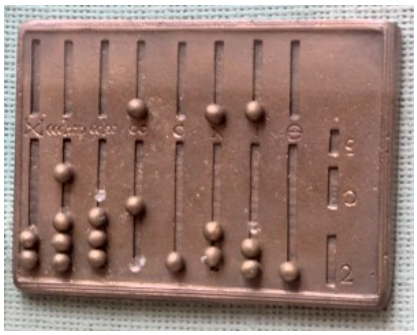
Histoire de l'informatique

Des origines à l'intelligence artificielle

Les balbutiements de l'« informatique »

–500

Bien avant l'électricité, on calcule avec des objets : les marchands du Moyen-Orient puis de la Méditerranée utilisent l'**abaque**, une table où l'on déplace des cailloux, ancêtre du **boulier**.



1642

À dix-neuf ans, Blaise Pascal construit la **Pascaline** pour aider son père, collecteur d'impôts : des roues dentées reportent automatiquement les retenues, ce qui permet d'additionner et de soustraire.



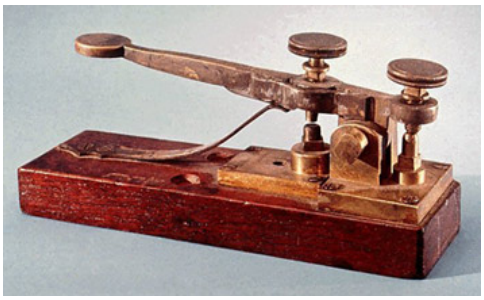
1770

En Allemagne, le pasteur Philipp Matthäus Hahn fabrique l'une des premières **machines à calculer** fiables capables d'effectuer les quatre opérations. Elle reprend le cylindre à dents de longueurs inégales imaginé par Leibniz un siècle plus tôt.



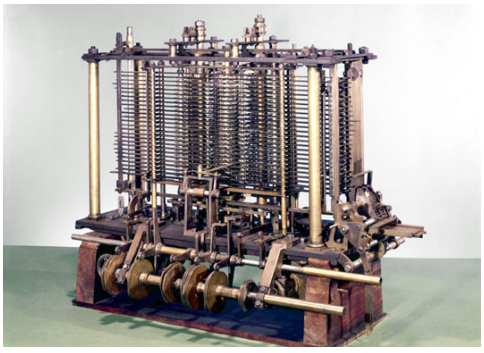
1792

Claude Chappe et ses frères mettent au point le **télégraphe optique**. Des tours, placées à portée de vue les unes des autres, portent un bras articulé dont les positions codent des lettres et des mots ; un message traverse ainsi la France en quelques heures au lieu de plusieurs jours.



1833

Le mathématicien anglais Charles Babbage abandonne sa **machine à différences**, destinée à calculer des tables numériques, pour un projet plus ambitieux : la **machine analytique**. On y trouve déjà les idées de l'ordinateur moderne : une partie qui calcule, une mémoire, et des cartes perforées pour fournir les données et les instructions. Faute d'argent et de pièces assez précises, aucune des deux machines ne sera achevée de son vivant.



1840

À Turin, Babbage présente le plan de sa **machine analytique**, organisée en cinq parties :

— une entrée, par laquelle on fournit les nombres (cartes perforées) ;

— un « magasin », qui garde ces nombres en mémoire ;

— un « moulin », qui effectue les calculs ;

— un mécanisme de commande, qui enchaîne les opérations demandées ;

— une sortie, qui imprime les résultats.

On retrouve presque exactement l'organisation des ordinateurs actuels.

1843

Ada Lovelace traduit en anglais un article sur la machine analytique et y ajoute des notes trois fois plus longues que le texte. Elle y décrit pas à pas le calcul des nombres de Bernoulli par la machine, avec des opérations répétées : on y voit le premier **programme** publié. Le mot **algorithme**, lui, est bien plus ancien : il vient du nom du savant persan Al-Khwarizmi (IX^{e} siècle), qui écrivait en arabe.

1854

Dans *Les lois de la pensée*, George Boole montre que l'on peut calculer sur des propositions vraies ou fausses comme on calcule sur des nombres. Cette **algèbre de Boole**, qui ne manipule que deux valeurs, sera la base des circuits des ordinateurs.

1867

Les Américains Sholes et Glidden inventent une **machine à écrire** que la firme Remington commercialise quelques années plus tard. Le clavier QWERTY vient de ces machines : les lettres souvent tapées ensemble ont été éloignées pour que les tiges métalliques ne se coincent pas.

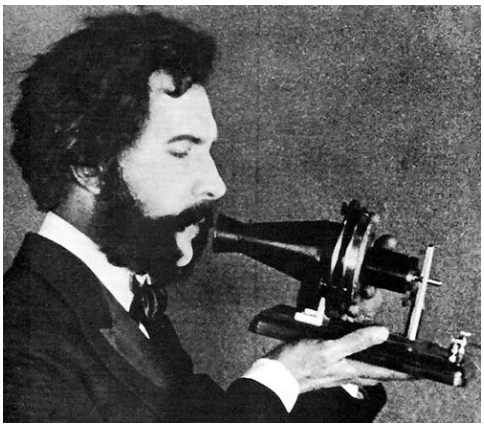


1875

Machine d'Odhner. L'ingénieur Willgodt Odhner conçoit une calculatrice mécanique compacte : on inscrit les nombres en tournant de petits leviers, puis chaque tour de manivelle ajoute le nombre au total. Ce modèle sera copié dans le monde entier pendant près d'un siècle.

1876

Alexander Graham Bell dépose le brevet du **téléphone**, qui transforme la voix en signal électrique. La Bell Telephone Company, fondée l'année suivante, deviendra un acteur majeur des télécommunications, et ses laboratoires un lieu d'inventions décisives pour l'informatique.



1884

Herman Hollerith dépose le brevet d'une **machine à cartes perforées** qui compte automatiquement les réponses. Utilisée pour le recensement américain de 1890, elle réduit le dépouillement de plusieurs années à quelques mois. L'entreprise qu'il fonde deviendra en 1924 **IBM** (*International Business Machines*).



1911

Machine de Monroe. Cette calculatrice mécanique à clavier complet rend la multiplication et la division plus rapides ; elle équipera les bureaux pendant des décennies.

Les débuts de l'informatique moderne

1936

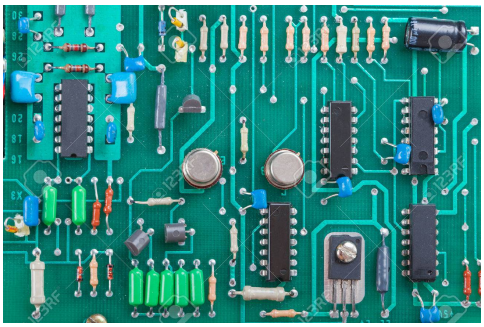
Alan Turing donne une définition précise de ce qu'est un **algorithme**. Il imagine pour cela une machine abstraite, la **machine de Turing**, qui lit et écrit des symboles sur un ruban en suivant des règles simples, et montre qu'elle peut exécuter n'importe quel calcul décrit par un algorithme.

1938

Dans son mémoire de master, Claude Shannon montre que les circuits électriques à interrupteurs obéissent à l'algèbre de Boole : on peut donc construire des circuits qui calculent. Le mot **bit** (*binary digit*, chiffre binaire), proposé par John Tukey en 1947, sera popularisé par Shannon en 1948.

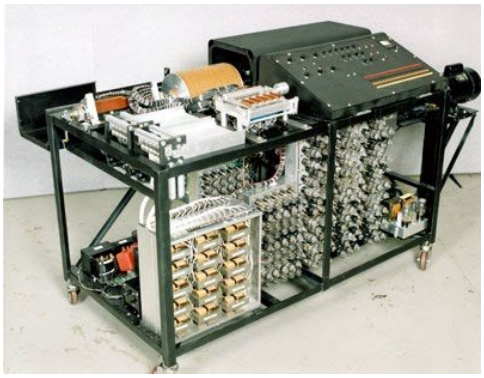
1940

Circuit imprimé. Au lieu de relier les composants par des fils, on les fixe sur une plaque isolante où de fines pistes de cuivre assurent les connexions. Les appareils deviennent plus petits, plus fiables et plus faciles à fabriquer en série.



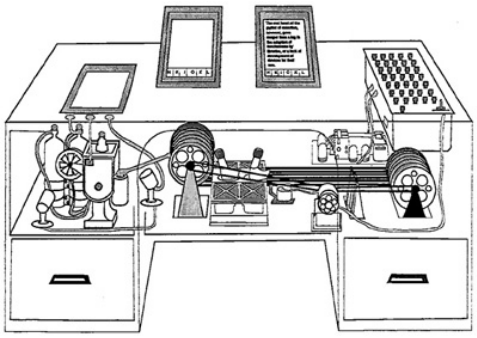
1941

John Atanasoff et Clifford Berry construisent l'**ABC** (*Atanasoff-Berry Computer*), l'un des premiers calculateurs électroniques. Il travaille en binaire, utilise des tubes électroniques pour les calculs et range ses nombres sur deux tambours tournants. Il ne sert qu'à résoudre des systèmes d'équations et n'est pas programmable.



1945

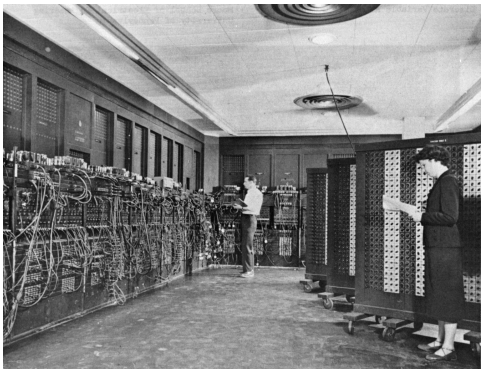
Dans l'article *As We May Think*, l'ingénieur Vannevar Bush imagine le **Memex**, un bureau capable de stocker tous les documents d'une personne et de les relier entre eux par des pistes que l'on peut suivre. Cette idée de documents reliés annonce l'**hypertexte**, puis le Web.



L'évolution de l'informatique moderne

1946

ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*). L'armée américaine l'a commandé en 1943 pour calculer les trajectoires des obus, un travail confié jusque-là à des équipes de calculatrices humaines. La machine est gigantesque : 30 tonnes, 167 m² au sol, environ 18 000 tubes électroniques et 150 kilowatts de consommation. Pour la programmer, il faut rebrancher des câbles à la main, ce qui prend parfois des jours.



Septembre 1947

Le 9 septembre 1947, l'équipe qui fait fonctionner le calculateur **Mark II**, à Harvard, découvre un papillon de nuit coincé dans un relais. Il est collé dans le cahier de bord avec la mention « premier cas réel de bug trouvé ». Le mot *bug* désignait déjà un défaut technique, notamment chez Thomas Edison ; cette anecdote, souvent racontée par la mathématicienne Grace Hopper, a contribué à le populariser en informatique.

Décembre 1947

Aux laboratoires Bell, John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley mettent au point le **transistor**, un interrupteur électronique minuscule qui va remplacer les tubes : il chauffe moins, consomme moins et tombe beaucoup moins souvent en panne.



1950

À l'université de Cambridge, l'équipe de Maurice Wilkes fait écrire les programmes de l'ordinateur EDSAC avec des lettres et des nombres décimaux, traduits automatiquement en binaire : c'est l'idée du **langage assembleur**. Jusque-là, on programmait directement en binaire.

Table 9.2 Code in assembly language to add two integers

Code in assembly language				*Description*
LOAD	RF	Keyboard		Load from keyboard controller to register F
STORE	Number1	RF		Store register F into Number1
LOAD	RF	Keyboard		Load from keyboard controller to register F
STORE	Number2	RF		Store register F into Number2
LOAD	R0	Number1		Load Number1 into register 0
LOAD	R1	Number2		Load Number2 into register 1
ADDI	R2	R0	R1	Add registers 0 and 1 with result in register 2
STORE	Result	R2		Store register 2 into Result
LOAD	RF	Result		Load Result into register F
STORE	Monitor	RF		Store register F into monitor controller
HALT				Stop

1951

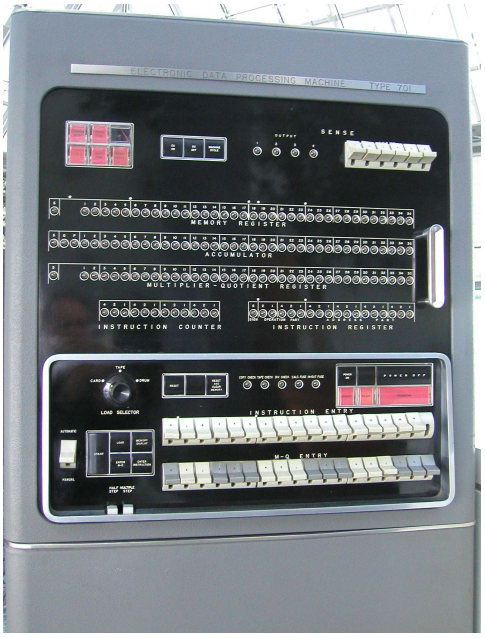
Au MIT, l'équipe de Jay Forrester termine le **Whirlwind**, le premier ordinateur capable de réagir **en temps réel**, c'est-à-dire assez vite pour suivre des événements au moment où ils se produisent. Il sert de modèle au système de défense aérienne américain **SAGE** (*Semi-Automatic Ground Environment*), qui surveille le ciel à l'aide de radars.



1952

IBM présente l'**IBM 701**, son premier ordinateur commercial, conçu pour les calculs scientifiques et militaires. Seuls 19 exemplaires sont fabriqués ; l'un d'eux sert au laboratoire de Los Alamos, qui travaille

sur la bombe à hydrogène. Sa mémoire, faite de tubes cathodiques, contient quelques milliers de mots, et il effectue environ 16 000 additions par seconde.



Les réseaux

1960–1964

IBM et la compagnie American Airlines développent **SABRE** (*Semi-Automated Business Research Environment*), le premier grand réseau informatique commercial. Mis en service à partir de 1960, il relie plus d'un millier de terminaux dans tout le pays à un ordinateur central : une réservation de vol, qui demandait jusque-là des heures, se fait en quelques secondes.

Septembre 1969

Financé par l'armée américaine, le projet **ARPANET** relie ses premiers ordinateurs. L'entreprise BBN fournit les **IMP**, des mini-ordinateurs chargés d'acheminer les messages (voir photo). Le premier est installé à l'université de Californie à Los Angeles (UCLA) en septembre, le second au Stanford Research Institute, dans l'équipe de Douglas Engelbart, en octobre : le premier message échangé, « LO », devait être « LOGIN », mais la liaison a coupé au bout de deux lettres. Santa Barbara puis l'université de l'Utah sont reliées avant la fin de l'année : ARPANET compte alors quatre ordinateurs.

1974–1983

TCP/IP. Vinton Cerf et Robert Kahn décrivent en 1974 un protocole permettant de relier entre eux des réseaux différents (*internetworking*). Scindé en deux couches, TCP et IP, il devient le protocole officiel d'ARPANET le 1er janvier 1983 : c'est la naissance d'Internet au sens actuel, un réseau de réseaux.

Octobre 1985

Internet relie environ 2 000 machines.

Novembre 1986

Un an plus tard, environ 5 000 machines : le nombre d'ordinateurs connectés double chaque année.

1989–1991

Le Web. Au CERN, à Genève, Tim Berners-Lee propose en 1989 un système de documents reliés par des liens hypertextes et consultables à travers le réseau. Il écrit en 1990 le premier navigateur et le premier serveur, et définit les trois briques du Web : l'adresse (URL), le langage HTML et le protocole HTTP. Le Web est ouvert au public en août 1991 ; le CERN place son code dans le domaine public en 1993.

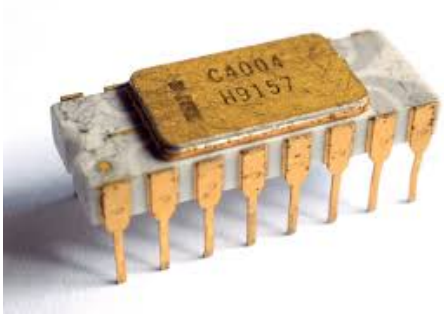
L'ère de l'informatique grand public

1969

Unix. Ken Thompson et Dennis Ritchie créent aux laboratoires Bell le système d'exploitation Unix, réécrit en 1973 dans le langage C. Ses principes (tout est fichier, processus, petits outils combinables en ligne de commande) sont repris par Linux, macOS et Android.

1971

Intel commercialise le **4004**, premier **microprocesseur** : tout le processeur tient sur une seule puce de silicium. Il compte 2 300 transistors, fonctionne à 740 kHz et effectue de l'ordre de 60 000 opérations par seconde, autant que l'ENIAC, qui remplissait une salle entière.



1981

IBM PC (*Personal Computer*). Pour rattraper son retard sur les micro-ordinateurs, IBM assemble en un an un ordinateur fait de pièces du commerce, avec un système d'exploitation acheté à Microsoft, MS-DOS. Comme son architecture est publique, d'autres constructeurs fabriquent des **compatibles PC** : ce modèle devient le standard des ordinateurs personnels, encore en vigueur aujourd'hui.



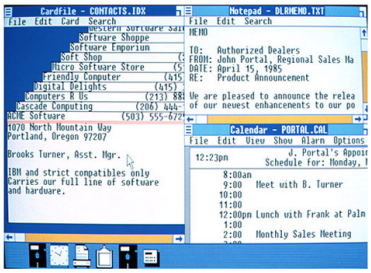
1984

Apple lance le **Macintosh**, l'un des premiers ordinateurs grand public avec une souris et une interface graphique : fenêtres, icônes et menus remplacent les commandes tapées au clavier. Le Mac devient l'autre grande famille d'ordinateurs personnels, à côté du PC.



Novembre 1985

Microsoft sort **Windows 1.0**, une interface graphique ajoutée à MS-DOS, vendue 99 dollars. Ses versions suivantes équiperont la très grande majorité des PC.



1991

Unicode. Chaque pays ou groupe de langues avait sa propre table de caractères (Latin-1 pour l'Europe de l'Ouest, d'autres pour le cyrillique, le grec…), et un texte affiché avec la mauvaise table devenait illisible. Le consortium Unicode publie une table unique qui vise à donner un numéro à chaque caractère de toutes les écritures du monde. Son codage **UTF-8** est aujourd'hui utilisé par la quasi-totalité des pages Web.

Linux. Linus Torvalds, étudiant finlandais, publie le noyau Linux, un système compatible Unix, libre et gratuit, développé collectivement grâce à Internet. Il équipe aujourd'hui la plupart des serveurs, les supercalculateurs et, à travers Android, la majorité des smartphones.

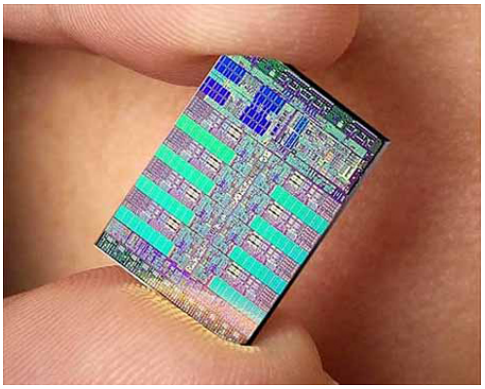
Python. Guido van Rossum publie la première version du langage Python, conçu pour être lisible et facile à apprendre. C'est le langage de programmation utilisé en NSI.

1998

Open source. L'expression « open source » (code source ouvert) est adoptée pour désigner les logiciels dont le code est public et que chacun peut étudier, modifier et redistribuer. L'idée remonte au **logiciel libre** défendu depuis 1983 par Richard Stallman, fondateur du projet GNU et de la Free Software Foundation (FSF). Firefox, Linux, LibreOffice ou Python sont des logiciels libres.

2003

Processeurs multicœurs. Augmenter la fréquence d'un processeur le fait trop chauffer. Les fabricants placent donc plusieurs **cœurs**, c'est-à-dire plusieurs unités de calcul complètes, sur la même puce : au lieu d'aller plus vite, le processeur fait plusieurs choses à la fois. Les premiers modèles grand public arrivent en 2005 ; aujourd'hui, un téléphone en compte souvent huit.



2007

Apple présente l'**iPhone** : un téléphone sans clavier physique, piloté au doigt sur un écran tactile, qui donne accès au Web et, dès 2008, à une boutique d'applications. Il impose le modèle du **smartphone** actuel, repris par les téléphones Android.



2010

Avec l'**iPad**, Apple lance le marché des tablettes. Il reprend le système de l'iPhone : les applications sont pensées pour le toucher, alors que les tablettes précédentes étaient des ordinateurs portables privés de clavier.



2012

La fondation **Raspberry Pi**, créée à Cambridge, met en vente un ordinateur de la taille d'une carte de crédit pour 35 dollars, afin de donner aux jeunes l'envie de programmer. Il est aussi adopté par les bricoleurs pour piloter des robots, des stations météo ou des objets connectés ; plus de soixante millions d'exemplaires ont été vendus.



L'ère du numérique et de l'intelligence artificielle

2013

Snowden et la surveillance de masse. Edward Snowden, ancien agent de la NSA, révèle au monde l'ampleur des programmes de surveillance de masse mis en place par les États-Unis. Ces révélations provoquent un débat mondial sur la vie privée, le chiffrement des communications et la cybersécurité, et influenceront durablement la législation sur la protection des données.

2014

Essor du cloud computing. Le stockage et le calcul dans le « nuage » deviennent la norme pour les entreprises. Amazon Web Services (AWS), lancé dès 2006, domine le marché et transforme l'industrie informatique : au lieu d'acheter des serveurs, on loue de la puissance de calcul à la demande. Microsoft (Azure) et Google (Cloud) suivent. Ce modèle rend possible l'essor des startups et du *big data*.

2016

AlphaGo bat le champion du monde de go. Le programme AlphaGo, développé par DeepMind (filiale de Google), bat le champion du monde sud-coréen Lee Sedol par quatre victoires à une. Le jeu de go, avec

ses 10^{170} positions possibles, était considéré comme inaccessible à l'intelligence artificielle. Cette victoire marque un tournant dans la perception publique de l'IA et de l'apprentissage profond (*deep learning*).

2017

Architecture Transformer. Des chercheurs de Google publient l'article *Attention Is All You Need* qui introduit l'architecture **Transformer**. Ce nouveau modèle de réseau de neurones, fondé sur un mécanisme d'*attention*, révolutionne le traitement automatique du langage et devient la base de tous les grands modèles de langage (GPT, BERT, LLaMA, Claude, etc.).

2018

RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données). L'Union européenne met en application ce règlement qui impose des règles strictes sur la collecte, le traitement et le stockage des données personnelles. C'est la première législation d'envergure mondiale sur la protection de la vie privée à l'ère numérique. Elle inspire de nombreux autres pays.

2019

Première image d'un trou noir. Le réseau de télescopes Event Horizon Telescope (EHT), en combinant les données de huit radiotélescopes répartis sur toute la planète et en les traitant par des algorithmes informatiques avancés, produit la première image directe d'un trou noir, situé au centre de la galaxie M87. Ce résultat illustre la puissance du traitement de données massives.

2019

Avantage quantique. Google annonce avoir atteint la « suprématie quantique » avec son processeur **Sycamore** de 53 qubits : il aurait réalisé en 200 secondes un calcul qui prendrait 10 000 ans à un supercalculateur classique. Bien que le résultat soit discuté, il marque une étape dans le développement de l'**informatique quantique**, qui exploite les propriétés de la mécanique quantique (superposition, intrication) pour résoudre certains problèmes autrement insolubles.

2020

GPT-3 et les grands modèles de langage. OpenAI publie GPT-3, un modèle de langage de 175 milliards de paramètres capable de rédiger des textes, traduire, résumer et même programmer. C'est le début de l'ère des *Large Language Models* (LLM), entraînés sur d'immenses corpus de textes. Ces modèles reposent sur l'architecture Transformer (2017) et nécessitent une puissance de calcul considérable.

2022

ChatGPT et la démocratisation de l'IA générative. OpenAI lance ChatGPT, une interface conversationnelle fondée sur GPT-3.5, qui atteint cent millions d'utilisateurs en deux mois, un record absolu. L'IA générative devient un sujet de société : on l'utilise pour rédiger, coder, créer des images (DALL-E, Midjourney, Stable Diffusion) et de la musique. Les questions d'éthique, de droits d'auteur et d'impact sur l'emploi sont au cœur des débats.

2023

Course à l'IA entre les géants du numérique. Google (Gemini), Meta (LLaMA), Anthropic (Claude), Mistral AI et d'autres multiplient les modèles de langage toujours plus puissants. L'Union européenne adopte l'*AI Act* (adoption définitive en 2024), première législation mondiale encadrant l'intelligence artificielle,

classant les systèmes par niveau de risque. La France se distingue avec Mistral AI, startup fondée à Paris, qui développe des modèles ouverts compétitifs.

2024

IA et science. Le prix Nobel de physique est attribué à John Hopfield et Geoffrey Hinton pour leurs travaux fondateurs sur les réseaux de neurones artificiels. Le prix Nobel de chimie récompense Demis Hassabis et John Jumper (DeepMind) pour AlphaFold, un modèle d'IA capable de prédire la structure tridimensionnelle des protéines avec une précision remarquable, ouvrant la voie à des avancées en médecine et en biologie.

2025

L'IA au quotidien. Les assistants IA sont intégrés dans les systèmes d'exploitation, les navigateurs, les outils de bureautique et les environnements de développement. La programmation assistée par IA (GitHub Copilot, Claude Code, Cursor) transforme le métier de développeur. Le débat sur la régulation, la souveraineté numérique et l'impact environnemental des centres de données s'intensifie à mesure que la consommation énergétique de l'entraînement des modèles augmente.

Activité : frise chronologique

En vous appuyant sur ce cours, réalisez une frise chronologique de l'histoire de l'informatique :

1. Sélectionnez au moins dix dates clés parmi celles présentées dans ce cours.
2. Pour chaque date, résumez l'événement en une phrase.
3. Organisez votre frise en distinguant : les machines de calcul, les langages et logiciels, les réseaux et Internet, l'intelligence artificielle.
4. Identifiez les liens entre les événements (par exemple : la machine de Turing inspire les premiers ordinateurs, ARPANET mène à Internet, etc.).

Question de réflexion : quelles sont les trois innovations qui vous semblent avoir eu le plus d'impact sur notre vie quotidienne ? Justifiez votre choix.