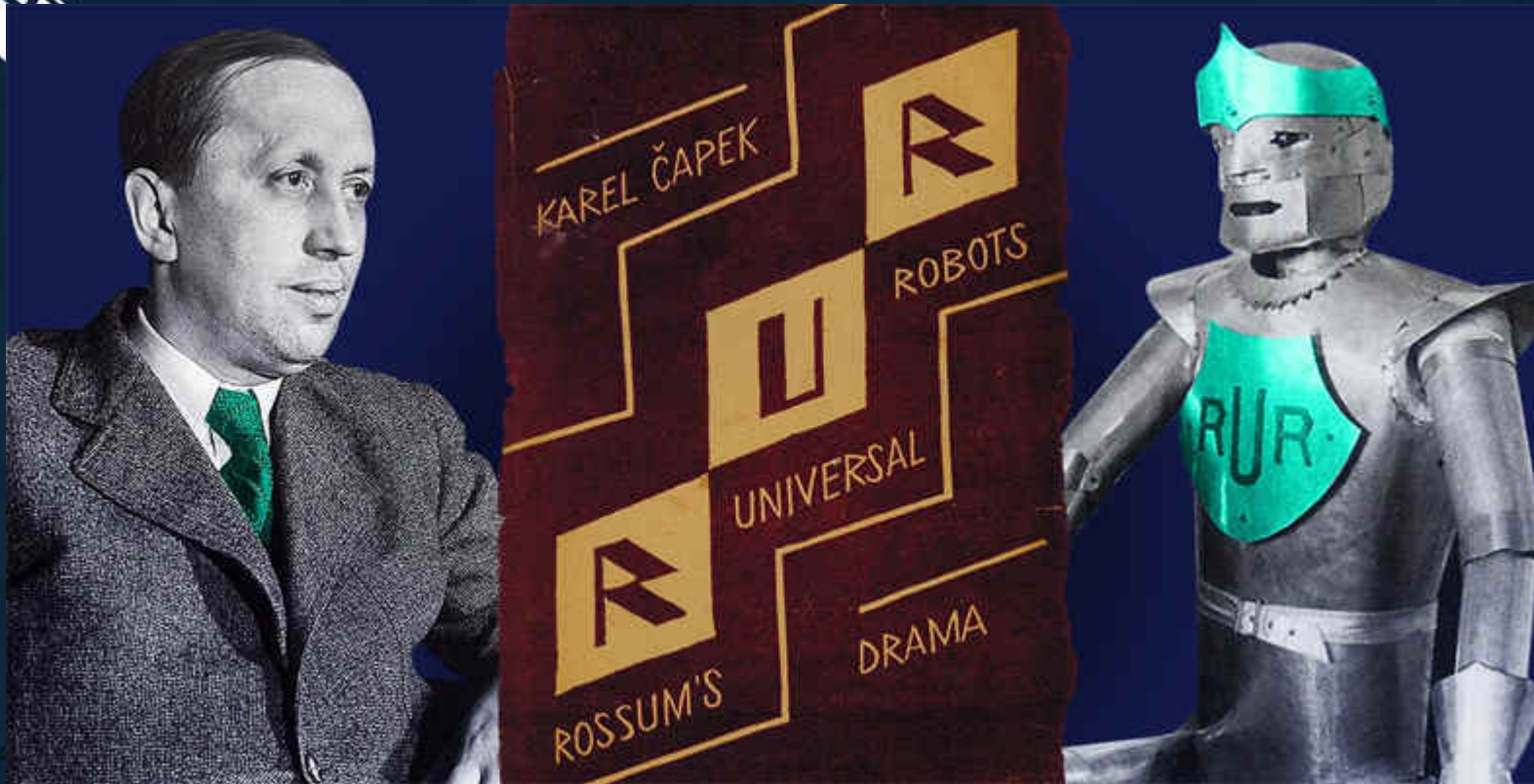


Turc mécanique



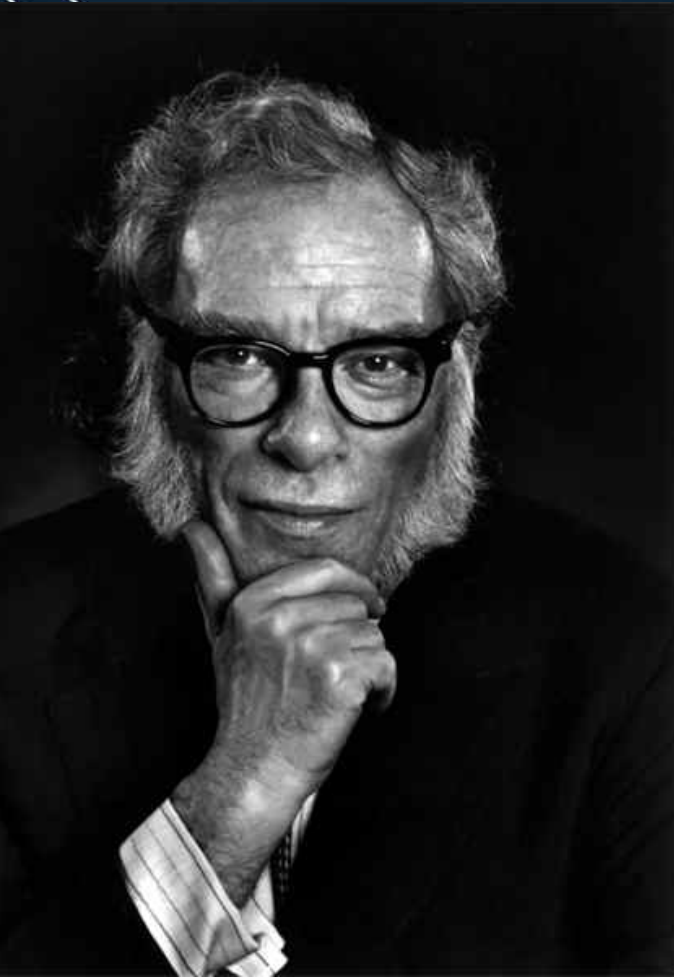
Frankenstein
de Mary Shelley

Science fiction

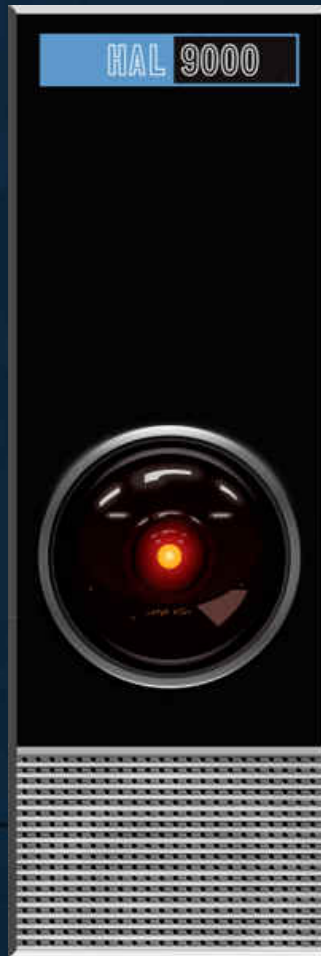


Karel Čapek
1920 R.U.R

Science fiction



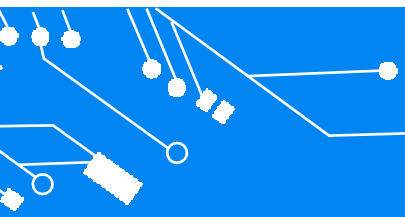
Isaac Asimov



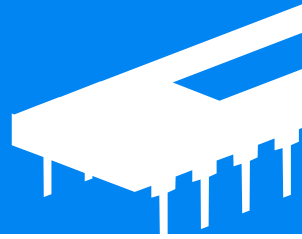
1968
2001, l'odyssée de l'espace



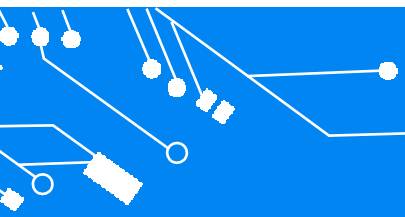
1999
Matrix



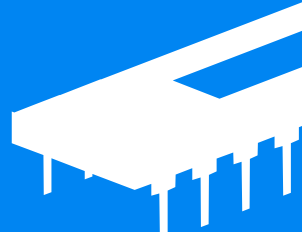
Evolution des sciences



IV ^e siècle av. J.-C.	Aristote	Formalise la logique déductive (syllogismes) base du raisonnement automatique.
III ^e siècle av. J.-C.	Euclide	Introduit la démonstration axiomatique raisonnement rigoureux à partir de postulats.
IX ^e siècle	Al-Khwarizmi	Fondateur de l'algèbre et du concept d'algorithme (mot dérivé de son nom)
XVII ^e siècle	Descartes	Développe la méthode rationnelle et le raisonnement mécanique
XVIII ^e siècle	Pascal	Construit la Pascaline, première machine à calculer mécanique.
XVIII ^e siècle	Leibniz	Rêve d'une "mathesis universalis", une langue logique pour résoudre tous les raisonnements : prémices de la logique formelle et de la machine à raisonner.
XIX ^e siècle	George Boole	Crée la logique binaire (0/1) — fondement de l'informatique et des circuits



Evolution des sciences



19 ^e siècle	Charles Babbage Ada Lovelace	Conçoivent la machine analytique idée d'un programme imaginent déjà une machine "créative".
19 ^e siècle	George Boole	Crée la logique binaire (0/1) fondement de l'informatique et des circuits logiques.
1900	Bertrand Russell Alfred Whitehead	Principia Mathematica Tentative de fonder toutes les mathématiques sur la logique pure
1920	David Hilbert	Cherche à formaliser toutes les mathématiques rêve d'un système logique complet et cohérent
1931	Kurt Gödel	Théorème d'incomplétude Montre les limites de la logique formelle
1936	Alan Turing	Machine de Turing Modélise le calcul automatique

Les prémisses de l'IA



1951 : Von Neumann dans *The General Logical Theory of Automata* dresse un parallèle entre les organismes et les **neurones naturels** et les **automates artificiels**, stipulant que l'analyse de la régularité de ces organismes permet d'établir l'architecture de systèmes artificiels fiables.

L'acte fondateur

conférence de Dartmouth (1956)

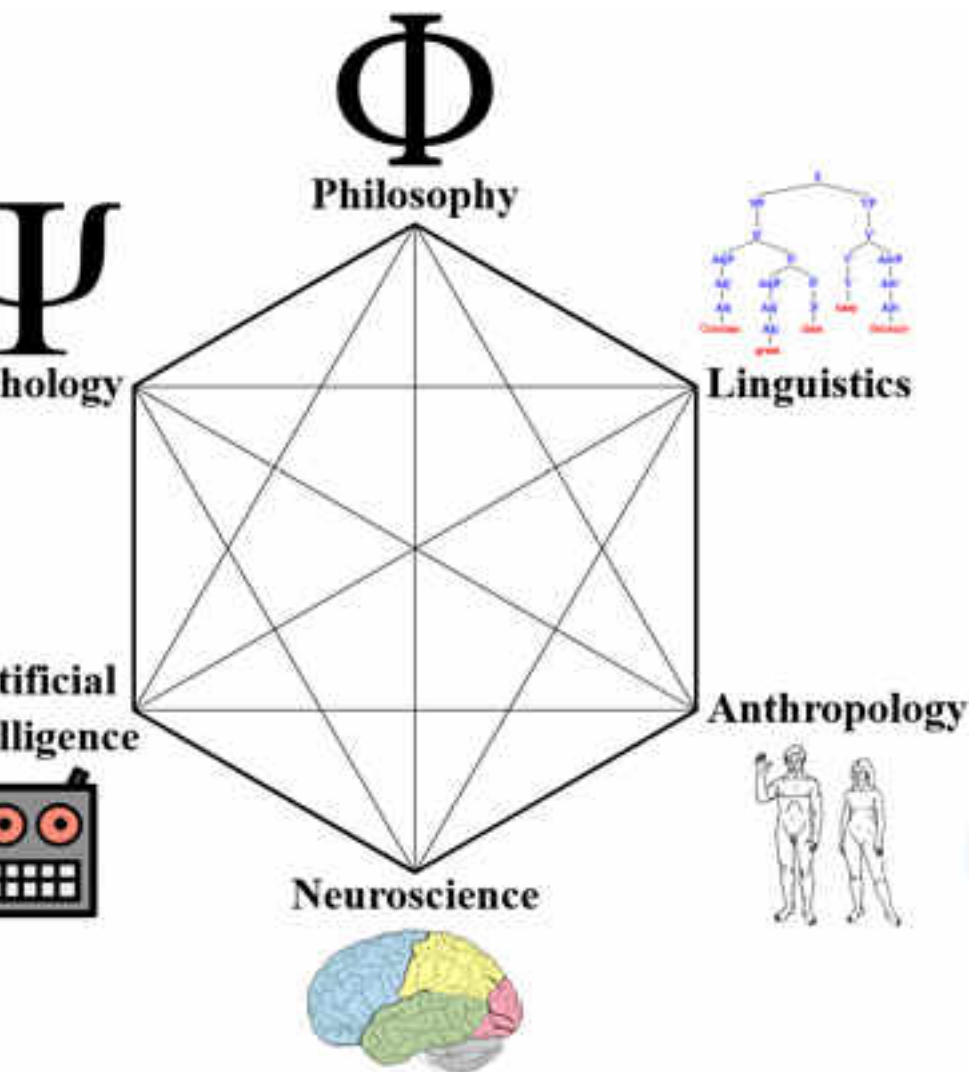
organisée par John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon et Herbert Simon

que la **naissance officielle**
intelligence artificielle
me discipline scientifique.

erme *Artificial Intelligence*
créé.



La révolution cognitive



Interdisciplinarité

Apports Majeurs

- Modèle du traitement de l'information
- Théorie des représentations mentales
- Étude des structures cognitives (mémoire, attention, raisonnement)

Impact :

- Fondation de la psychologie cognitive
étude des fonctions psychologiques de l'être humain
(langage, résolution de problèmes, perception, attention)
- Nouveau paradigme pour comprendre l'intelligence
- Base théorique pour l'IA symbolique

La grammaire générative (Noam Chomsky)
en opposition
à la linguistique cognitive (George Lakoff)

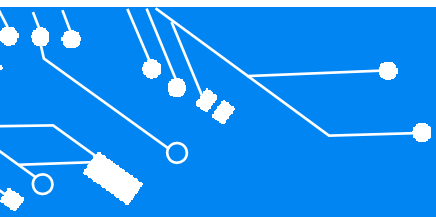
Les premiers succès



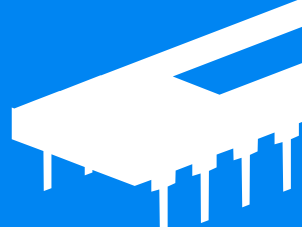
1956, Allen Newell, Herbert Simon et Cliff Shaw

Logic Theorist

premier programme à démontrer des théorèmes de logique.
capable de prouver 38 des 52 théorèmes
des « Principia Mathematica » de Whitehead et Russell.



Les premiers succès



3 Rosenblatt Perceptron

pre tentative de réseau de neurones

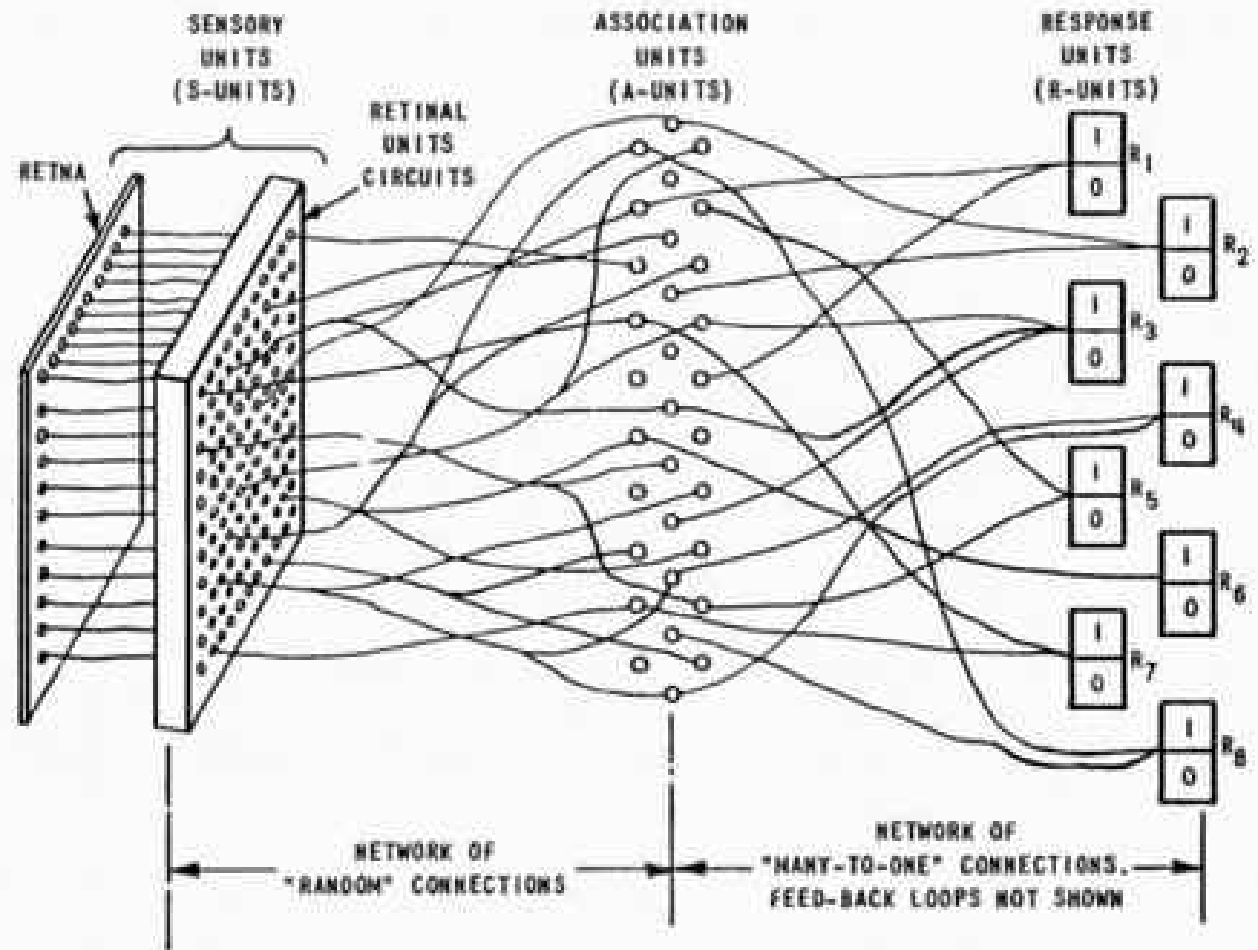
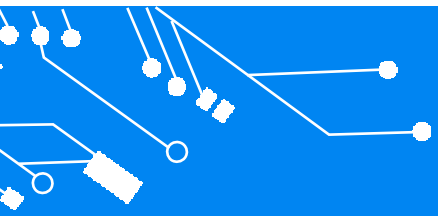
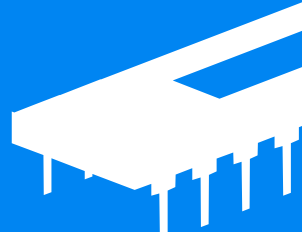


Figure 1 ORGANIZATION OF THE MARK I PERCEPTRON



Les premiers succès



1966, **Joseph Weizenbaum**, développe ELIZA : première simulation de dialogue humain (psychiatre virtuel).

Une suite de règles grammaticales et reformulations types.

Face à des phrases comme

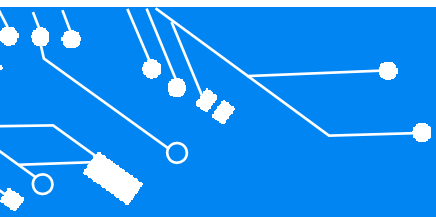
« Je suis triste »

ELIZA offre invariablement la même réponse

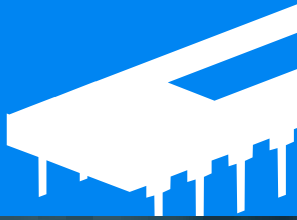
« Pourquoi êtes-vous triste ? »

et donne l'illusion d'une écoute attentive

L'enthousiasme est immense : certains pensent que les ordinateurs "pensent" comme les humains" avant 1980.



Le premier hiver de l'IA



années 1970

Les promesses
sont pas tenues

Les ordinateurs sont trop

Les programmes d'IA
échouent face à
la complexité du monde réel

Le rapport **Lighthill**
(1973, Royaume-Uni)
critique sévèrement
le manque de résultats.

Baisse des financements et désintérêt pour l'IA.

Le dégel : Les Systèmes Experts

Programme informatique qui **imite les capacités de décision d'un expert humain** dans un domaine très précis.

Architecture basée sur 3 composants :

Base de Règles : collection de connaissances

du type **SI... ALORS...** capturées auprès des experts humains.

Exemple en médecine : **SI** le patient a de la fièvre ET un mal de gorge
ALORS il est possible (à 70%) qu'il ait une angine.

Base de Faits : données spécifiques au problème

(exemple : les symptômes d'un patient).

Moteur d'Inférence : parcourt la base de règles et la compare aux faits
pour **déduire** de nouvelles conclusions.

Modes de fonctionnement :

Inférence Avant : on part des faits pour arriver à une conclusion (du symptôme vers le diagnostic).

Inférence Arrière : on part d'une hypothèse (un diagnostic) et on vérifie si les faits la supportent.

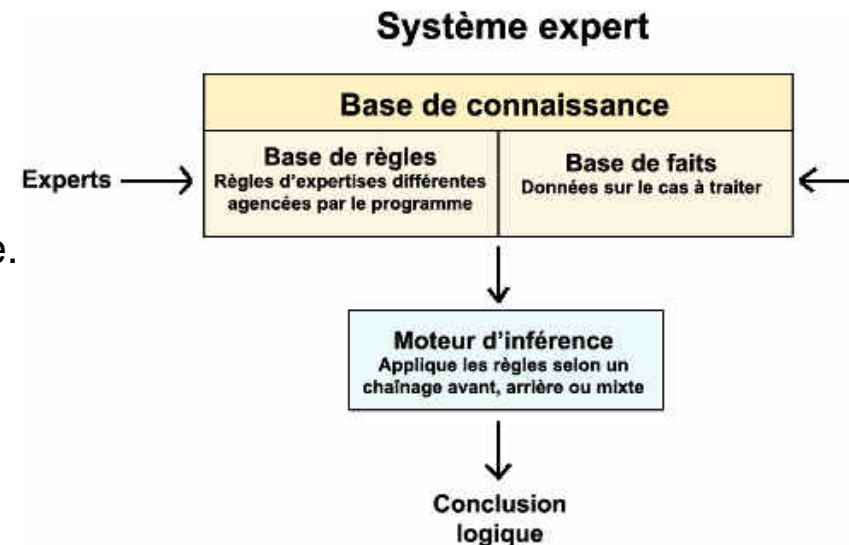
Exemples des Systèmes Experts

Applications pratiques immédiates : résolvent des problèmes concrets.

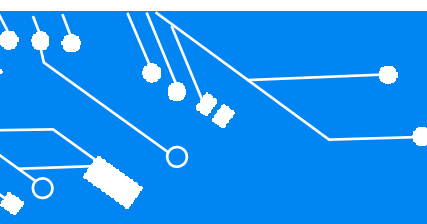
Succès commerciaux retentissants :

• **MYCIN** : diagnostic des infections bactériennes

• **DENDRAL** : analyse de structures chimiques



La désillusion des systèmes experts



Manque de polyvalence et coût de développement : nécessite l'intervention d'experts humains et d'ingénieurs pour formaliser les connaissances.
Stabilité très limitée.

Problème d'explicabilité : Bien qu'ils puissent fournir des explications de leurs raisonnements, celles-ci sont souvent limitées à la logique programmée et ne reflètent pas toujours la réalité complexe du monde.



Problème de Maintenance : les bases de règles devenaient gigantesques et complexes et difficiles à maintenir. Ajouter une nouvelle règle pouvait entraîner des conflits imprévus avec les autres règles.

Manque de Sens Commun : un système expert est un "idiot savant". Il sait tout dans son domaine étroit, mais il ne connaît pas les bases du monde. Il peut donc faire des erreurs absurdes lorsqu'il sort de son cadre.



La renaissance de l'IA (1990–2010)

Le développement de la robotique industrielle crée des besoins spécifiques :

- Vision par ordinateur (reconnaissance d'images)

- planification de mouvement

- interaction homme-robot

La **puissance de calcul** s'accroît grâce aux architectures massivement parallèles. **Deep Blue**, un **supercalculateur** avec 30 processeurs spécialisés conçus pour le jeu d'échecs, pouvait évaluer **200 millions de positions par seconde** qui permettent de voir des combinaisons tactiques extrêmement longues et complexes.

En 1997, Deep Blue bat Gary Kasparov le champion du monde.

À partir des années 2000 : **explosion des données numériques** accessibles par Internet (*Big Data*).

Développement des **réseaux de neurones profonds (deep learning)** et du **machine learning**.



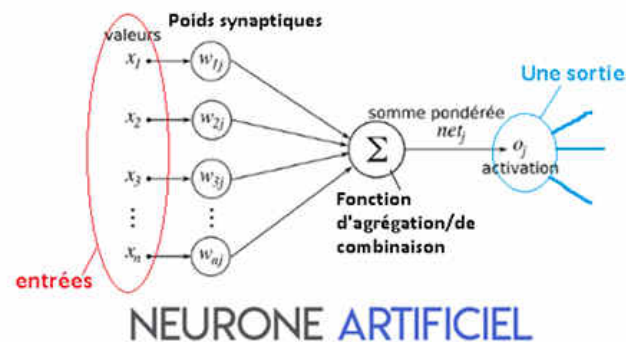
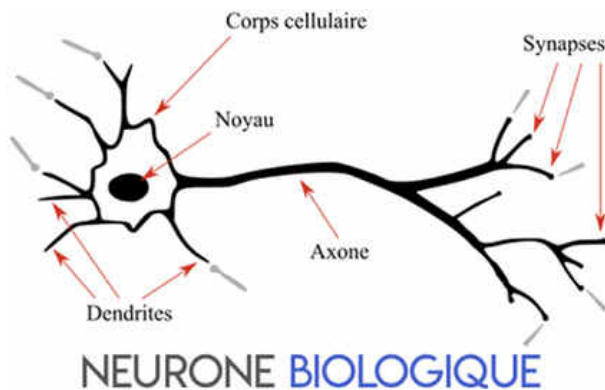


LA MATURITÉ DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

D'une intelligence expérimentale à une intelligence opérationnelle

La (re) découverte des réseaux de neurones

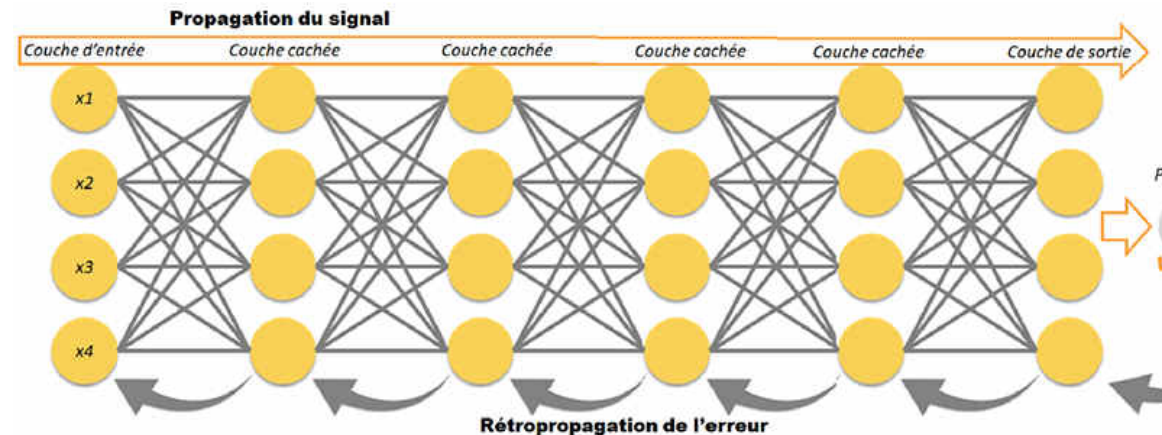
Longtemps oubliés faute de puissance de calcul et de données, les réseaux de neurones renaissent au début des années 2000



Principe de fonctionnement d'un réseau de neurones

Constitué de :

- Couches d'entrée reçoivent les données numériques (image, texte, son, etc.)
- Couches cachées extraient des caractéristiques de plus en plus abstraites
- Couche de sortie produit le résultat final (classe, prédiction, action)



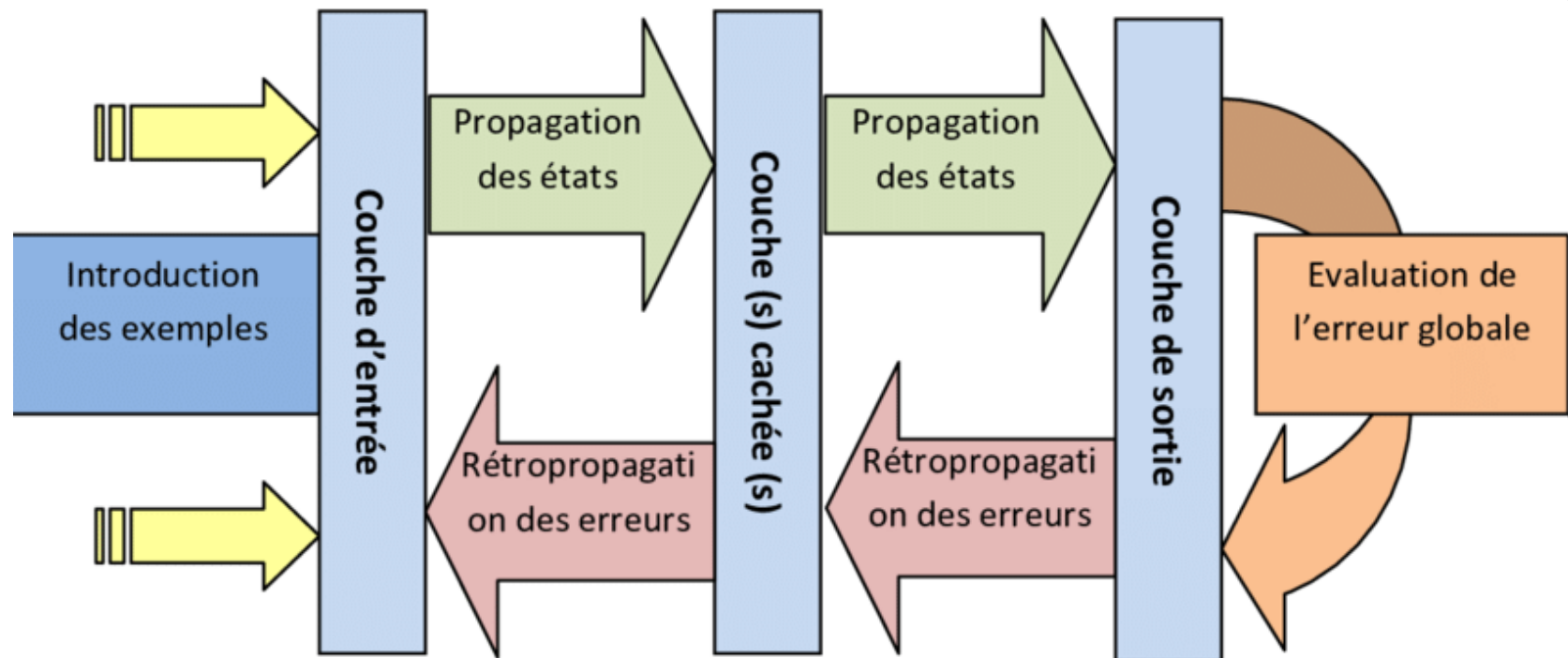
Chaque neurone calcule une somme pondérée de ses entrées puis applique une fonction d'activation pour produire une sortie.

Apprentissage supervisé

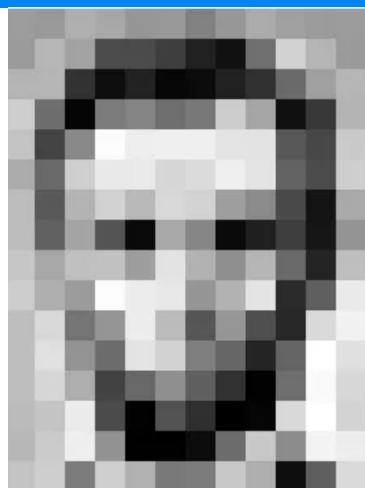
Mode d'**entraînement** où le modèle apprend à **associer des entrées (X)** à des **sorties attendues (Y)** appuyant sur un grand nombre d'exemples déjà connus.
"supervise" le modèle en lui montrant la bonne réponse pour chaque exemple puis en appliquant une rétroaction

Le réseau apprend en ajustant la pondération pour minimiser l'erreur entre la sortie attendue et la sortie réelle
le **processus d'apprentissage supervisé**.

Algorithme : la **rétropropagation du gradient** permet de **corriger les erreurs** en remontant à travers le réseau.
Chaque poids est mis à jour proportionnellement à son influence sur l'erreur.



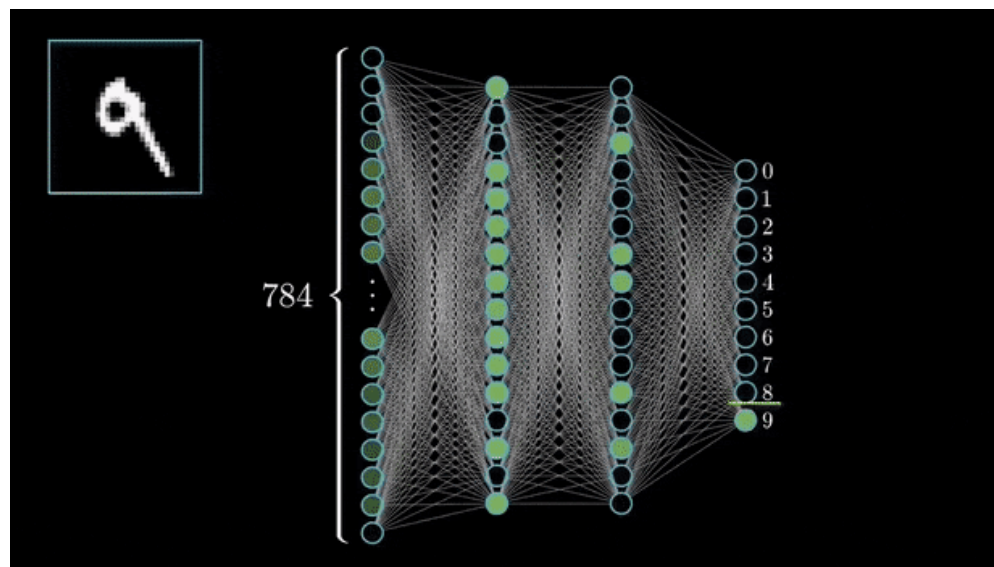
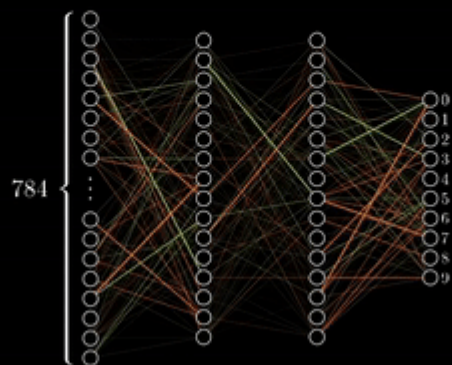
Example



157	153	174	168	150	152	129	151	172	161	155	156
155	182	163	74	75	62	83	17	110	210	180	154
180	180	50	14	34	6	10	33	48	106	159	181
206	109	5	124	131	111	120	204	166	15	56	180
194	68	137	251	237	239	239	228	227	87	71	201
172	105	207	233	233	214	220	239	228	98	74	206
188	88	179	209	185	215	211	158	139	75	20	169
189	97	165	84	10	168	134	11	31	62	22	148
199	168	191	193	158	227	178	143	182	106	36	190
205	174	155	252	236	231	149	178	228	43	95	234
190	216	116	149	236	187	86	150	79	38	218	241
190	224	147	108	227	210	127	102	36	101	255	224
190	214	173	66	103	143	95	50	2	109	249	215
187	196	235	75	1	81	47	0	6	217	255	211
183	202	237	145	0	0	12	108	200	138	243	236
195	206	123	207	177	121	123	200	175	13	96	218

157	153	174	168	150	152	129	151	172	161	155	156
155	182	163	74	75	62	83	17	110	210	180	154
180	180	50	14	34	6	10	33	48	106	159	181
206	109	5	124	131	111	120	204	166	15	56	180
194	68	137	251	237	239	239	228	227	87	71	201
172	105	207	233	233	214	220	239	228	98	74	206
188	88	179	209	185	215	211	158	139	75	20	169
189	97	165	84	10	168	134	11	31	62	22	148
199	168	191	193	158	227	178	143	182	106	36	190
205	174	155	252	236	231	149	178	228	43	95	234
190	216	116	149	236	187	86	150	79	38	218	241
190	224	147	108	227	210	127	102	36	101	255	224
190	214	173	66	103	143	95	50	2	109	249	215
187	196	235	75	1	81	47	0	6	217	255	211
183	202	237	145	0	0	12	108	200	138	243	236
195	206	123	207	177	121	123	200	175	13	96	218

training in
progress...

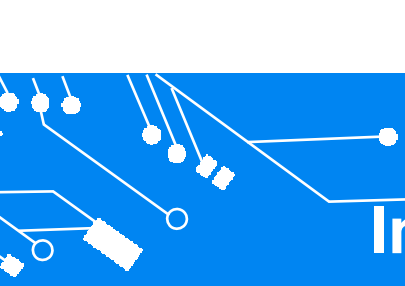


Yann LeCun

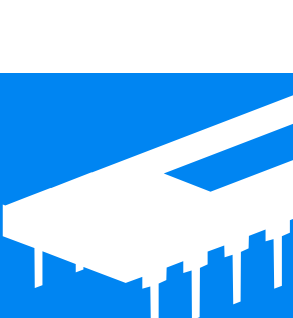
Un visionnaire du deep learning



- Doctorat à l'Université Pierre-et-Marie-Curie (1985)
- Chercheur à l'Université de Toronto (1988)
- Dans les années 1990, il développe des réseaux neuronaux convolutifs pour la reconnaissance d'image, technologie mise en application rapidement par le Crédit Mutuel de Bretagne pour la lecture optique de chèques
- Professeur à l'Université de New-York
- Rejoint Facebook en 2013
- Titulaire pour l'année 2016 de la chaire « Informatique et sciences numériques » du Collège de France
- Prix Turing 2018 avec Geoffrey Hinton et Yoshua Bengio



Le « big bang du deep learning » : la compétition ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge



Le Dataset ImageNet

- Base de données géante : 1,4 million d'images.
- +1000 catégories différentes (allant des animaux aux objets du quotidien)

Évaluer les algorithmes de reconnaissance d'images

- Avant 2012, les algorithmes utilisaient des techniques pour extraire des caractéristiques des images (coins, contours, textures)
- En 2012, une équipe de l'Université de Toronto dirigée par Geoffrey Hinton et ses étudiants Alex Krizhevsky et Ilya Sutskever créent un réseau de neurones qu'ils nommèrent **AlexNet**
 - 8 couches (très profond pour l'époque)
 - paralléliser les calculs sur des cartes graphiques pour réduire le temps d'entraînement.
 - augmentation de données en générant artificiellement des images existantes en les recadrant
- Amélioration des performances des **réseaux de neurones profonds** lorsque l'on augmente
 - La taille du réseau
 - La taille du jeu de données de l'apprentissage
 - La quantité de calcul de l'algorithme de rétropropagation

L'apprentissage automatique

ne se limite plus à exécuter des règles
programmées ou à être supervisée,
peut apprendre automatiquement
(Machine Learning)

Principe : permettre à la machine
d'apprendre à partir de données
et de généraliser à de nouvelles situations.

Exemple : l'exploit historique d'AlphaGo
dans le jeu de Go :

Complexité combinatoire immense
Nombre de positions possibles que
l'on trouve dans l'univers
Stratégie nécessitant intuition et planification à long terme

Développé par **DeepMind**, AlphaGo utilise largement l'**apprentissage par renforcement**, jouant contre lui-même.
En 2016 il bat un champion humain et bat le champion du monde en 2017



Au service du grand public des années 2010

La **prédiction linguistique** dès les années 2000 : les premiers algorithmes s'appuient sur des modèles statistiques simples qui utilisent des fréquences d'occurrence dans de grands corpus de texte.

Les assistants vocaux intelligents des années **2010**

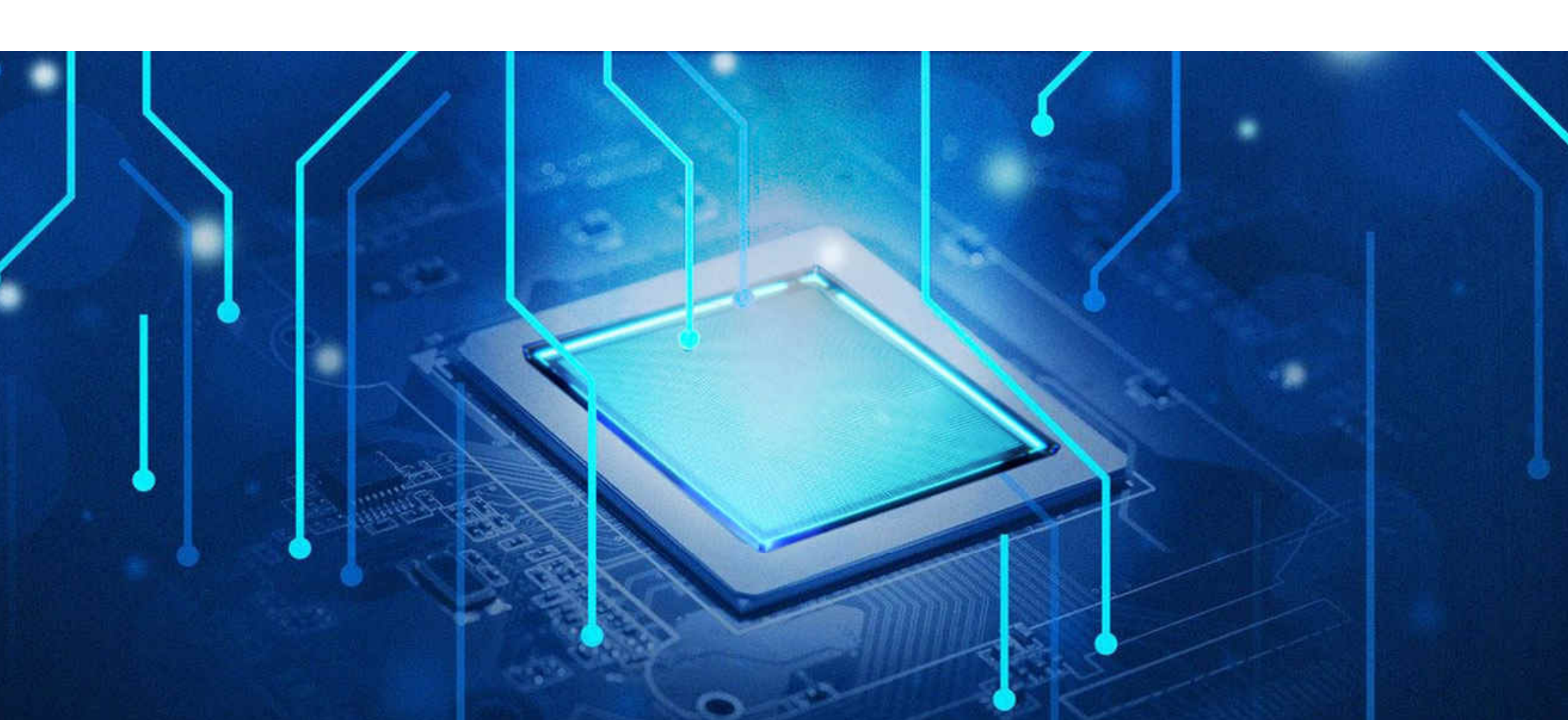
- **Siri** (racheté par Apple, 2011)
- **Alexa** (Amazon, 2014)
- intègrent plusieurs technologies clés :
 - **Reconnaissance vocale**
 - **Compréhension du langage naturel**
 - **Raisonnement contextuel et apprentissage personnalisé**
 - **Synthèse vocale**

Les algorithmes de recommandation

La reconnaissance d'images (Google Photos)

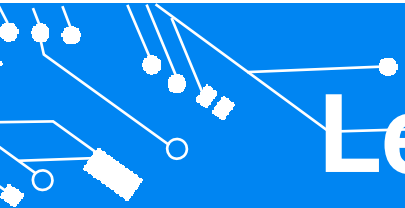
Les outils de traduction (Google Translate)



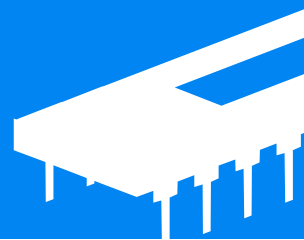


LA RÉVOLUTION DES TRANSFORMERS ET DES GRANDS MODELES DE LANGUAGE

Des mots aux idées : comment des modèles pré-entraînés ont transformé l'intelligence artificielle



Les grands modèles de langage



Capables de comprendre, de raisonner et de générer du texte, les LLMs représentent **l'aboutissement de plusieurs décennies de progrès en apprentissage automatique, en traitement du langage naturel et en puissance de calcul.**

C'est un réseau de neurones de très grande taille, entraîné sur d'immenses corpus textuels afin d'apprendre à **prédire le mot suivant** dans une phrase.

En effectuant un apprentissage automatique sur tout le contenu d'Internet, ces modèles ont appris les **structures linguistiques, les relations sémantiques** et même des **connaissances implicites sur le monde.**

Ils sont construits à partir de l'architecture **Transformer**, introduite en 2017, qui permet d'analyser les relations entre les mots d'un texte simultanément grâce au mécanisme d'**attention**.

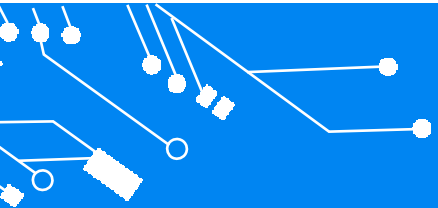
Ces modèles peuvent :

- comprendre le contexte global d'un texte,

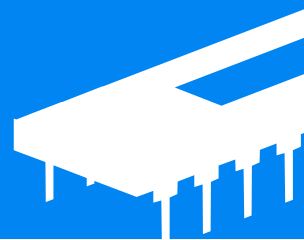
- générer du contenu cohérent,

- traduire, résumer, ou répondre à des questions complexes,

- parfois raisonner de manière logique ou symbolique.



Les Transformeurs



l'apprentissage automatique, les réseaux de neurones classiques n'étaient que de bons outils « auto completion » mais peinent à comprendre le **contexte global** et à traiter de longues dépendances.

On manquait à ces modèles une capacité essentielle : l'**attention** qui permet de se concentrer sur les éléments pertinents d'une phrase, comme le fait naturellement un cerveau humain.

: la naissance du Transformer

Une équipe de chercheurs de Google publie un article désormais légendaire : *“Attention Is All You Need.”* Ils présentent le **transformer**, une nouvelle architecture neuronale fondée sur un mécanisme d'**attention multi-têtes** (*multi-head self-attention*).

Contrairement à ce qu'on avait l'habitude de faire, au lieu de traiter le langage de manière linéaire, le Transformer permet à chaque mot de **prendre en compte** tous les autres mots d'une phrase pour en comprendre le sens global.

Etat de l'art

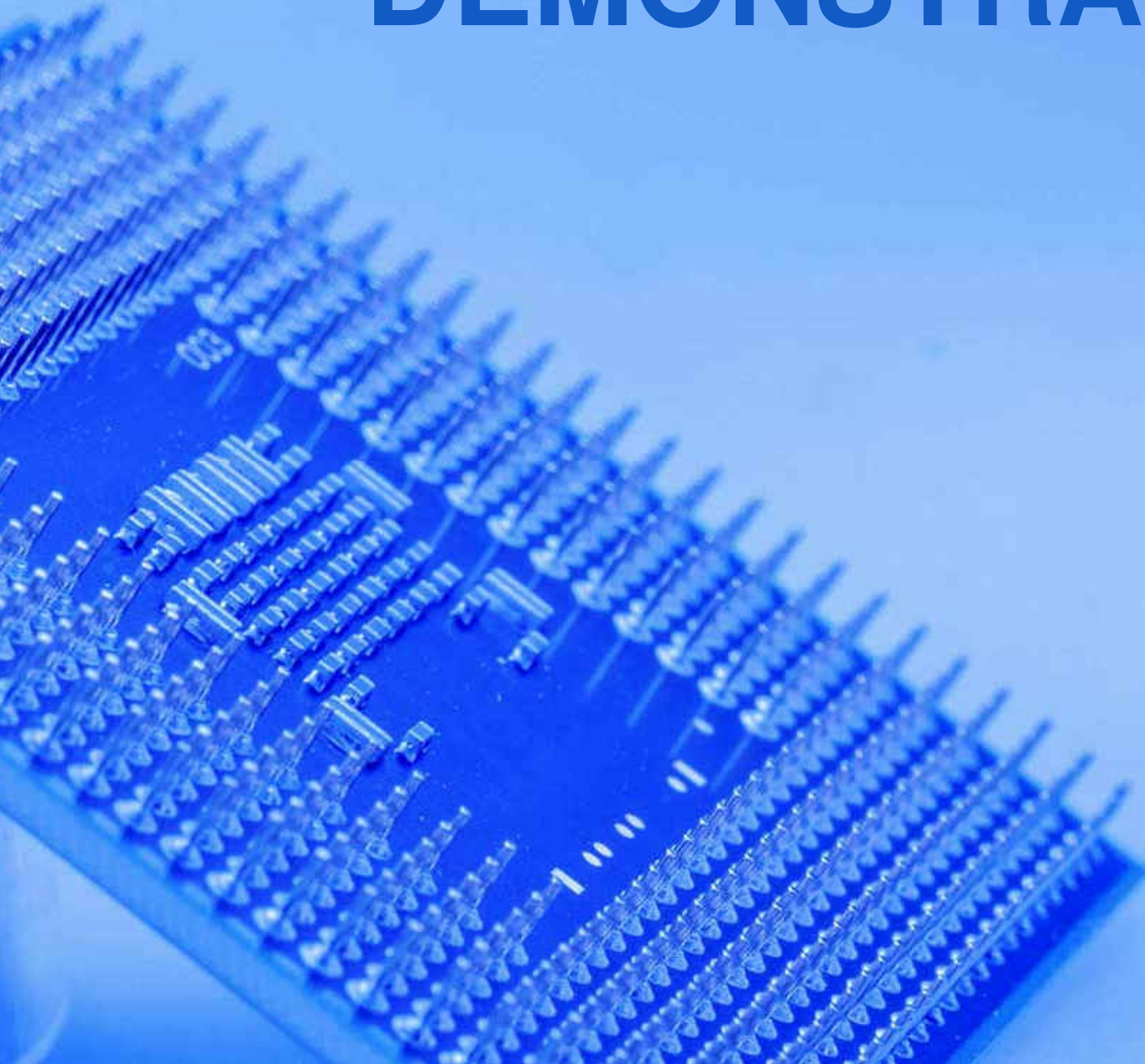
Modèle	Organisation	Année	Taille (≈ paramètres)	Données d'entraînement	Particularités
GPT-4 / GPT-5	OpenAI	2023 / 2025	~1 000 Md ? (non public)	Données web, code, multimodal	Très polyvalent, raisonnement, contexte long
Gemini 1.5	Google DeepMind	2024	> 1 000 Md	Texte, images, audio, vidéo	Fort en multimodalité et intégration web
Claude 3	Anthropic	2024	100–500 Md	Données filtrées éthiquement	Raisonnement sûr, faible biais, "Constitutional AI"
Mistral Large	Mistral AI (France 🇫🇷)	2024	80–150 Md	Corpus multilingue européen	Excellent en français et code, open-weights partiels
LLaMA 3	Meta AI	2024	70 Md / 400 Md	Données publiques et synthétiques	Open-source, base pour beaucoup de modèles dérivés
Grok 2	xAI (Elon Musk)	2024	n.c.	Données X/Twitter + web	Intégré au réseau social X
Gemma / Phi-3 / Command-R	Google / Microsoft / Cohere	2024	2–15 Md	Corpus ciblés	Petits modèles optimisés pour l'efficacité

Etat de l'art

Comparaison qualitative

Critère	GPT-5	Gemini 1.5	Claude 3	Mistral Large	LLaMA 3
 Compréhension contextuelle	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★☆☆	★★★★☆
 Qualité des réponses	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★	★★★★
 Multimodalité	✓ Texte + image + audio	✓	⚠ Texte uniquement	✗	✗
 Raisonnement logique	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★	★★★★
 Multilingue (FR)	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★☆	★★★★★
 Ouverture du code	✗	✗	✗	✓ partielle	✓ complète
 Efficacité / coût	⚠ élevé	⚠ élevé	⚠ moyen	✓ bon	✓ excellent

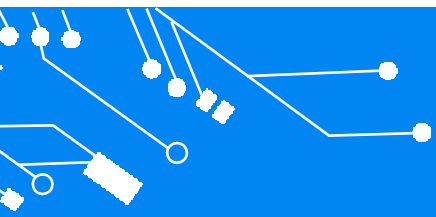
DEMONSTRATION



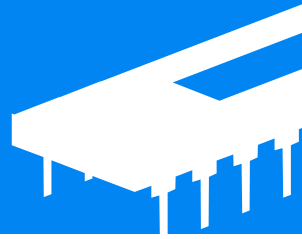


LA PERSPECTIVES DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Des mots aux idées : comment des modèles pré-entraînés ont transformé l'intelligence artificielle



De la spécialisation à la généralisation



A est pour l'instant **spécialisée** : un algorithme jouait aux échecs, un autre reconnaissait des visages, un troisième traduisait du texte.

Aujourd'hui, émergence d'une **IA généraliste**, capable de :

comprendre le langage,

analyser des images,

écrire du code,

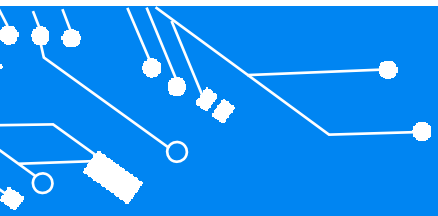
raisonner sur des données complexes.

Cette convergence des capacités ouvre la voie à des systèmes

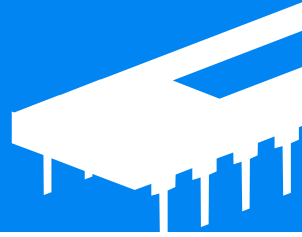
polyvalents, capables d'apprendre de nouveaux domaines sans

entraînement complet.

C'est le premier pas vers une **intelligence artificielle généralisée (AGI)**.



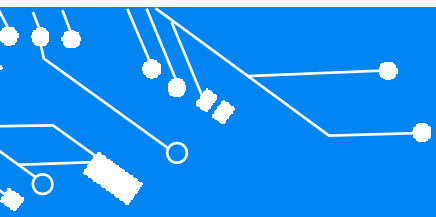
L'ère de la multimodalité



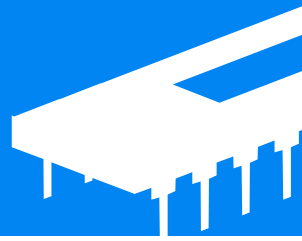
Les prochaines générations d'IA ne se contenteront plus du texte. Elles seront **multimodales**, capables de traiter **plusieurs formes de données simultanément** : texte, image, vidéo, son, signaux sensoriels (température, mouvement, etc.).

Enrichissement des modalités : l'IA pourra **percevoir et comprendre le monde** d'une manière plus proche de l'humain.

Enfin, ces IA deviendront **interactives et perceptives**, capables d'analyser une scène, d'entendre une conversation et d'y répondre dans un contexte.



Au service des sciences et de la connaissance



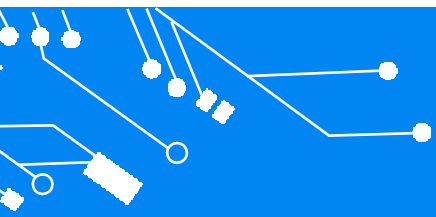
Parmi des domaines le plus d'impacté est la **recherche scientifique**.

À, des modèles comme **AlphaFold** ou **DeepMind GraphCast** ont bouleversé la biologie et la météorologie.

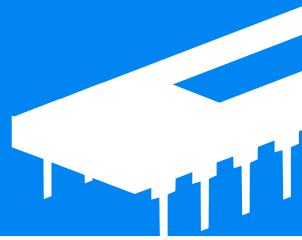
Enfin, les IA :

- Formuleront des hypothèses,**
- Généreront des expériences simulées,**
- Analysent d'immenses volumes de données scientifiques,**
- Proposeront de nouvelles théories.**

Nous entrons dans une ère où la **découverte scientifique assistée par IA** pourra accélérer des progrès majeurs en santé, climat, énergie ou astrophysique



Nouveaux usages Nouveaux métiers



Les prochaines années verront une **transformation profonde du monde du travail**.

Elle ne remplacera pas seulement certaines tâches : elle **redéfinira les rôles humains**.

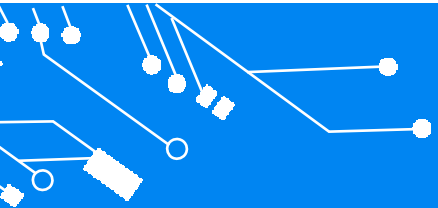
Dans l'éducation : **tuteur personnalisé**, adaptant les cours à chaque élève.

Dans la santé : **médecin-assistant** capable d'aider au diagnostic et à la prévention.

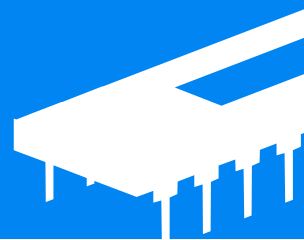
Dans l'administration : **agent automatisé**, allégeant les procédures et simplifiant la relation citoyen.

Dans l'industrie : **copilote intelligent**, améliorant la planification, la maintenance et la sécurité.

Ces mutations exigent de repenser la **formation, l'éthique professionnelle et la relation homme-machine**.



Éthique et régulation



Les enjeux éthiques deviennent centraux :

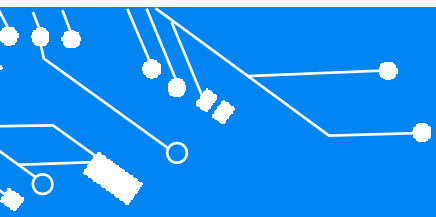
Transparence : comprendre comment une IA prend ses décisions.

Responsabilité : identifier qui répond de ses erreurs.

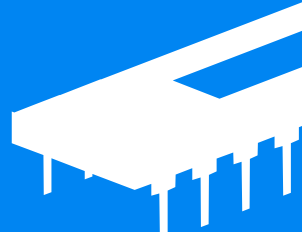
Protection des données : préserver la vie privée dans un monde connecté.

Équité algorithmique : éviter les discriminations et les biais.

L'Union européenne, avec son **AI Act**, cherche à poser les premières bases d'une régulation équilibrée : innovation d'un côté, protection des citoyens de l'autre.



une révolution cognitive et humaniste ?



Intelligence artificielle ne remplace pas l'intelligence humaine, elle l'**étend**.

Comme l'écriture, l'imprimerie ou l'ordinateur, elle transforme notre manière de **percevoir, apprendre et décider**.

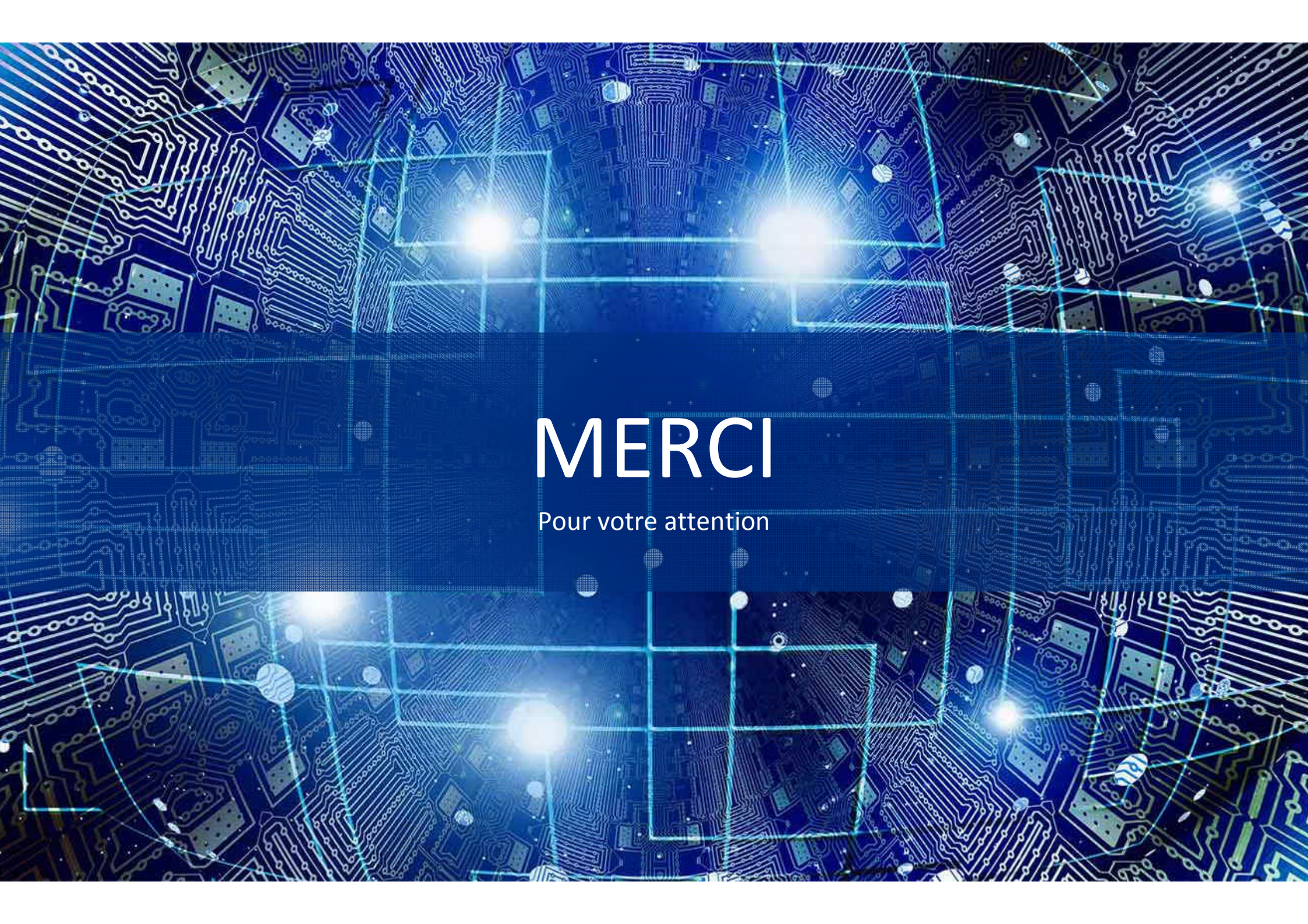
L'avenir de l'IA sera ce que nous en ferons :

un instrument de connaissance partagée et d'émancipation

ou

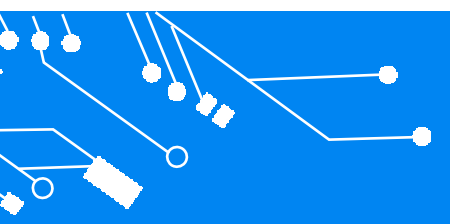
un outil de domination

Nous choisissons la voie de la transparence, de l'éthique et de la coopération, alors l'IA deviendra non pas une menace, mais **un partenaire dans la quête de savoir**.

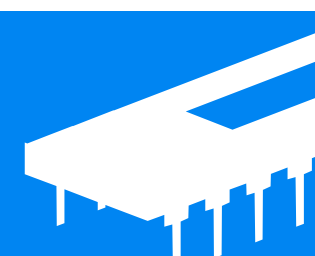
The background is a deep blue with a detailed, intricate pattern of white and light blue circuit traces, resembling a printed circuit board (PCB). Overlaid on this pattern are several bright, glowing light sources that create a sense of depth and energy. These lights are connected by thin, glowing blue lines that form a grid-like structure across the image. The overall effect is one of high-tech sophistication and digital connectivity.

MERCI

Pour votre attention



Débat et réflexion collective



Questions ouvertes au public

Confiance – Faut-il comprendre le fonctionnement d'une IA pour lui faire confiance ?

Avail – L'IA remplacera-t-elle des métiers ou en créera-t-elle de nouveaux ?

Création – Une œuvre produite par une IA est-elle vraiment artistique ?

Éthique – Qui doit fixer les limites : les ingénieurs, les États ou les citoyens ?

Éducation – Comment préparer les jeunes générations à collaborer avec l'IA ?

Identité – Que restera-t-il de spécifiquement humain dans un monde d'intelligence artificielles ?

Durabilité – Peut-on rendre l'IA écologiquement responsable ?