



Computer Science

## Introduction

# L'informatique et le calcul

[www.cineri.sn](http://www.cineri.sn)

Last update: 23 avril 2024



# Harvard Mark 1 from IBM

Harvard Mark I  
Conçu En 1944,  
à Harvard IBM.

## Harvard Mark I

Ordinateur :

L'IBM ASCC, appelé le Mark I par l'Université Harvard, a été le premier grand calculateur numérique construit aux États-Unis.

Source: [Wikipédia](#) >

Date de commercialisation : 1944

Concepteur : IBM France

Dimensions : 816 cu ft (23.1 mètres<sup>3</sup>): Width: 51 pieds (16 m); Height: 8 ft (2.4 m); Depth: 2 ft (0.61 m)

Poids : 9,445 lb (4,284 kg)

Puissance/Alimentation : 5 hp (3.7 kW)

Successseurs : Harvard Mark II

The Harvard Mark 1

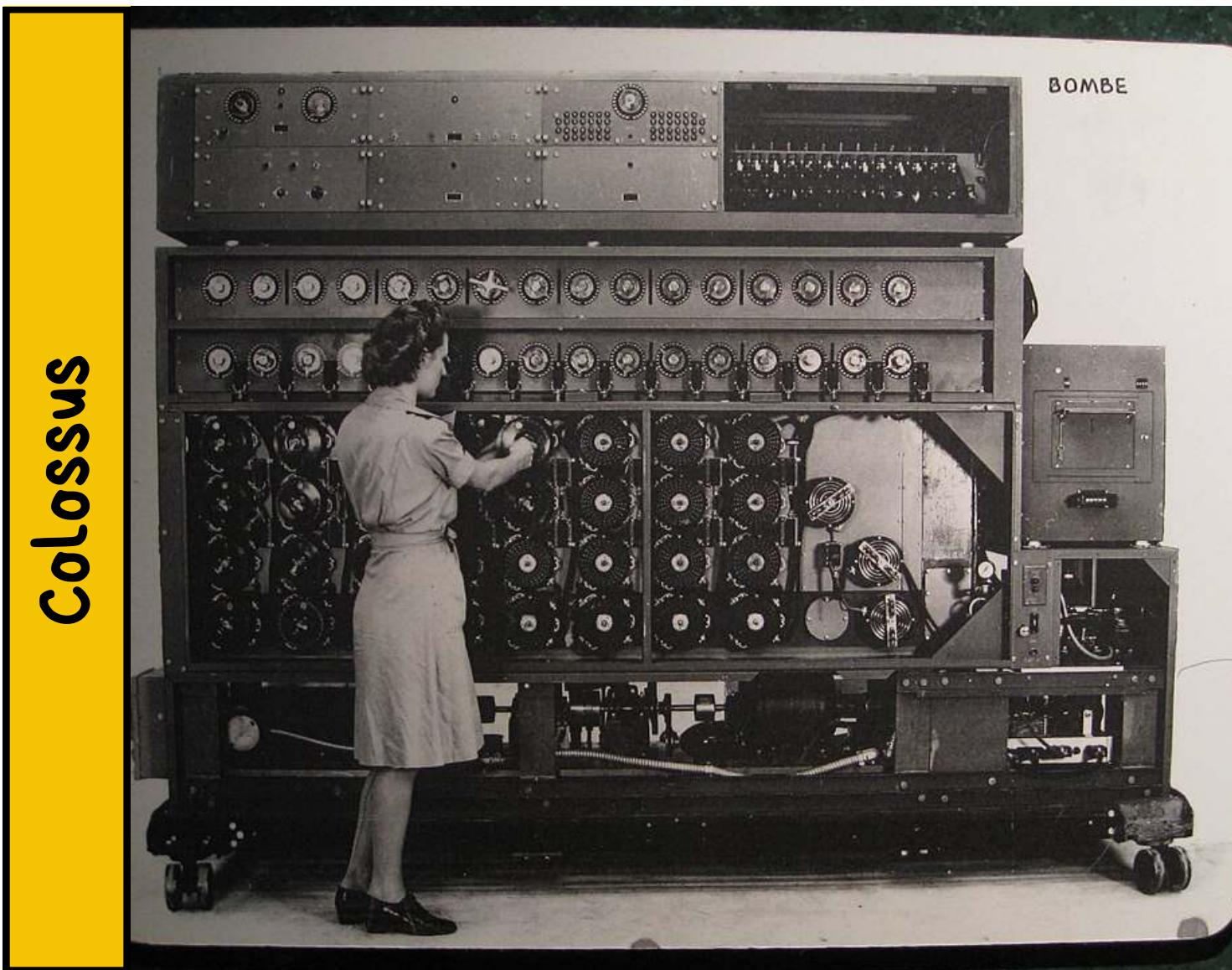


The Harvard Mark I

# Colossus aida Alan Turin à décoder Enigma

les Anglais construisirent un calculateur, le Colossus, pour aider au décryptage

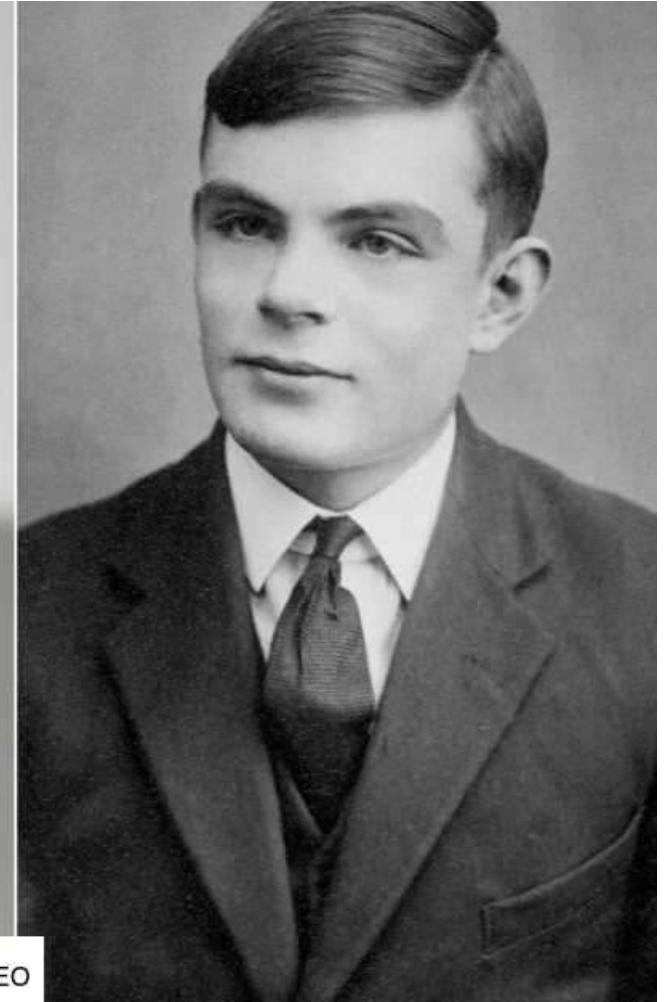
Colossus



Enigma



© Getty Images / Fine Art Images - Heritage Images (1) / Pictures from History - Universal Images Group (2) / GEO



Enigma est une **machine électromécanique portative servant au chiffrement et au déchiffrement de l'information.** Elle fut inventée par l'Allemand Arthur Scherbius, reprenant un brevet du Néerlandais Hugo Koch, datant de 1919.



Wikipédia

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Enigma\\_\(machine\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Enigma_(machine)) ::

Enigma (machine) - Wikipédia

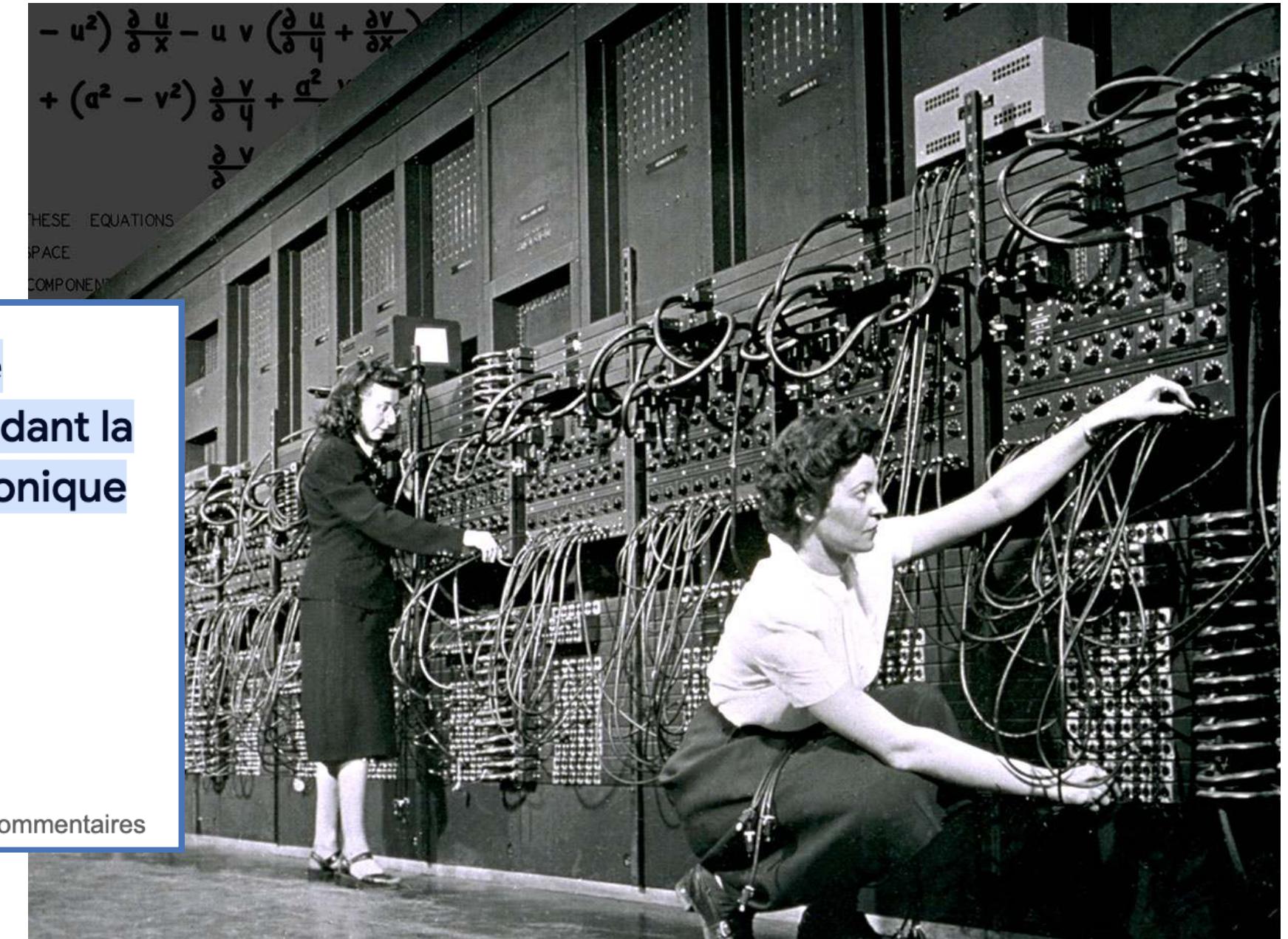
## ENIAC, un calculateur électronique destiné à l'origine aux calculs balistiques

L'ENIAC, ou Electronic Numerical Integrator and Computer, est le résultat d'un projet financé par le gouvernement américain pendant la Seconde Guerre mondiale pour construire un ordinateur électronique qui pourrait être programmé.

 HP.com  
<https://www.hp.com/ca-en/shop/offer/p=compute...> :

Histoire de l'ordinateur: Tout sur l'ENIAC - HP Store Canada

À propos des extraits optimisés • Commentaires



Achevée en février 1946 pour un coût total d'environ 505 500 CAD, son but était d'aider les États-Unis à gagner la Seconde Guerre mondiale, mais la guerre s'est terminée avant la fin de la machine. Au lieu de cela, son premier travail a été de faire des calculs pour aider à la construction de bombes à hydrogène.

# En 1947, fut inventé la révolution de l'Informatique !

## L'invention du transistor en 1947 transforma l'ordinateur

À la suite des travaux sur les semi-conducteurs, le transistor bipolaire a été réalisé pour la première fois le **23 décembre 1947** par les américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain, chercheurs des Laboratoires Bell. Ces chercheurs ont reçu pour cette invention le prix Nobel de physique en 1956.



Wikipédia

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Transistor> ::

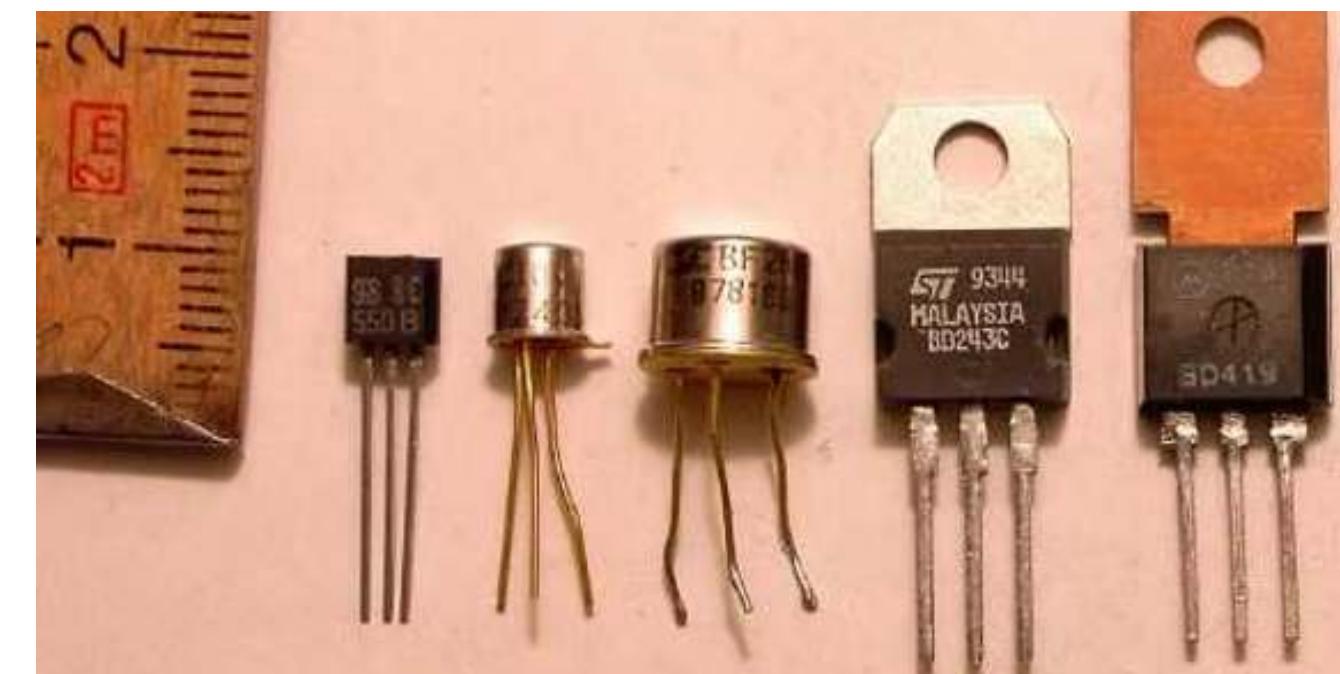
### Transistor - Wikipédia

**Transistors MOSFET**  
Les transistors MOSFET sont des dispositifs de transistors qui sont commandés par un condensateur.

**Transistors BJT**  
Le transistor bipolaire ou transistor bipolaire de jonction (BJT) est un dispositif statique à trois broches avec trois couches de silicium.

**Paires Darlington**  
Les paires (transistors) Darlington sont des dispositifs à semi-conducteurs discrets composés d'un boîtier de deux transistors BJT standard.

**Modules LED**  
Découvrez tous nos modules de développement LED afin de vous accompagner pour la mise en place de vos projets.



# BESM-6, en 1965 par les Russes

- Puissance de 1 MIPS
- Processeur 48 bits cadencé à 9 MHz
- Mémoire : 192 Ko de mémoire (tores de ferrite)
- Nombre de transistors: 60000 transistors
- Diodes : 170000 diodes
- Architecture : pipeline plus proche de RISC que CISC
- Usage : civils et militaires
- Nombre d'exemplaires : 350 exemplaires
- Dernier échantillon été démonté en 1992.



Le BESM-6 (1965, env. 1 Mflops), [ordinateur de conception radicalement différente](#), fut développé à l'[Institut de Mécanique de Précision et d'informatique](#), et produit en série à partir de 1967, y compris pour être exporté. Ainsi l'Université technique de Dresde a-t-elle été équipée d'un de ces calculateurs.



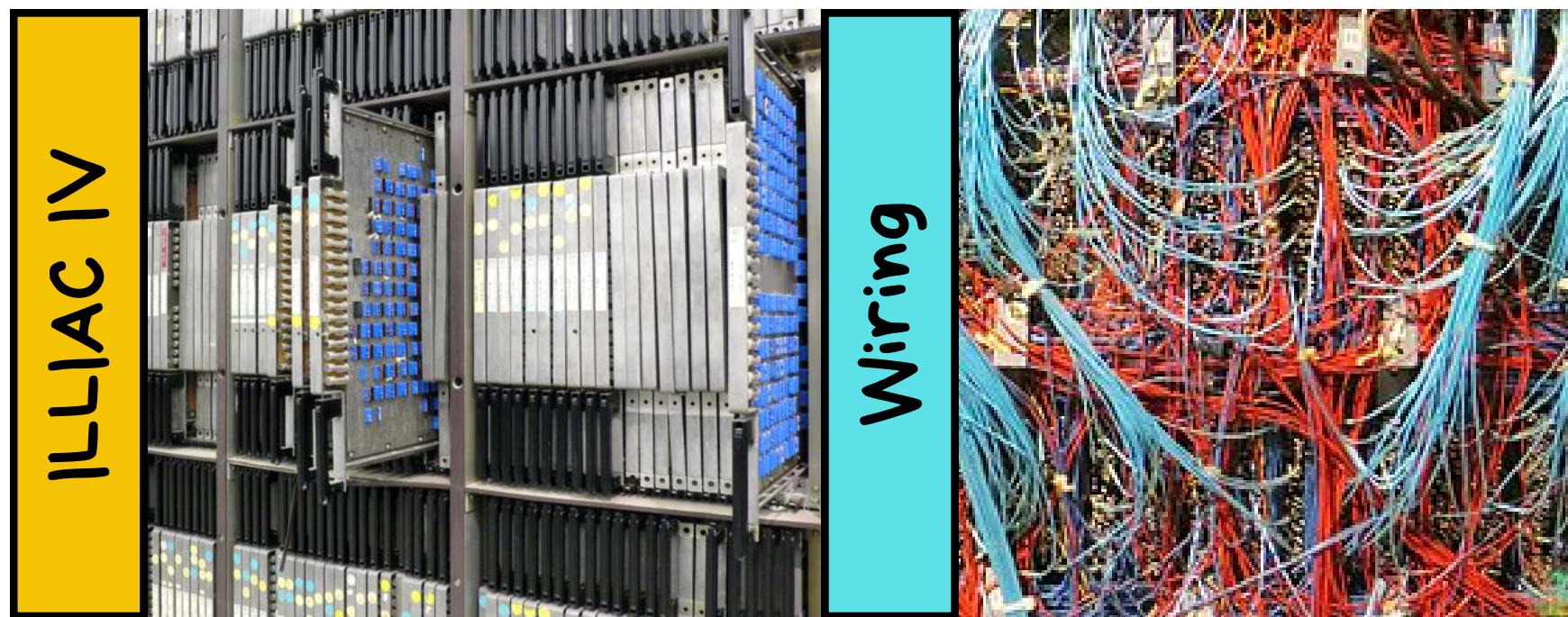
Wikipédia

[https://fr.wikipedia.org/wiki/BESM\\_\(ordinateur\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/BESM_(ordinateur)) :

[BESM \(ordinateur\) - Wikipédia](#)

# ILLIAC IV, en 1965 par Burrough

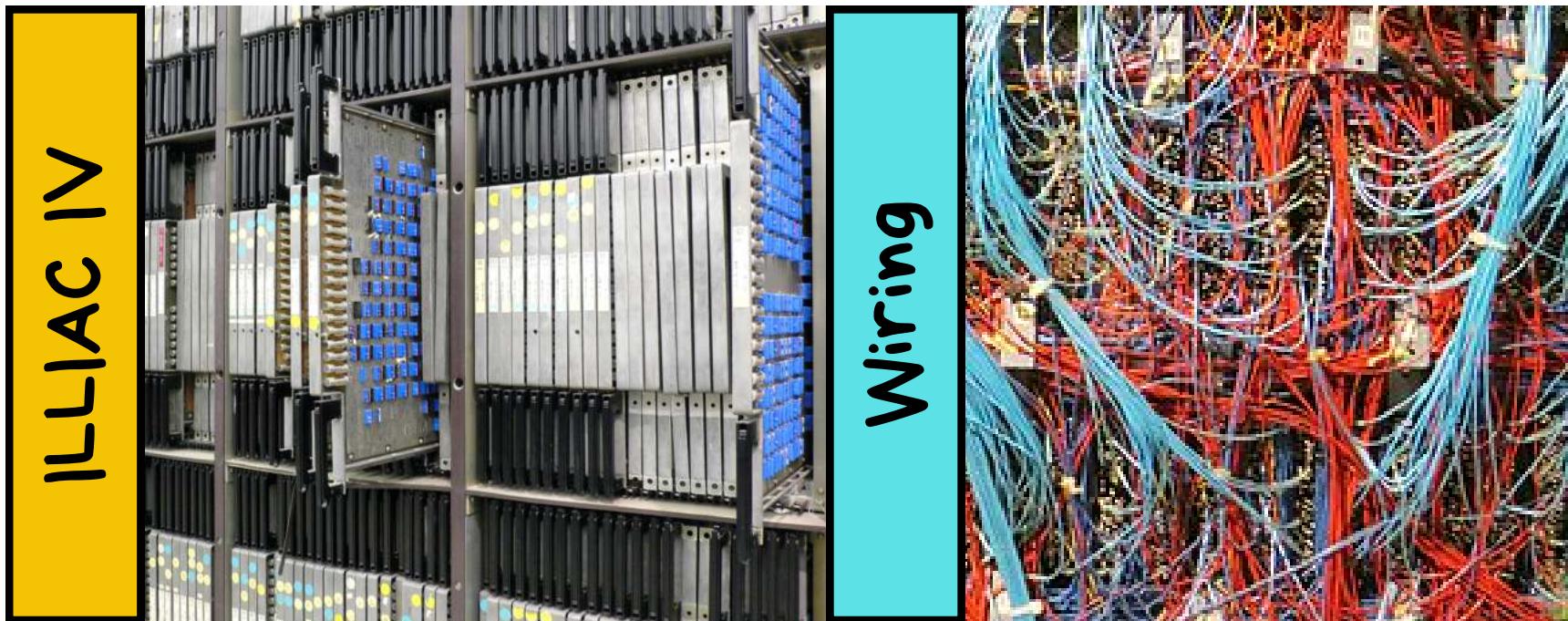
- Supercalculateur utilisant une architecture vectorielle.
- 64 processeurs à architecture pipeline contrôlé par un processeur central.
- 16Kb de mémoire par UC (réalisé entièrement en semi-conducteurs pour la première fois).
- Cadence : 13Mhz pouvant fournir 4 MFLOPS.



L'ILLIAC IV fut le premier ordinateur massivement parallèle. Le système a été initialement conçu pour comporter 256 unités à virgule flottante de 64 bits et quatre unités centrales de traitement capables de traiter 1 milliard d'opérations par seconde.  
Wikipédia (anglais)

## ILLIAC IV, en 1965 par Burrough

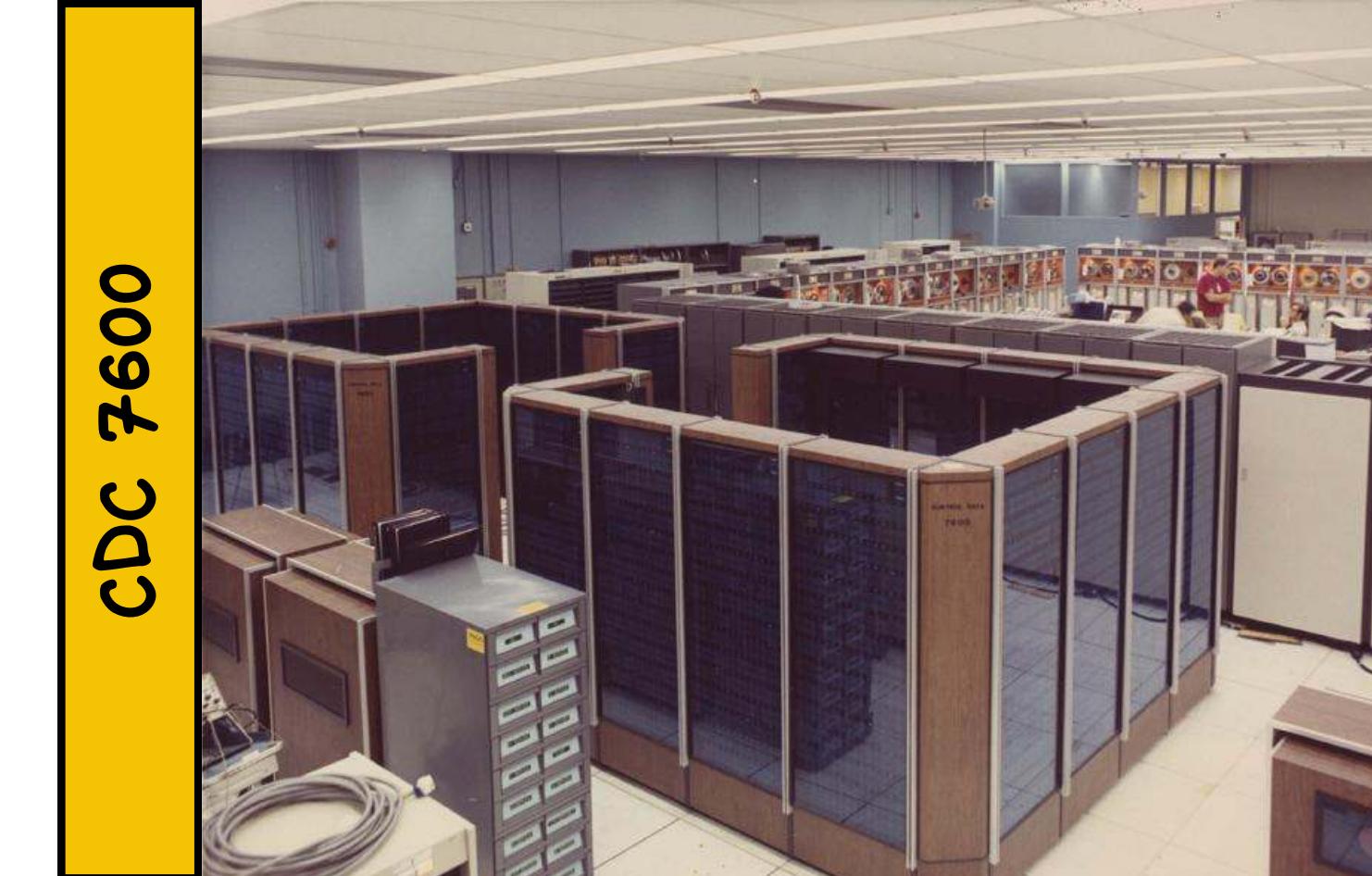
- Cependant, la mise au point de cette machine fut un énorme échec.
- Devait être constituée de 256 processeurs mais ne put être réalisée.
- Performances réelles 15 MFLOPS alors que 1000 MFLOPS attendues!
- La NASA ne put installer une des machines commandée qu'en 1972 et les mises au point nécessaires ne la rendirent opérationnelle qu'en 1975.



L'ILLIAC IV fut le premier ordinateur massivement parallèle. Le système a été initialement conçu pour comporter 256 unités à virgule flottante de 64 bits et quatre unités centrales de traitement capables de traiter 1 milliard d'opérations par seconde.  
Wikipédia (anglais)

# CDC 7600, 1969 de Seymour Cray

- Puissance : 20.83 MFLOPS
- Processeur compatible avec celui de CDC 6600
- Période d'horloge divisée par 4, atteignant 27.5 nanosecondes (36 MHz)
- Architecture pipeline augmentant la puissance à 30 fois plus performant en pratique que son ancêtre le CDC 6600
- Défauts: panne récurrentes et instabilité (plusieurs pannes par jour)



# M-10, 1973 par les Russes

- Sous la direction de **Mikhail Kartsev**.
- Ordinateur multiprocesseur dont la puissance devait atteindre 20 ou 30 MIPS.
- Des dizaines de M-10 ont été fabriqués.
- Très longtemps resté secret car faisant partie du programme soviétique SPRN, programme visant à détecter les lancements de missiles nucléaires à l'échelle mondiale grâce à la détection par satellite de la traînée laissée par le missile et ensuite un suivi précis au radar.
- Mise en réseau de plusieurs de ces M-10.

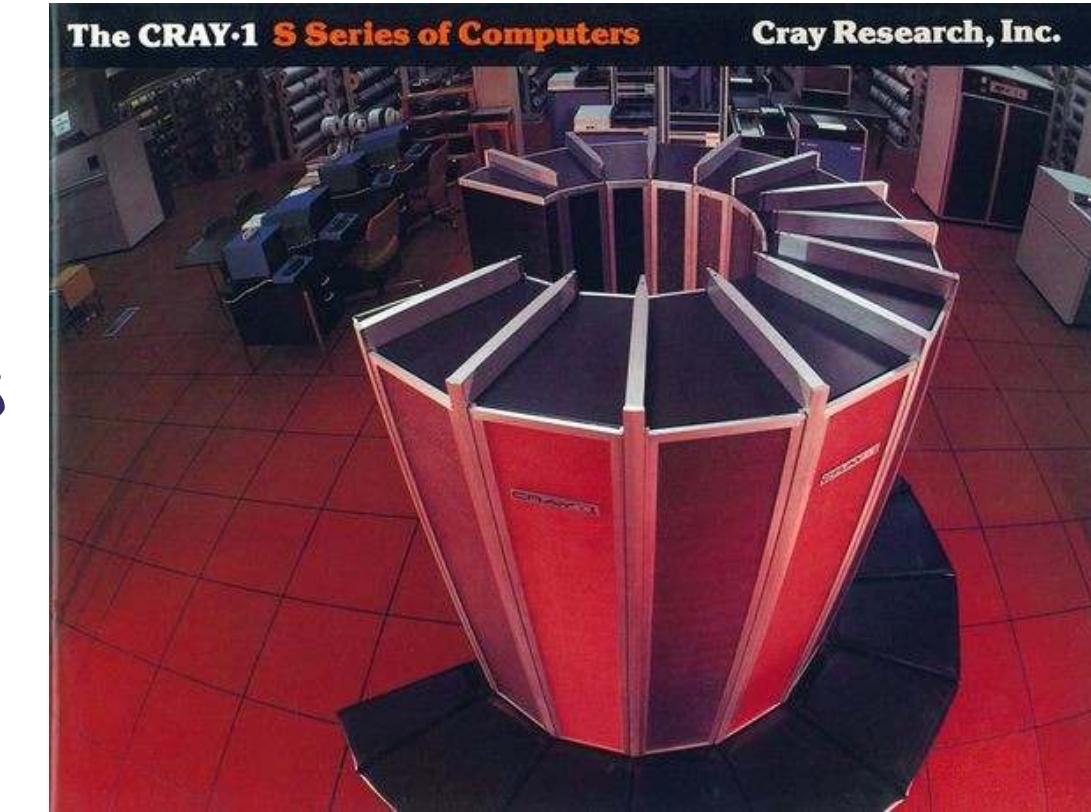


Rare illustration of M-10

The only drawing of M-10 shown in Rogachev's book

# Cray-1, 1976

- Processeur 64 bits cadencé à 83MHz.
- Circuits à faible densité d'intégration mais beaucoup plus rapides (ECL) et très nombreux (20 000) ce qui impliqua le développement d'un système de refroidissement au Fréon.
- Réduction des fils par sa forme circulaire.
- Architecture de type vectorielle.
- 166 MFLOPS pour un prix de 700000 dollars.
- 16 machines furent produites

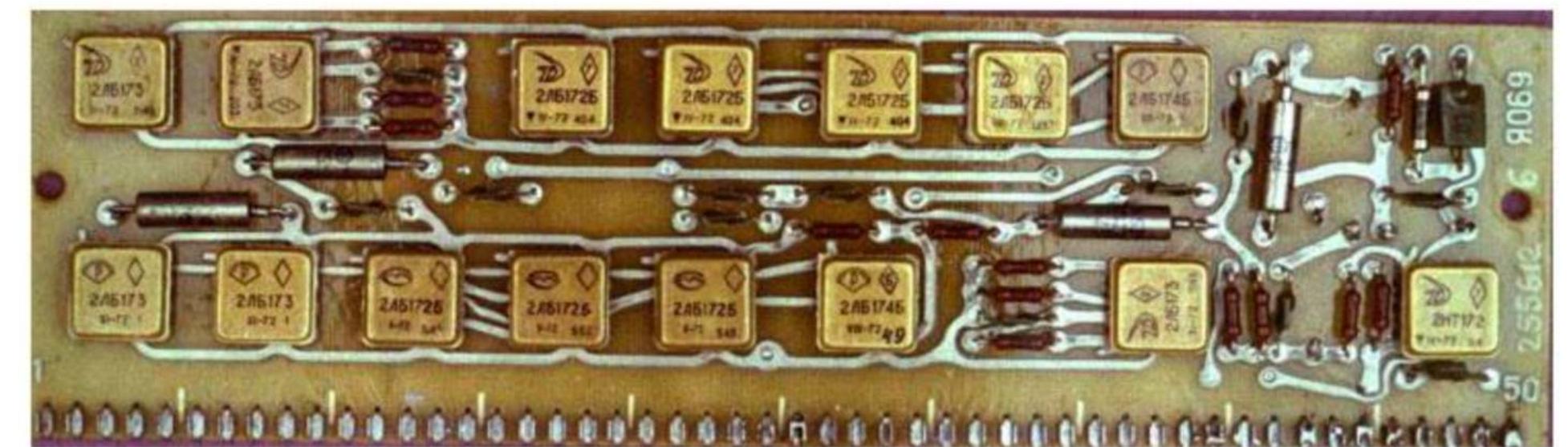
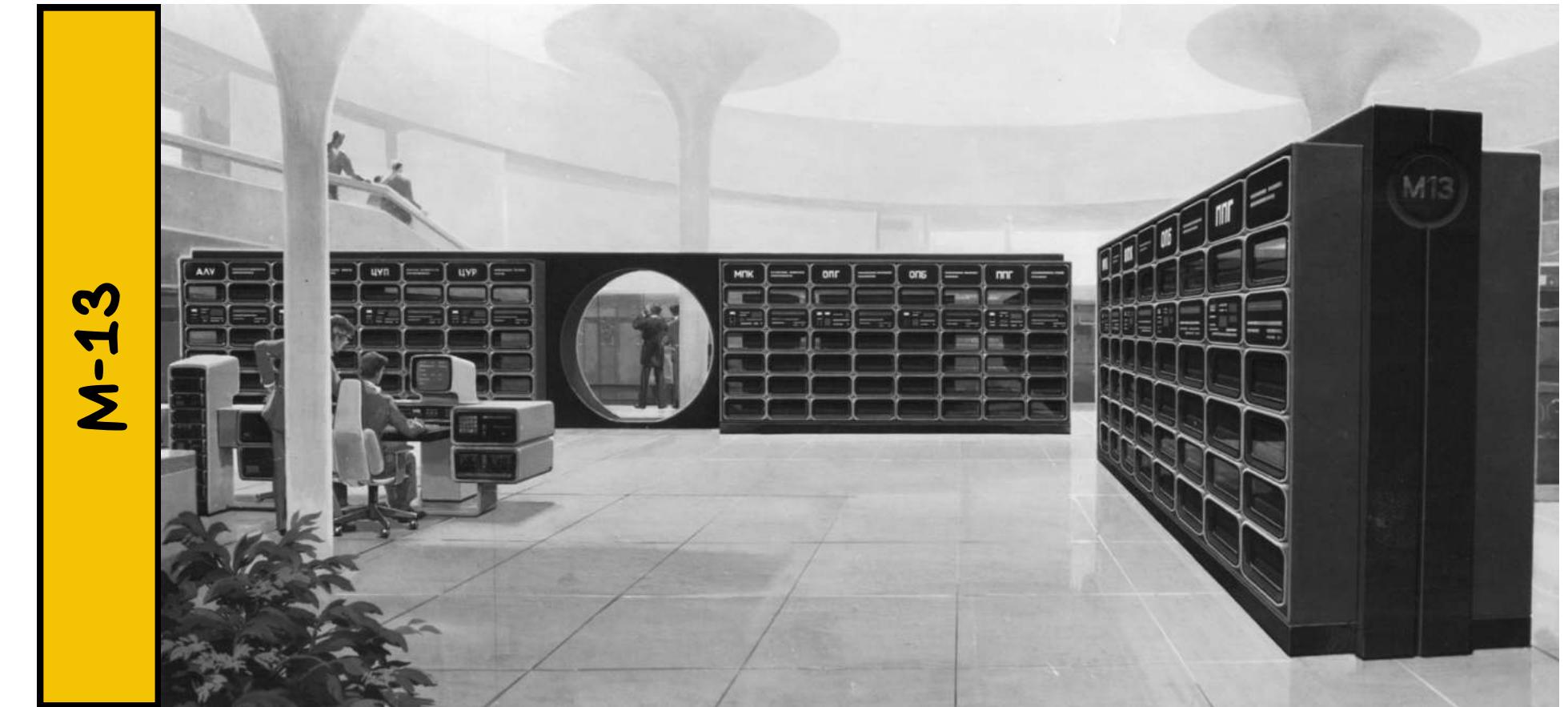


Cray-1



M-13, 1979

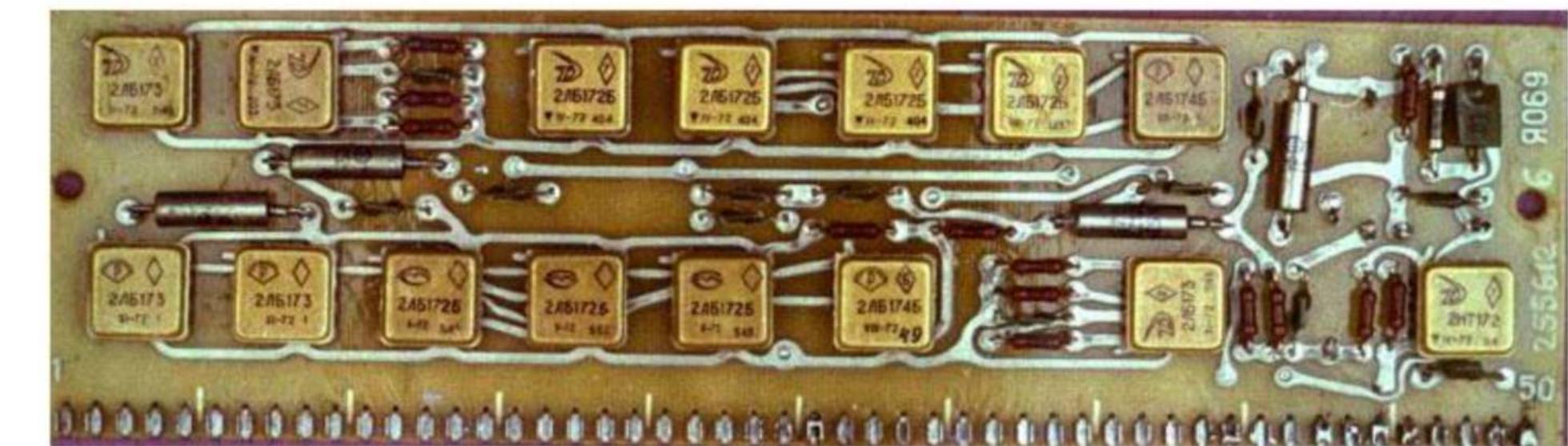
- En 1979, fort de son expérience avec le M-10, Mikhaïl Kartsev se lança dans la création du M-13.
  - Nouveau supercalculateur soviétique basé sur une architecture vectorielle multiprocesseur réalisée avec la technologie LSI (haute capacité d'intégration pour les circuits).
  - Puissance entre 50 et 200 MIPS.



**M-13**

# M-13, le premier ordinateur atteignant 200 MIPS

- Le M-13 étant capable d'atteindre une puissance de calcul inouïe, il devient également le superordinateur le plus rapide du monde jusqu'en 1985.
- Jusqu'en novembre 2010, le M-13 est le seul leader au classement mondial des superordinateurs utilisés hors des États-Unis ou du Japon.



M-13

# CYBER 205, 1981

- Follower du CYBER 203 en 1979.
- C'est l'ordinateur le plus rapide du marché, disposant d'une puissance de 200 MFLOPS.
- C'est un ordinateur à architecture vectorielle qui dispose d'une mémoire de technologie MOS de 32 Mo.
- La technologie d'intégration de circuit était ECL/LSI.

Cyber 205



## Cray X-MP, 1982

- En août 1982, Cray Research Inc. présente le supercalculateur Cray X-MP.
- C'est le premier ordinateur multiprocesseur de la firme avec au choix 2 ou 4 CPU.
- Chaque processeur est basé sur une architecture vectorielle MIMD et cadencé à 117 MHz.
- Chacun des processeurs développe une puissance de 234 MFLOPS.



## Cray X-MP, 1982

- Possible d'ajouter 2 SSD (Solid State Disks) composés, de RAM d'une taille maximale de 1 Go, le tout relié par une liaison à 150 Mo/S.
- Ce produit fut le plus grand succès de l'entreprise de Seymour Cray car il fut produit à 182 exemplaires.
- Le système d'exploitation était UNICOS, basé sur la technologie UNIX System V.
- Puissance totale maximale : 842 MFLOPS pour la version à 4 processeurs
- Puissance moyenne : 220 MFLOPS.
- Prix en 1986 : 14,6 M\$ pour le système principal et 3,5 M\$ pour un SSD de 256 Mo.



## Cray-2, 1985

- En 1985, Seymour Cray est à l'origine du premier calculateur qui réussit à dépasser la barre des 1 GFLOPS.
- Cette machine est équipée de 4 processeurs fonctionnant à 250 MHz. La technologie d'intégration de circuit est VLSI (Very Large Scale Integration).
- Le système peut adresser directement 4 Gb de mémoire. Chaque processeur a une puissance de 488 MFLOPS, soit pour



# Cray-2, 1985

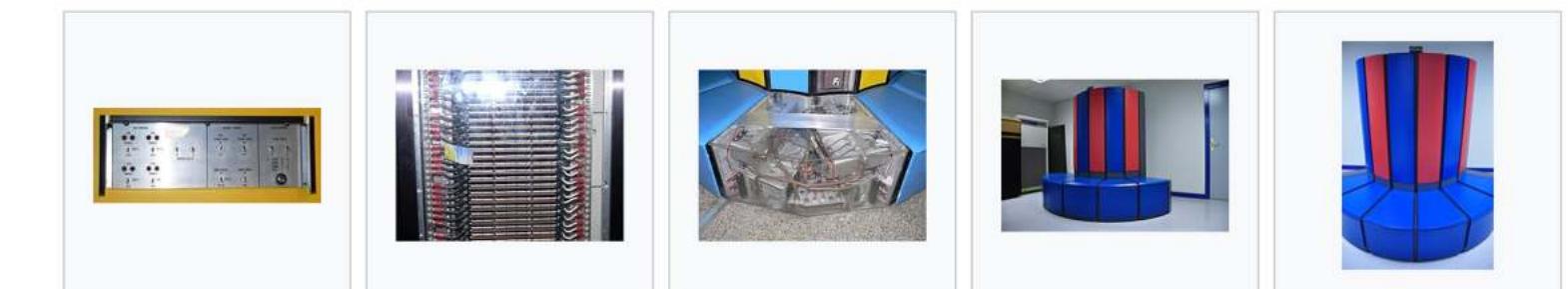
- la totalité de la machine 1.951 GFLOP.
- Un programme de multiplication matricielle utilisant les 4 processeurs atteint la vitesse de 1.7 GFLOPS.
- Pour cette machine le refroidissement a dû être particulièrement étudié. La solution adoptée fut d'immerger l'ensemble du système dans un liquide conducteur de chaleur et isolant (le fluorocarbon).

## Cray 2 (1985)

- 4 processeurs
- 1.9 Gflops
- Fluorocarbon



### Image gallery [edit]



Control panel of the CRAY X-MP/48

Logic boards of the CRAY X-MP/48

Cooling system of the CRAY X-MP/48

CRAY X-MP/24 at Barcelona Supercomputing Center

CRAY X-MP/24 at Barcelona Supercomputing Center

## CM-1, 1986

- En 1986, la société Thinking Machines met au point une machine d'un nouveau type: une machine massivement parallèle.
- En effet, la Connection Machine CM-1 pouvait disposer de 65536 processeurs de type SIMD.
- Mais, dans cette architecture, chaque processeur réalise de petites tâches simples, ce qui importe c'est le résultat du travail de l'ensemble des processeurs.

1986: First commercial AI supercomputer modelled after the human brain. The Connection Machine CM-1 (1986), and its faster, more performant successor the CM-2 (1987) were the first commercial supercomputers designed expressly for problems of Artificial Intelligence (AI).



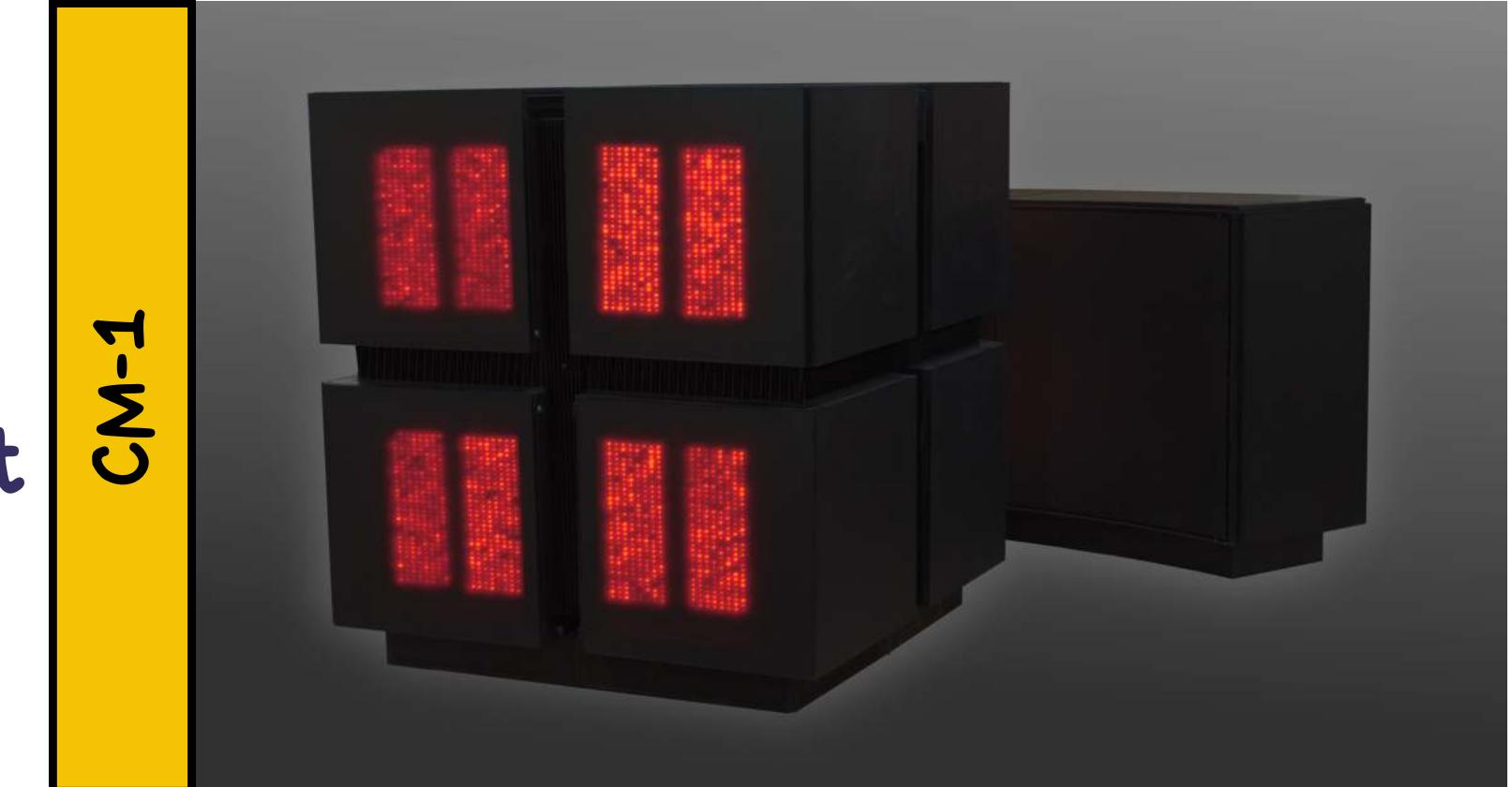
mission-base.com

<https://www.mission-base.com> › tamiko

⋮

Tamiko Thiel: The Connection Machine CM-1/CM-2, Artificial ...

À propos des extraits optimisés • Commentaires



## CM-1, 1986

- Pour cela, par analogie avec le cerveau humain, ce sont les connections entre les processeurs qui permettent de faire un travail.
- La résolution d'un problème se réduit à configurer les différentes interconnections.
- La difficulté est dans la programmation d'un tel système ainsi que l'optimisation des programmes pour profiter réellement de la puissance de la machine.

1986: First commercial AI supercomputer modelled after the human brain. The Connection Machine CM-1 (1986), and its faster, more performant successor the CM-2 (1987) were the first commercial supercomputers designed expressly for problems of Artificial Intelligence (AI).



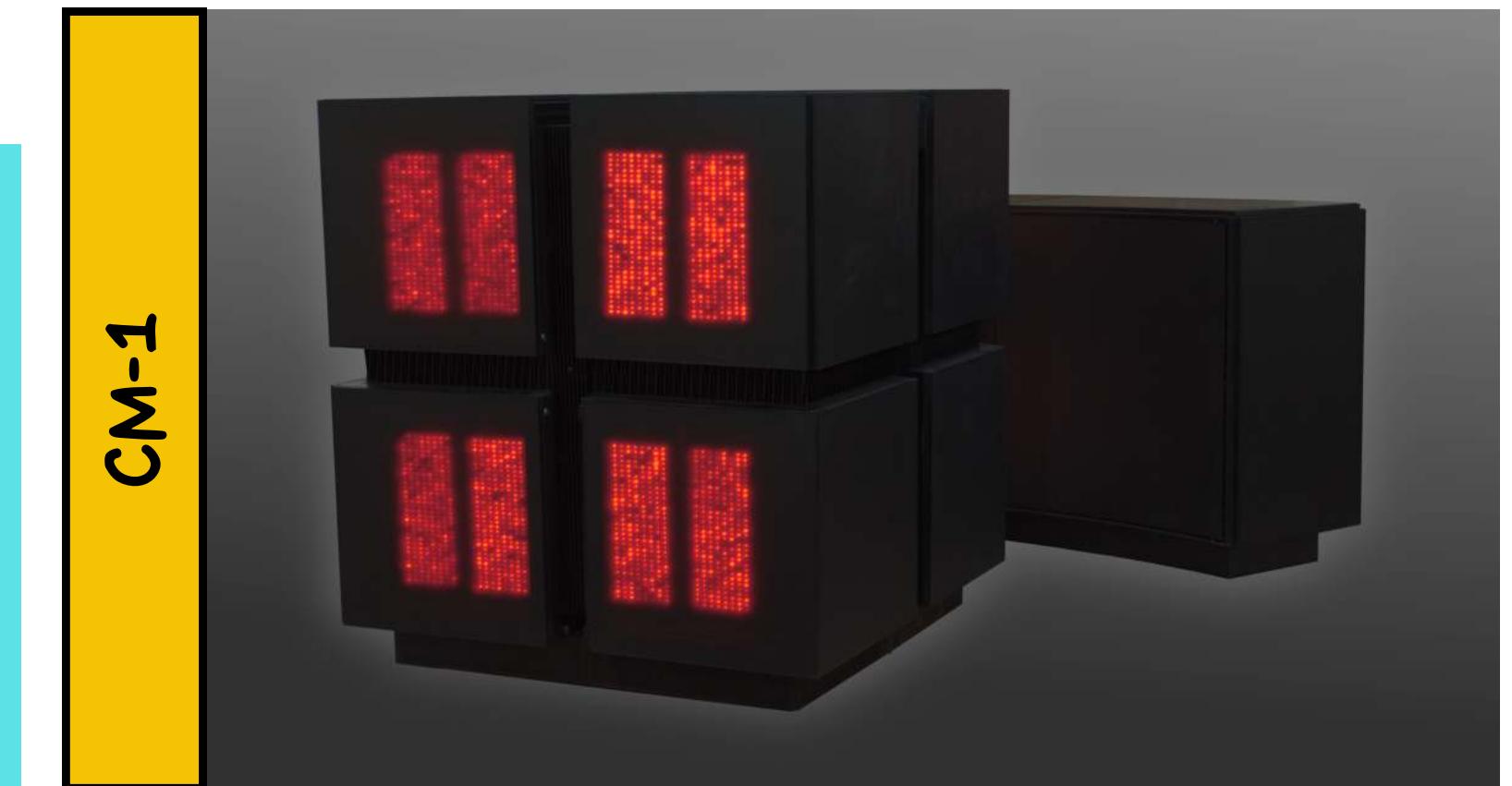
mission-base.com

<https://www.mission-base.com> › tamiko

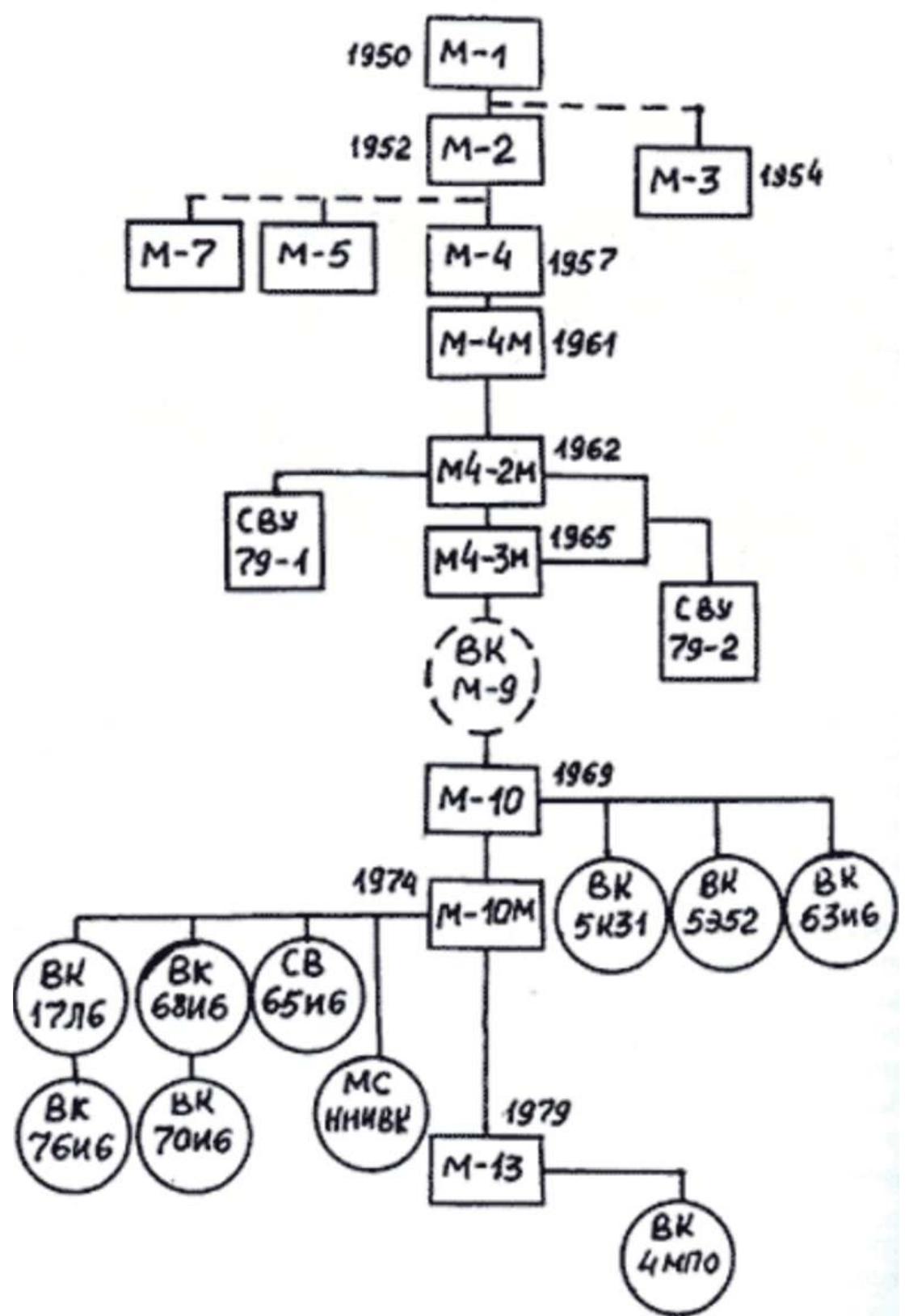
⋮

Tamiko Thiel: The Connection Machine CM-1/CM-2, Artificial ...

À propos des extraits optimisés • Commentaires



# Genealogy of Brook and Kartsev's machines, drawing by Yu.V. Rogachev



# LES MICROPROCESSEURS INTEL

## 1. EVOLUTION DES PROCESSEURS INTEL DE 4004 À PENTIUM C'ÉTAIT AVANT LES COEURS !!

processeur	Date	nombre de transistors	fréquence quartz	fréquence max (MHz)	bits	taille de la gravure (microns)
4004	nov-71	2300	0,108	0,108	4	pas de donnée
4040	févr-72	2300	0,747	0,747	4	pas de donnée
8008	avr-72	3500	0,3	0,3	8	pas de donnée
8080	avr-74	6000	2	2	8	pas de donnée
8086	juin-78	29000	5	10	16	pas de donnée
80286	févr-82	134000	6	12,5	16	pas de donnée
80386 DX	oct-85	275000	16	33	32	pas de donnée
80486 DX	avr-89	1200000	25	50	32	pas de donnée
Pentium P5	mars-93	3100000	60	66	64	1
Pentium	mars-93	3300000	90	120	32	0,6
Pentium pro	oct-95	5500000	150	200	32	0,6
Pentium II	juil-97	7500000	200	450	64	0,35
Pentium III	mars-99	29000000	450	1000	128	0,18
Pentium IV	nov-00	42000000	1400	1500	128	0,13

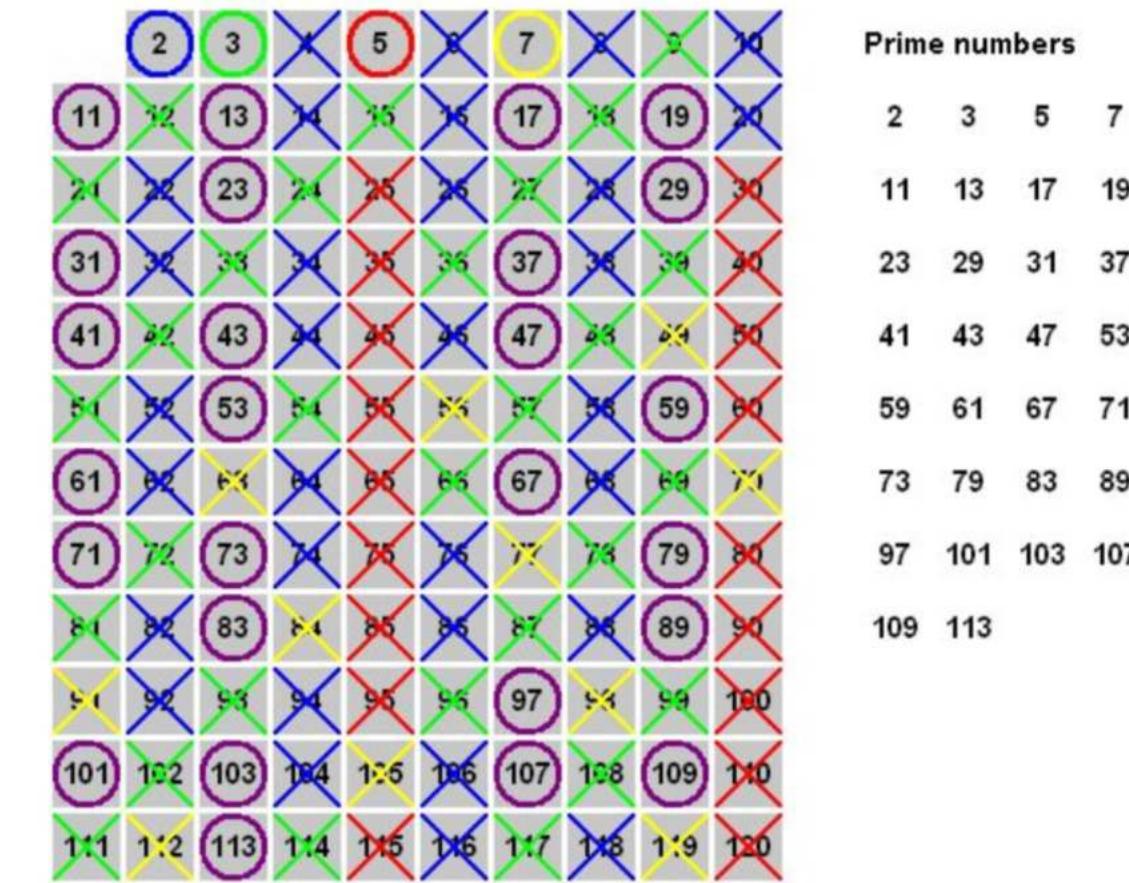
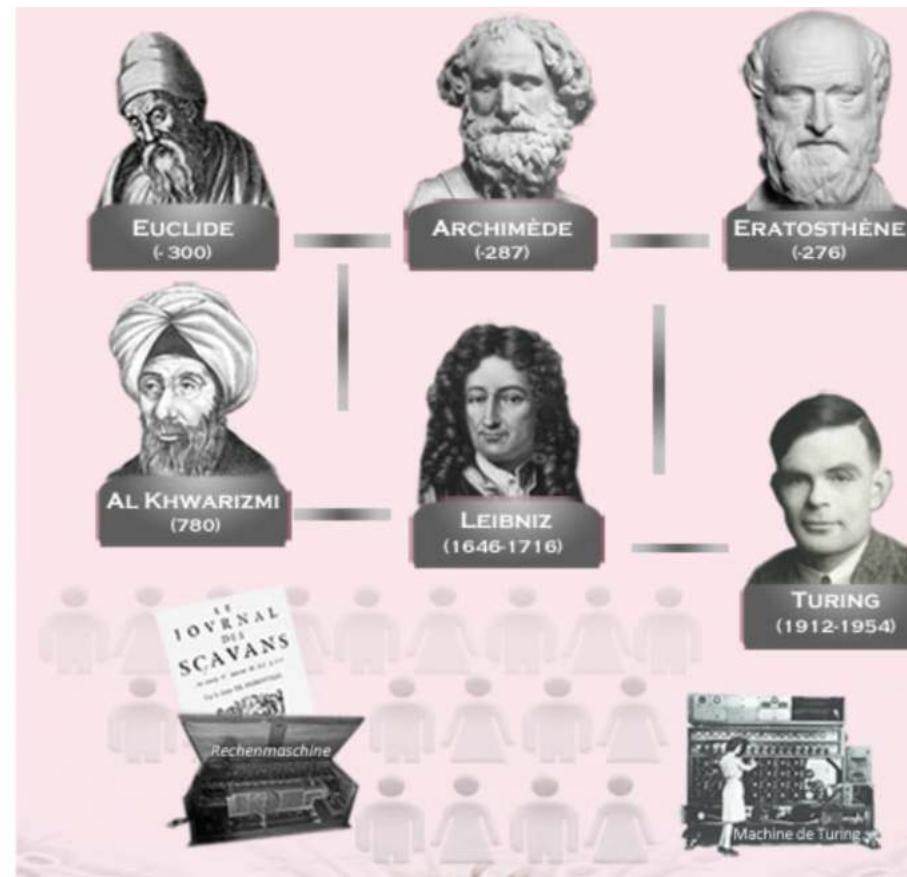
L'INFORMATIQUE DE LA SCIENCE

UN PONT ENTRE LE  
**PROBLÈME ET SA**  
RÉSOLUTION



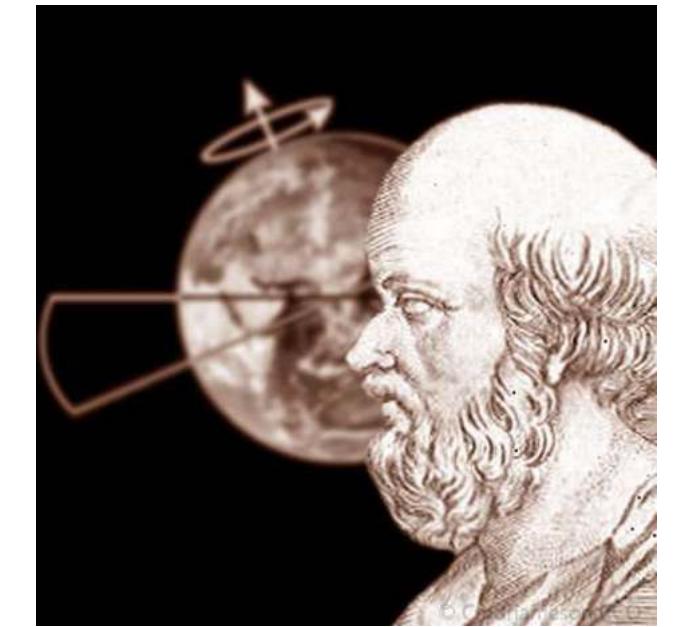
# L'ALGORITHMIQUE

# UNE SCIENCE AU-DELÀ DE L'INFORMATIQUE ET BIEN AVANT ... !



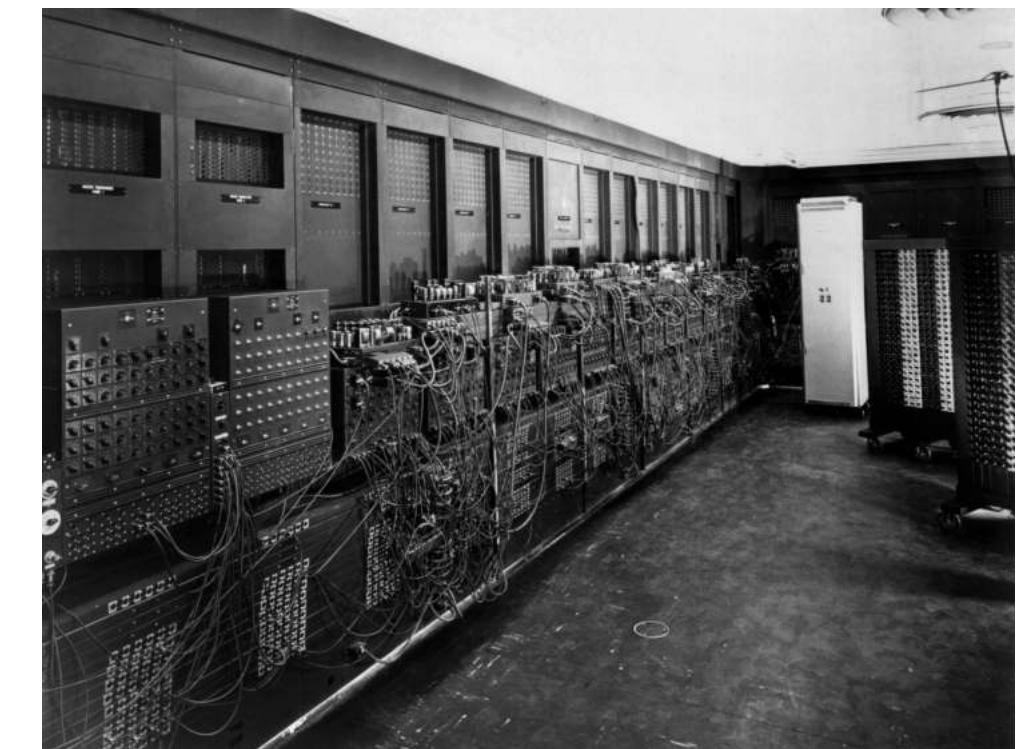
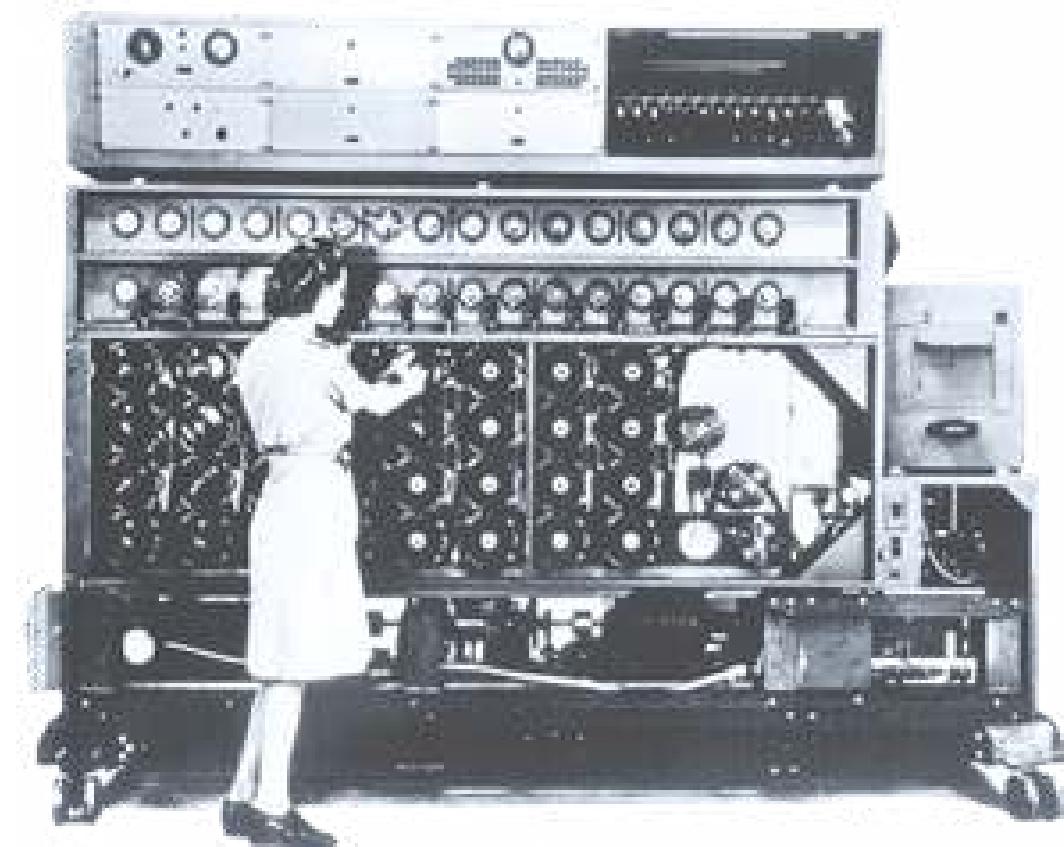
*Le Crible, un algorithme antique !*

Le Crible d'Ératosthène est un algorithme très ancien utilisé pour trouver tous les nombres premiers jusqu'à un certain nombre entier  $N$  donné. L'idée principale de l'algorithme est de marquer tous les multiples de chaque nombre premier, à partir de 2, puis de passer au nombre suivant non marqué.



L'ALGORITHMIQUE

# DE LEIBNIZ À L'ENIAC ! ET TANT D'AUTRES ... !

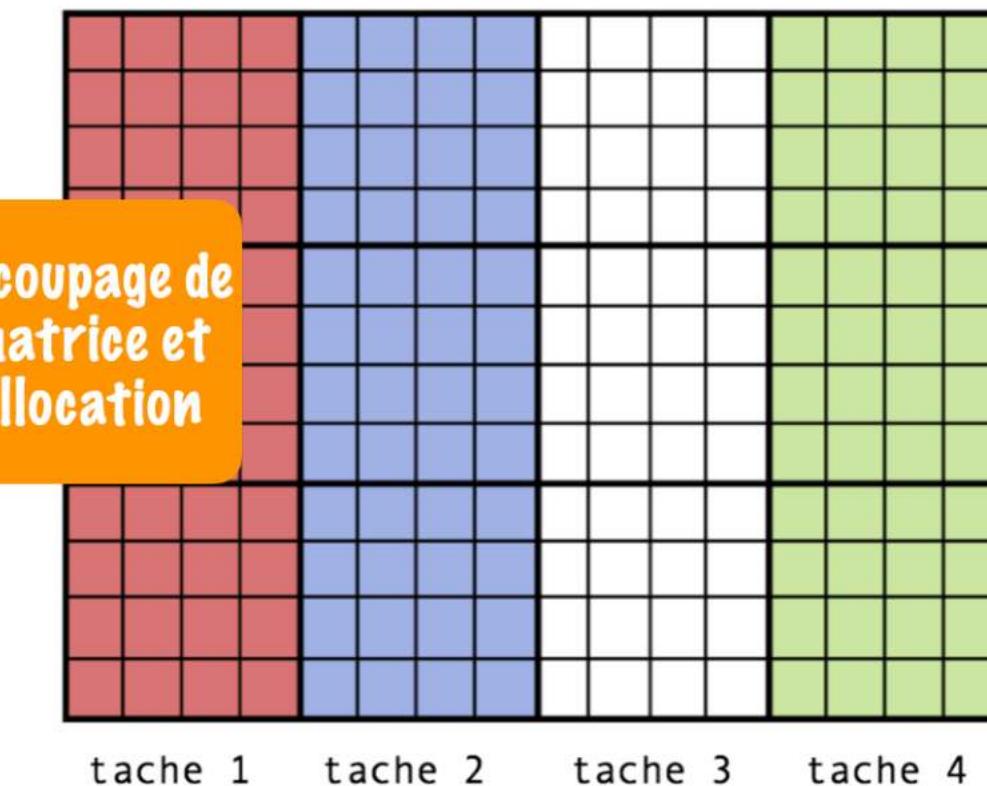
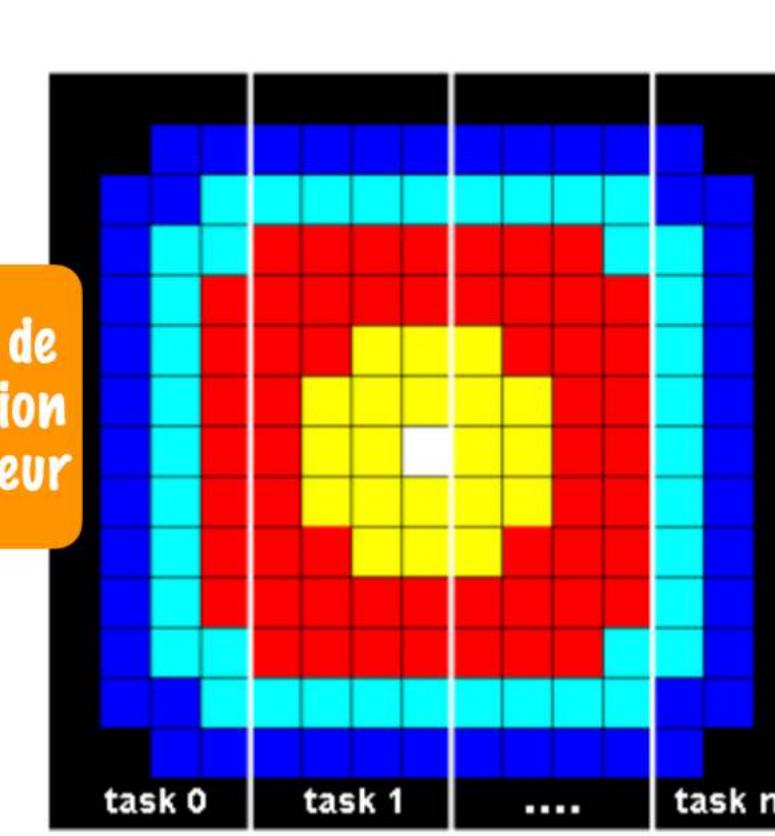
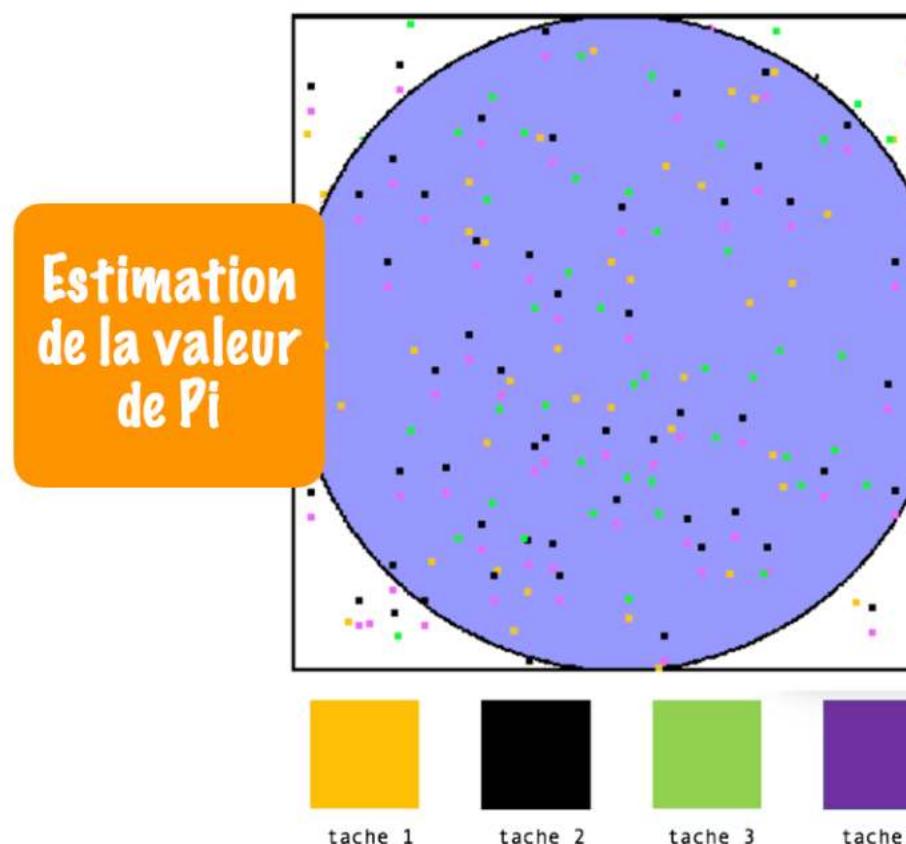
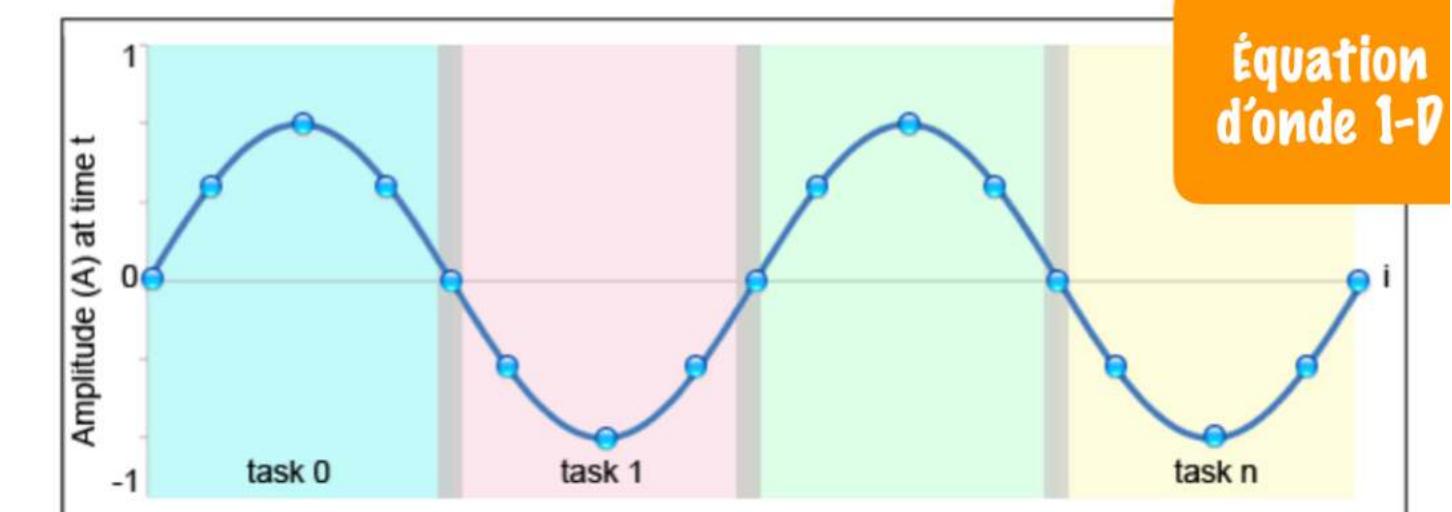


# PROBLÈMES DE CALCUL HPC

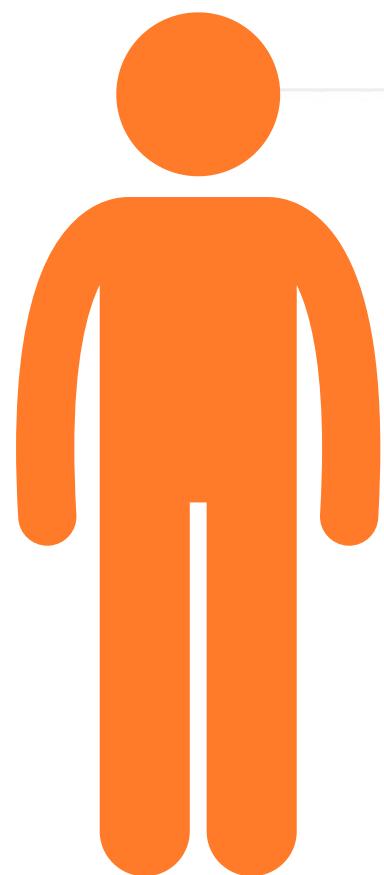
## Division de problèmes en sous-problèmes

### Stratégie de calcul

1. Diviser le problème en **k** sous-problèmes
2. Répartir entre **K** processeurs
3. Collecter les résultats partiels
4. Produire un résultat final



# Calculer vs Penser !



calculer vs penser



Tous Vidéos Images Shopping Actualités Plus Outils

Calculer c'est manipuler, penser c'est comprendre.

On peut calculer sans comprendre, sans même savoir à quoi correspondent les calculs. Nous l'avons tous fait en résolvant des équations à une ou plusieurs inconnues sans nous poser de question. Mais pour comprendre un problème, par contre, il faut convoquer sa pensée.



Overblog

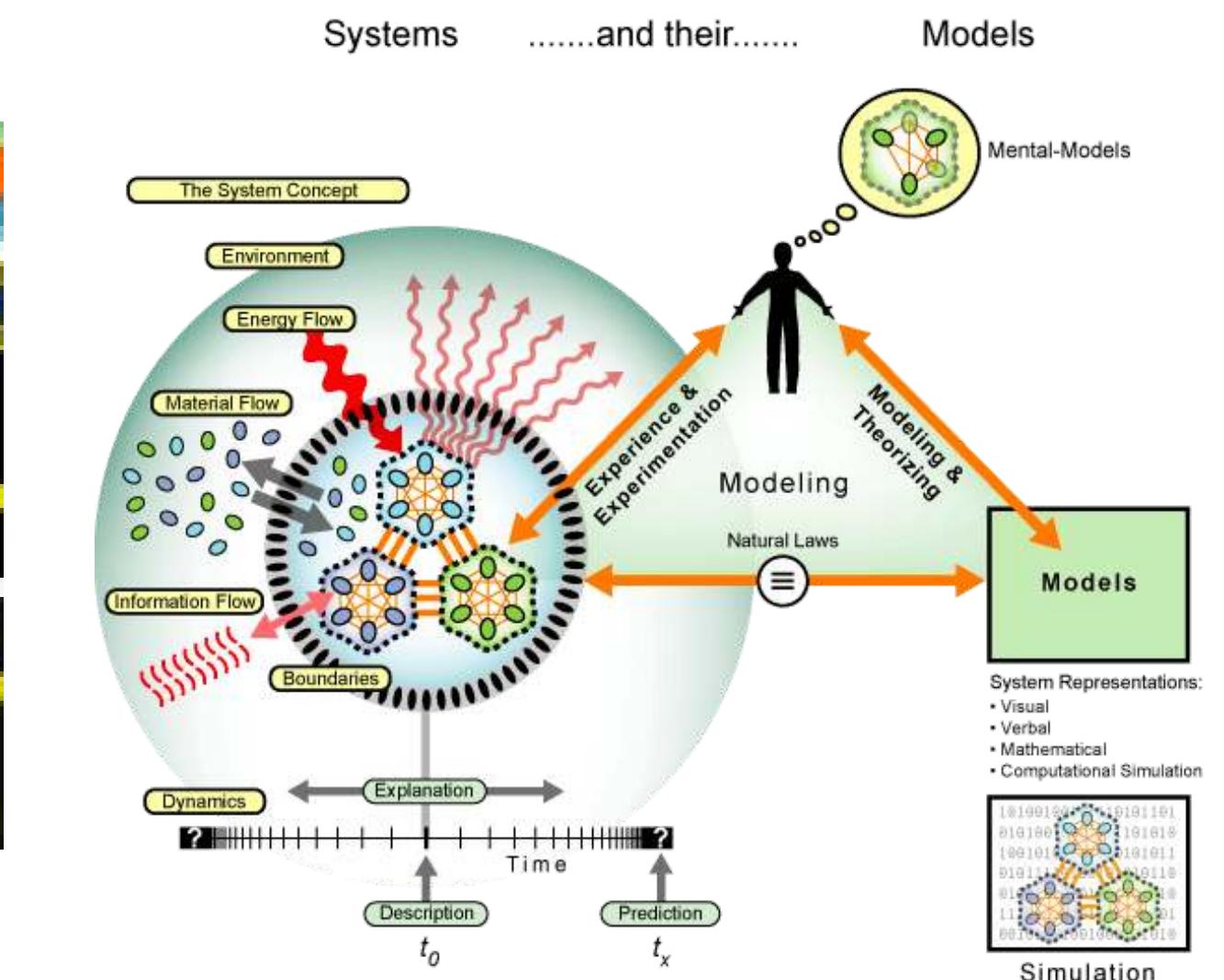
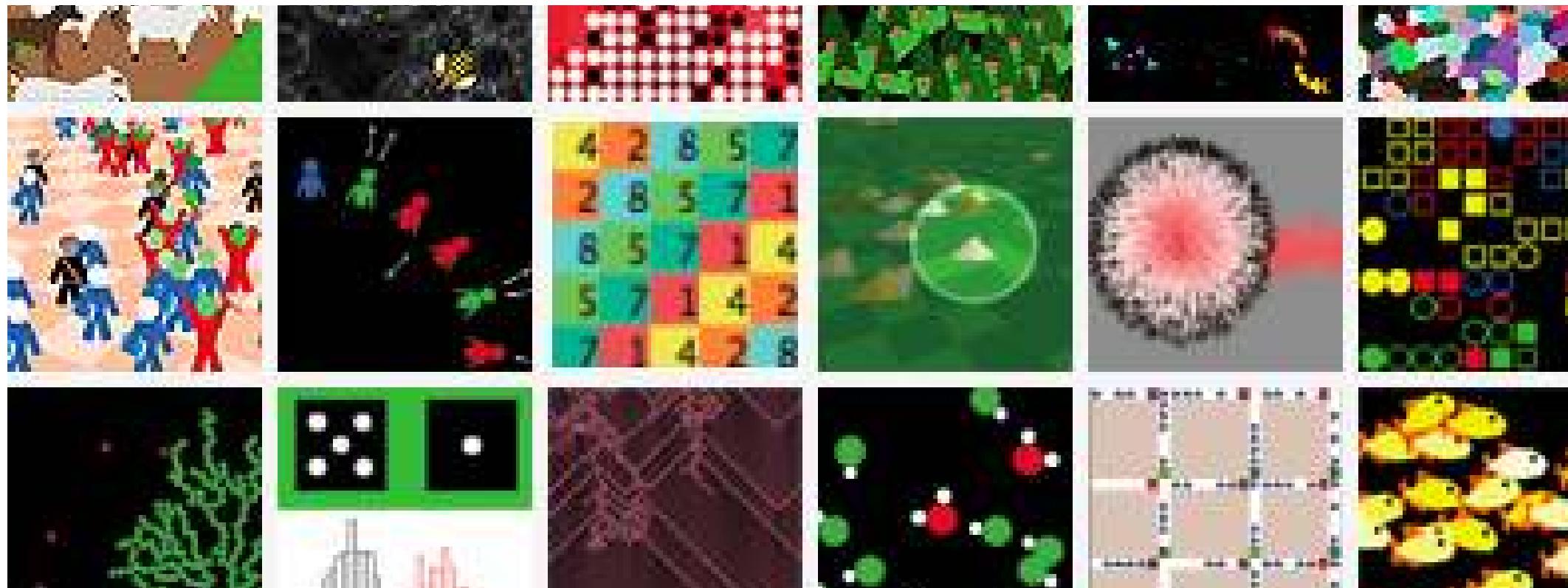
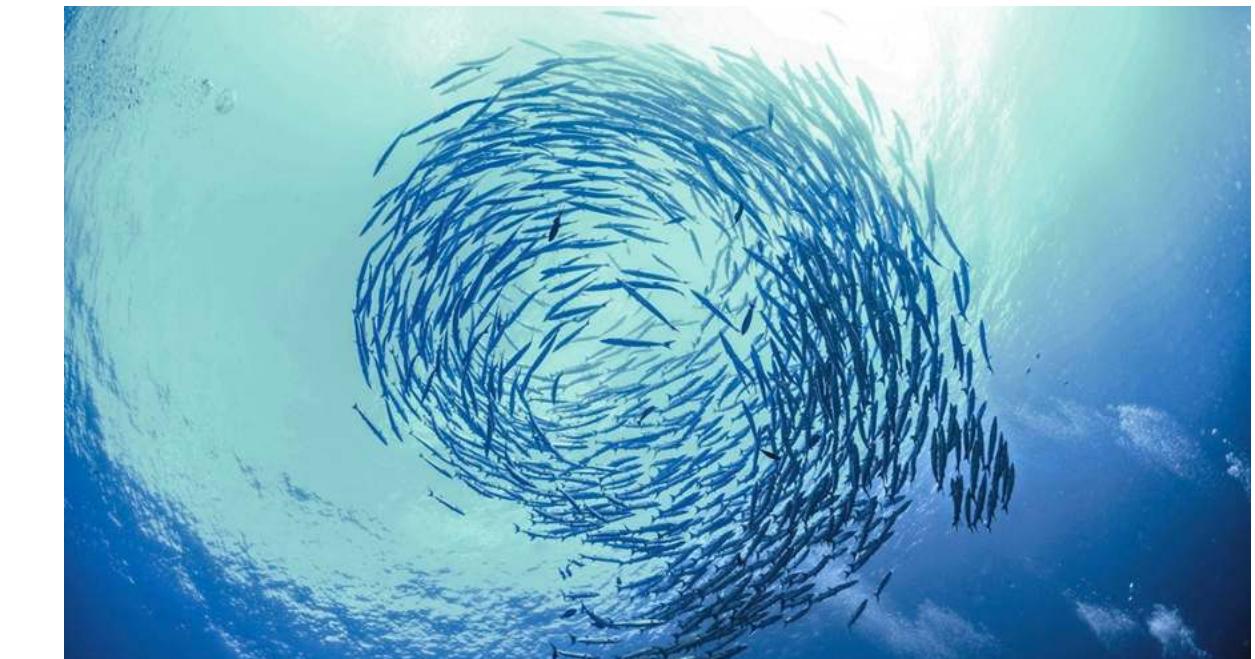
<http://bernardducret.over-blog.fr> › pages › Calculer-est-c... :

[Calculer, est-ce penser - Le blog de Bernard Ducret - Overblog](#)



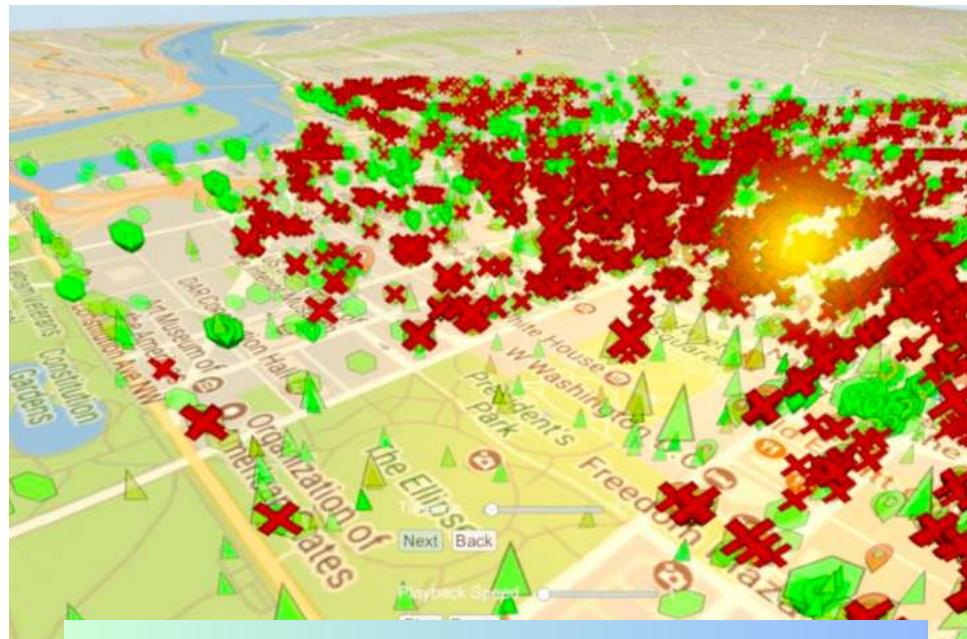
# POURQUOI UTILISER LE CALCUL PARALLÈLE ?

- La plupart des problèmes rencontrés dans le monde réel sont extrêmement complexes.
- Décrit par de nombreux événements complexes et interdépendants se déroulent simultanément, mais dans une séquence temporelle.

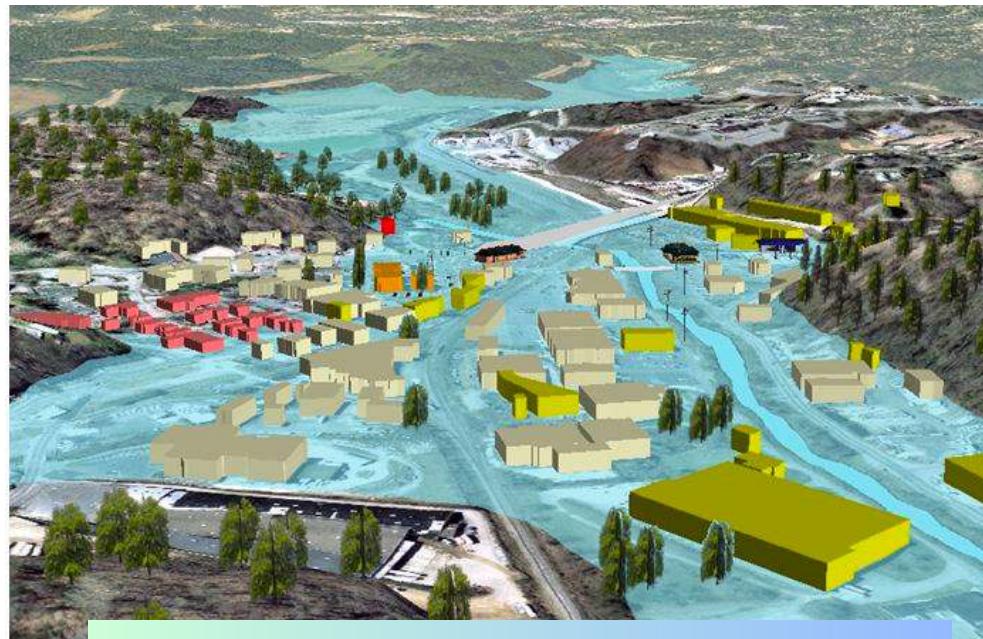


# INFORMATIQUE PARTOUT !

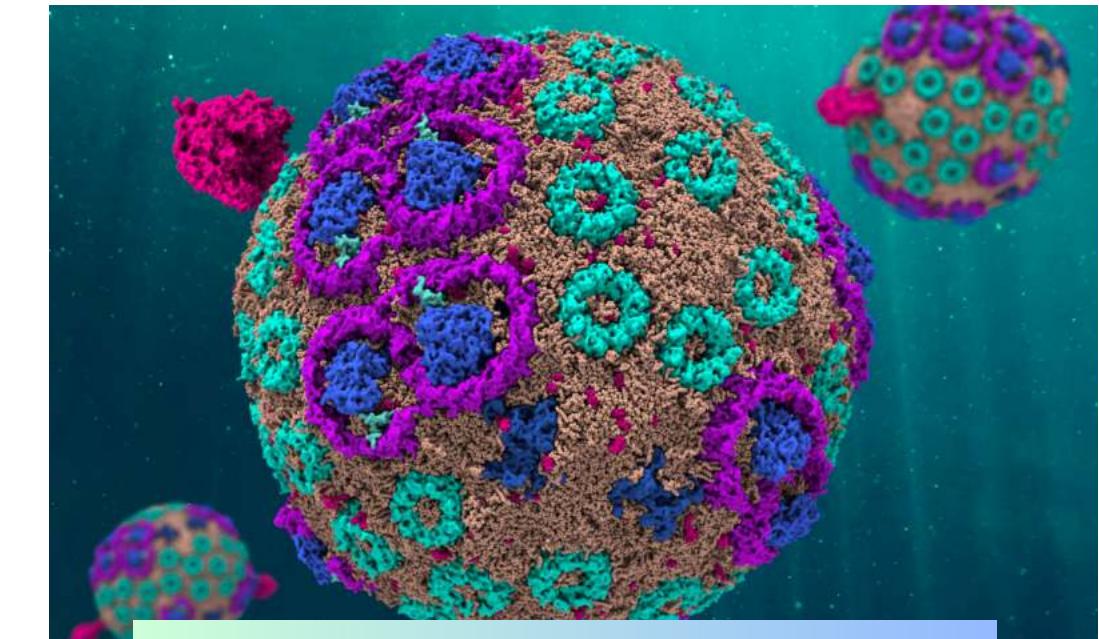
Comparé au calcul sériel, le calcul parallèle est beaucoup mieux adapté pour modéliser, simuler et comprendre des phénomènes complexes du monde réel.



PROPAGATION DE MALADIES



INONDATION



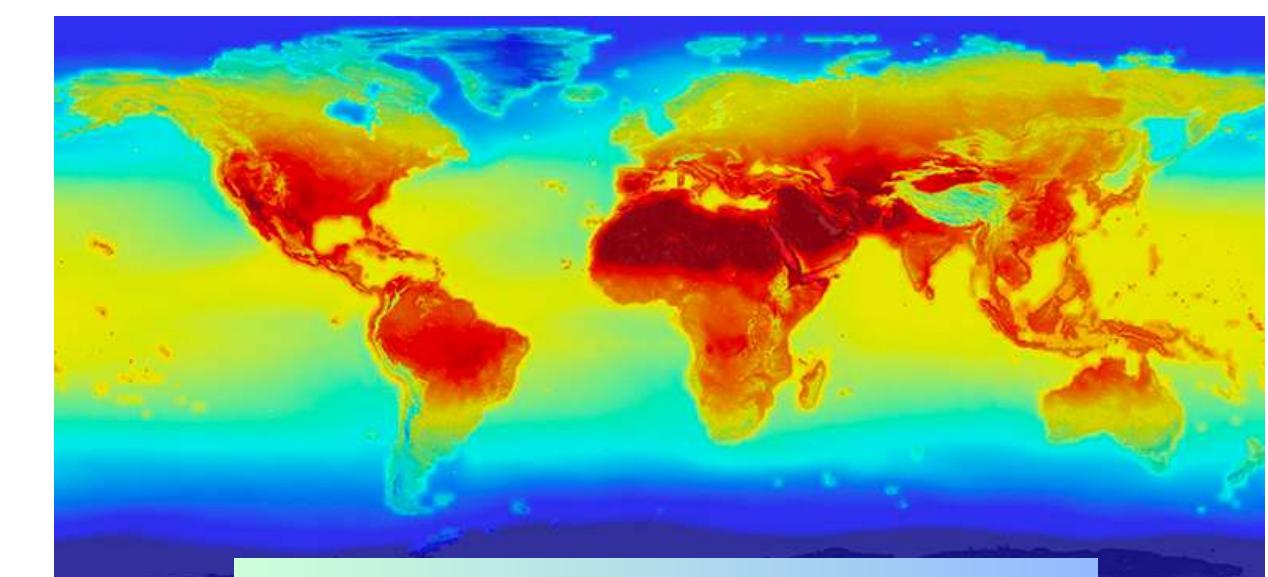
ÉVOLUTION DE BACTÉRIES



TRAFFIC ROUTIER



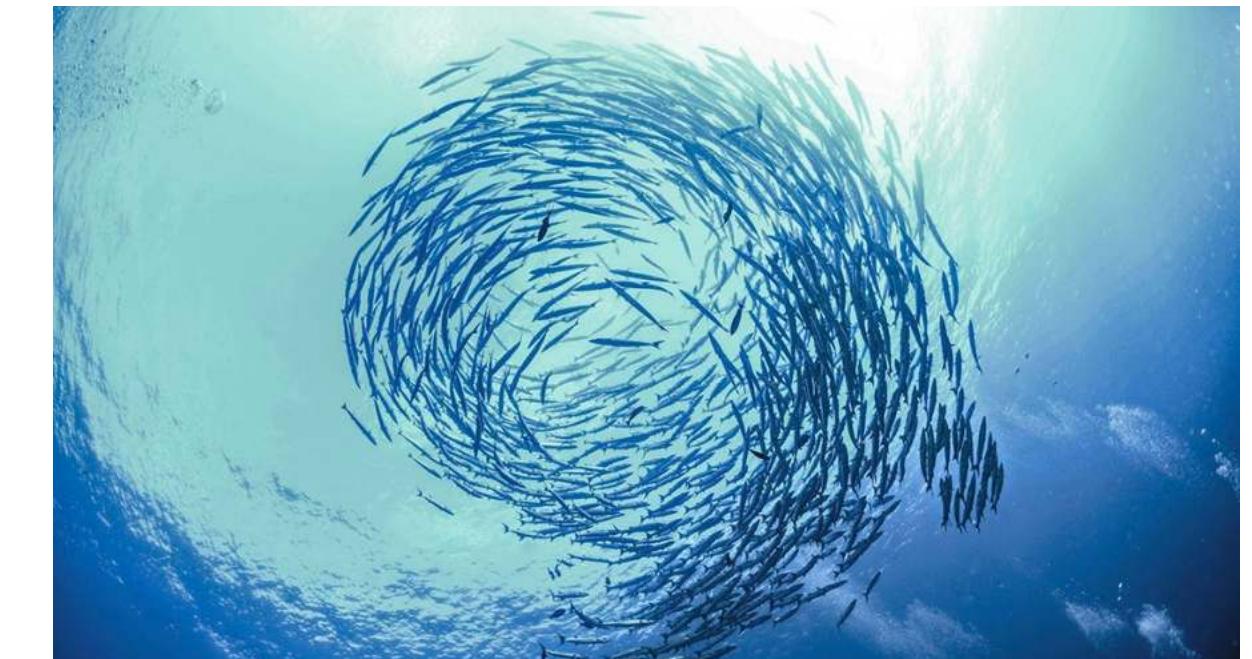
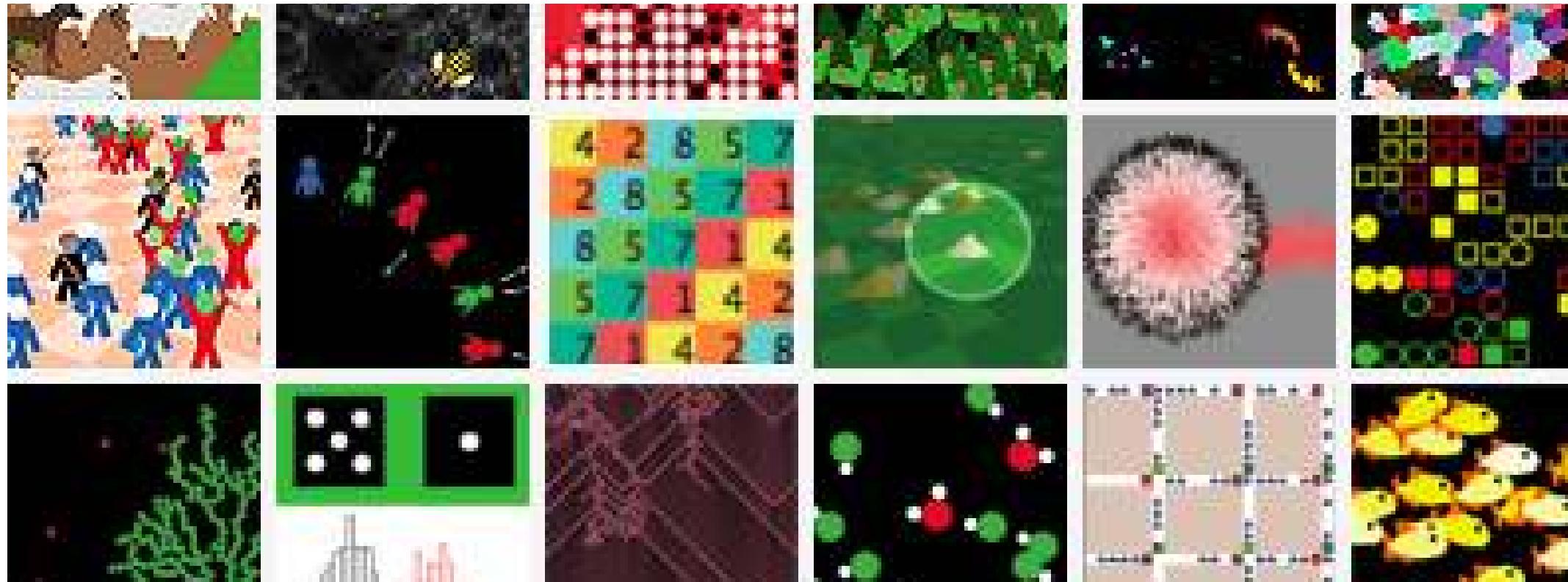
ÉCOSYSTÈME



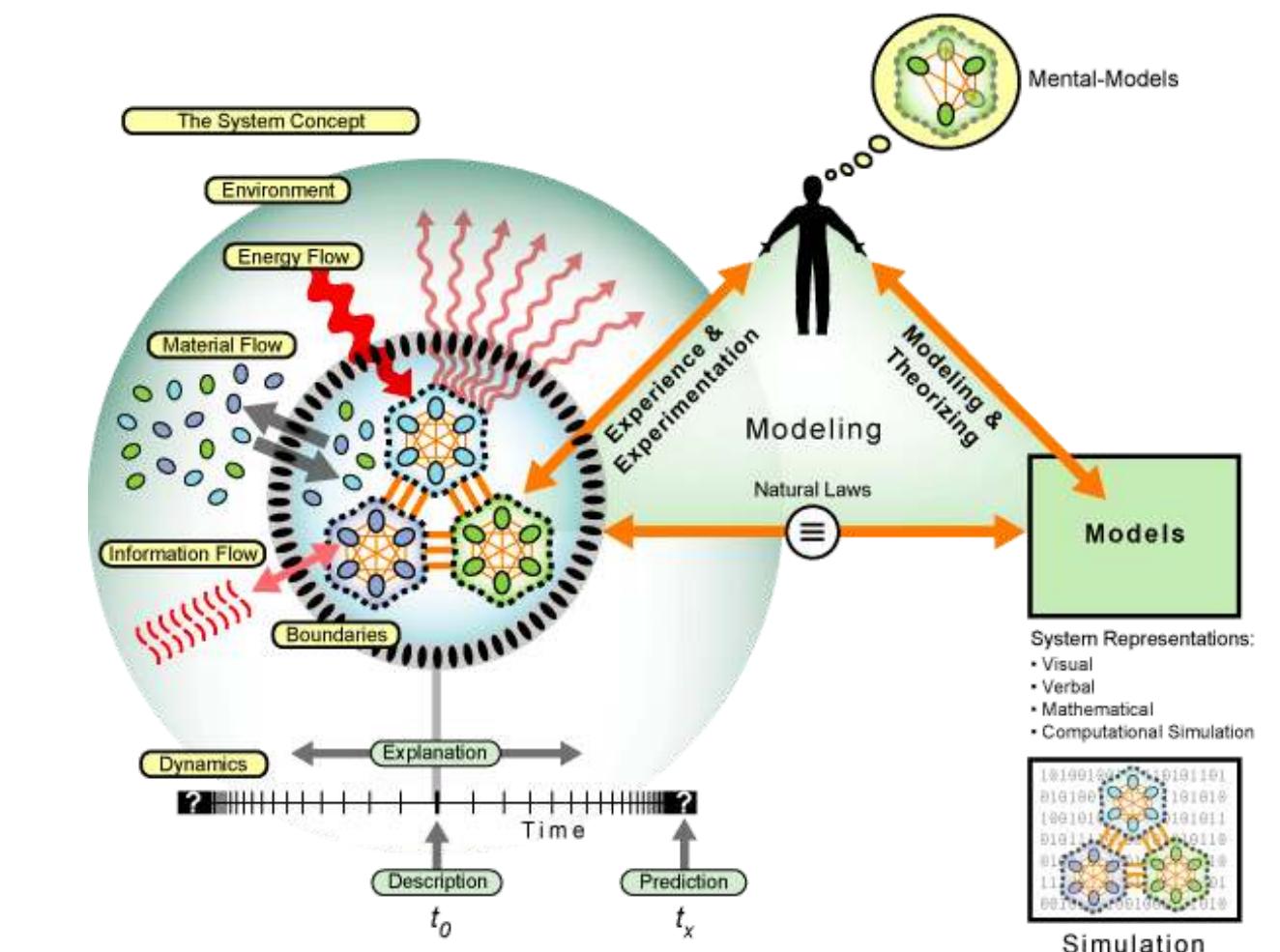
CLIMAT ET ENVIRONNEMENT

# PROBLÈMES COMPLEXES

- La plupart des problèmes rencontrés dans le monde réel sont extrêmement complexes.
- Décrit par de nombreux événements complexes et interdépendants se déroulent simultanément, mais dans une séquence temporelle.



Systems .....and their..... Models



# LES SUPERCALCULATEURS



# MÉTIERS AUTOUR DU HPC



## INGÉNIEUR HPC

- OPTIMISATION DES PERFORMANCES DES APPLICATIONS SUR SUPERCALCULATEURS.
- DÉVELOPPEMENT DE CODES PARALLÈLES (MPI, OPENMP, CUDA...).
- TRAVAIL SUR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET LA GESTION DES RESSOURCES.



## ADMINISTRATEUR SYSTÈMES HPC

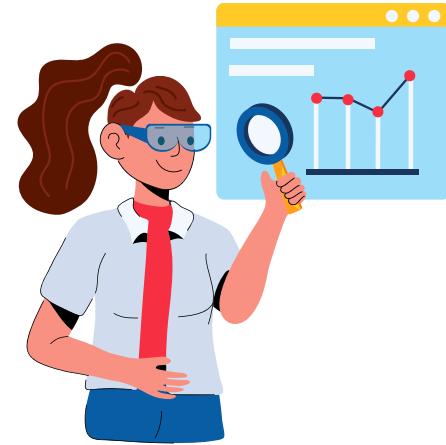
- GESTION ET MAINTENANCE DES CLUSTERS DE CALCUL HAUTE PERFORMANCE.
- OPTIMISATION DES SYSTÈMES D'EXPLOITATION POUR LE CALCUL SCIENTIFIQUE.
- SURVEILLANCE ET DÉPANNAGE DES INFRASTRUCTURES HPC.



## DÉVELOPPEUR HPC

- CONCEPTION ET IMPLÉMENTATION DE LOGICIELS OPTIMISÉS POUR L'ARCHITECTURE HPC.
- PROGRAMMATION PARALLÈLE ET VECTORISATION.
- ADAPTATION DES ALGORITHMES AUX ARCHITECTURES SPÉCIFIQUES (GPU, FPGA...).

# MÉTIERS AUTOUR DU HPC



## DATA SCIENTIST

- EXPLOITATION DES RESSOURCES HPC POUR LE TRAITEMENT ET L'ANALYSE DE DONNÉES MASSIVES.
- DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES IA/ML NÉCESSITANT DES SUPERCALCULATEURS.
- GESTION ET OPTIMISATION DES FLUX DE DONNÉES.



## ARCHITECTE HPC

- CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES MATÉRIELLES ET LOGICIELLES POUR LES CENTRES HPC.
- SÉLECTION DES TECHNOLOGIES (CPU, GPU, INTERCONNEXIONS, STOCKAGE...).
- TRAVAIL SUR L'ÉVOLUTIVITÉ ET LA RÉSILIENCE DES SYSTÈMES.



## CHERCHEUR EN CALCUL SCIENTIFIQUE

- DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX ALGORITHMES POUR LA SIMULATION NUMÉRIQUE.
- RECHERCHE EN ALGORITHMIQUE PARALLÈLE ET OPTIMISATION HPC.
- TRAVAUX SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN HPC.

# Questions ?