Modèle de Von Neumann

qkzk

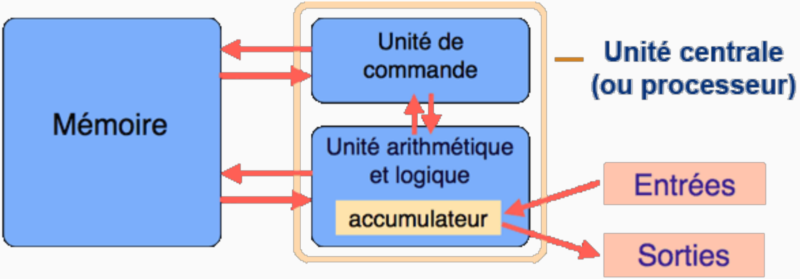
Architecture des machines : le modèle de Von Neumann

Un esprit universel

John Von Neumann : ingénierie, logique, mathématiques...
Participa au projet Manhattan (première bombe atomique) et à l'ENIAC

Il propose en 1944 un modèle *d'architecture* novateur qui sert toujours de base à nos architectures actuelles.

Présentation du modèle de Von Neumann



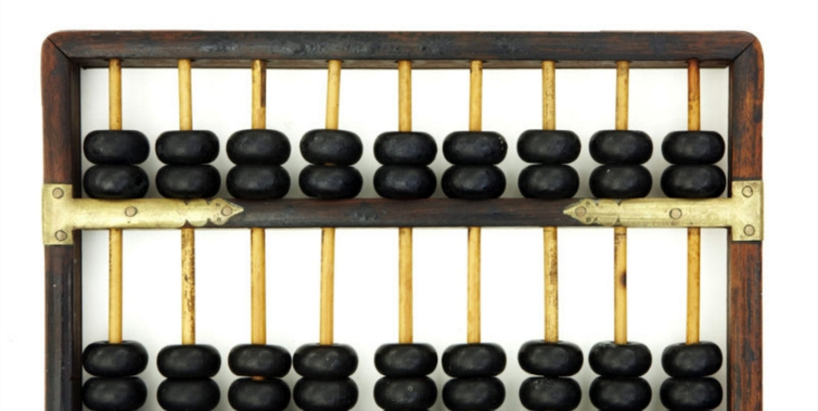
- **Unité de commande** : contrôle la séquence d'instruction
- **Unité arithmétique** : exécution de ces instruction
- **Processeur** : réalise les calculs
- **Mémoire** : contient les données et **les programmes**
- **Entrées** : clavier, cartes perforées, etc.
- **Sorties** : affichages, imprimantes, écran

Avant d'entrer dans le détail, bref historique

Historique de la machine

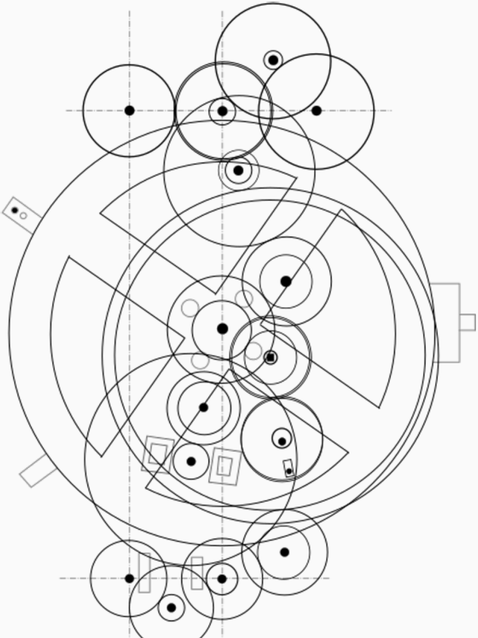
Préhistoire informatique

- Compter : les doigts, les orteils et des outils.
- Concevoir des machines pour réaliser des calculs (*calculi* mot latin qui signifie “cailloux”). **Exemple** : Le *boulier*, découvert indépendamment par de nombreuses civilisations



Antiquité : naviguer

Antiquité : naviguer



Antiquité : naviguer

La machine d'Anticythère, découverte en 1900 et datant de -87 avant J.-C. servait à calculer les positions astronomiques et donc à **naviguer**

Elle démontre que :

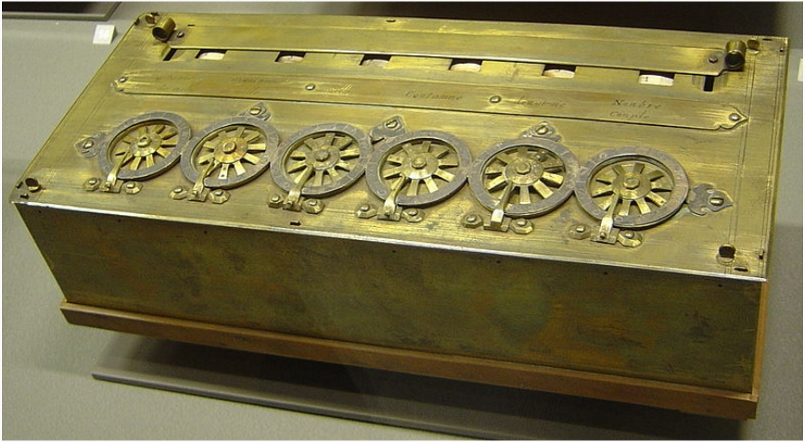
- Calculer a toujours été une entreprise importante
- L'homme s'est toujours montré d'une très grande ingéniosité pour y parvenir

Renaissance : Blaise Pascal

Blaise Pascal. Scientifique et penseur français du XVIIe siècle

- En physique : le *théorème de Pascal* qui exprime les variations de pression dans un fluide
- En mathématiques : *calcul infinitésimal*, *raisonnement par récurrence* etc.
- En philosophie et littérature : les *Pensées* (1669)
- En ingénierie : la *Pascaline*. Première machine à calculer. Inventée à 19 ans pour aider son père devant remettre en ordre les recettes fiscales d'une province.

La pascaline



Gottfried Wilhelm Leibniz

Leibniz (1646 - 1716) est un penseur allemand fait progresser la philosophie, les mathématiques, la physique et l'ingénierie autant que Pascal.

Il améliore la Pascaline et redécouvre le système **binaire**.

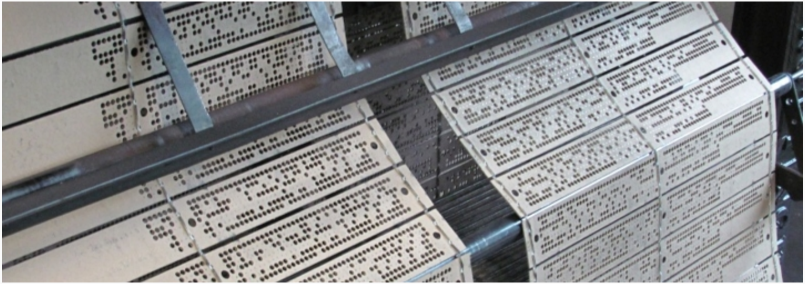
Néanmoins on n'utilisera réellement le binaire qu'après 1945.

Premières machines programmables : métiers à tisser

Joseph Marie Jacquard (1752-1834) améliore des principes déjà existants pour concevoir une machine à tisser utilisant les cartes perforées de **Jean-Baptiste Falcon.**

ON S'EN FOUT C'EST VIEUX !

Les métiers Jacquard sont encore utilisés dans le médical pour réaliser des coudières, genouillères et prothèses d'artères. Et c'est produit en France.



Machine à calculer programmable

Charles Babbage constatant que les erreurs de calculs dans les tables conduisent à de nombreuses catastrophes invente en 1833 le concept de *machine (Difference Engine 1)* permettant d'automatiser le calcul.

Il correspond ensuite avec **Ada Lovelace** (comtesse et fille du poète Lord Byron). Elle conçoit les premiers programmes pour cette machine. Elle est vue comme la première programmeuse du monde.

Trop complexe, trop coûteuse la machine de Babbage ne verra jamais le jour.

Ada Lovelace

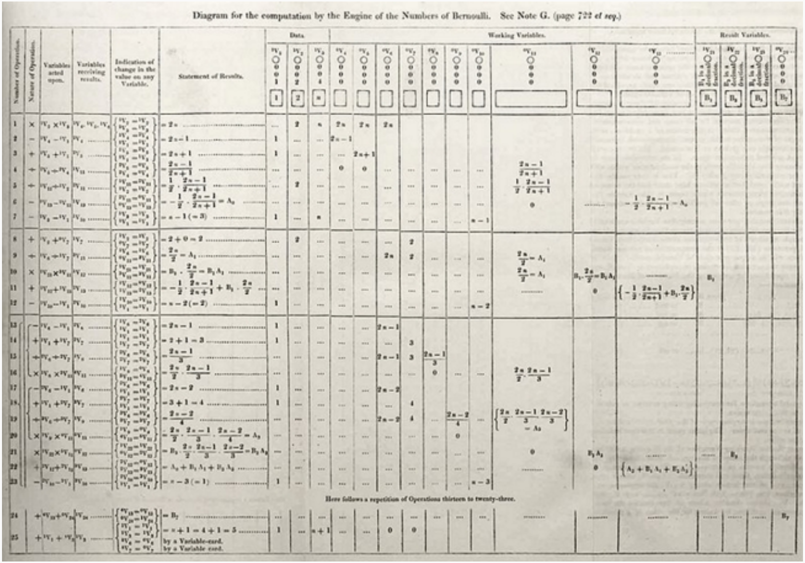


Figure 5: Nombres de Bernoulli

Électricité

La révolution industrielle de la fin du XIXe siècle conduit à l'apparition de l'électricité et des moteurs qui améliorent les machines à calculer.

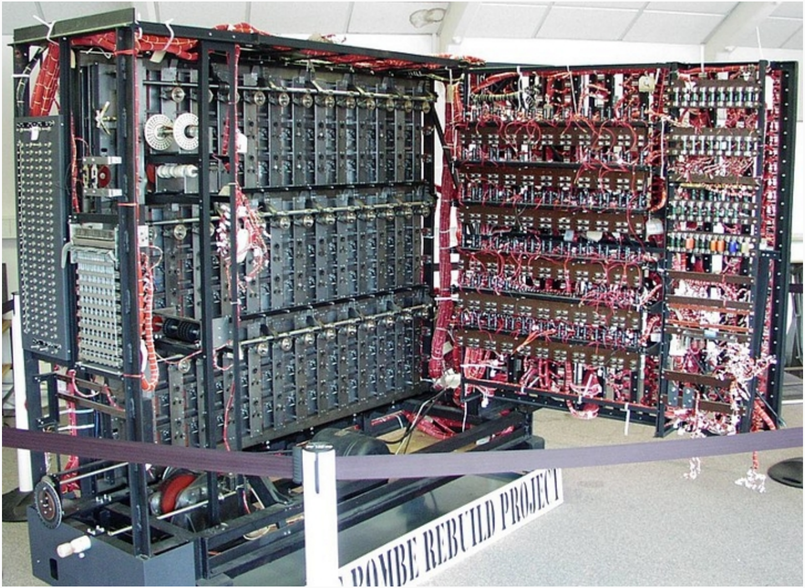
Par exemple, aux USA, **Herman Hollerith**, conçoit une machine qui divise par deux le temps nécessaire au recensement de la population. Sa société fusionnera pour devenir IBM.

XXe siècle : un essor fulgurant

- Avant 1936 : première machine capable de *parallélisme*
- 1936 : **Alonzo Church** et **Kurt Gödel** fournissent un cadre théorique et Alan Turing propose un concept théorique de machine qui est encore utilisé.
- Seconde guerre mondiale. L'information est chiffrée et circule alors massivement via les ondes radio et le télégraphe. Le déchiffrement devient un enjeu mondial. Citons Enigma, utilisée par les allemands, déchiffrée par Turing grâce à *la bombe*.

Enigma

La bombe



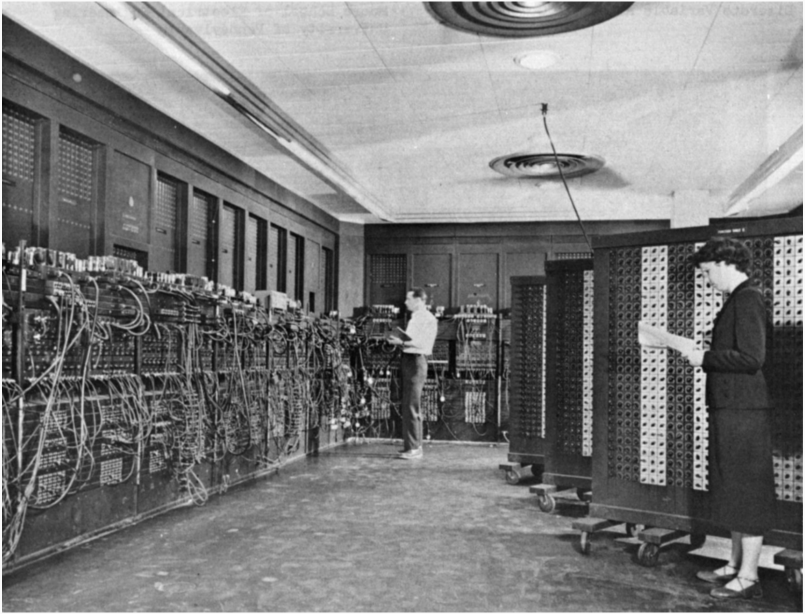
ENIAC

Les machines sont encore colossales !

- ENIAC : 30 tonnes, 167 m^2, 160 kW pour 100 kHz et 100 000 additions par secondes.
- Programme sur cartes perforées, entièrement électronique. Servant au calcul balistique. Programmé par six femmes.
- Calcul d'une trajectoire d'une table de tir. Comparatif :

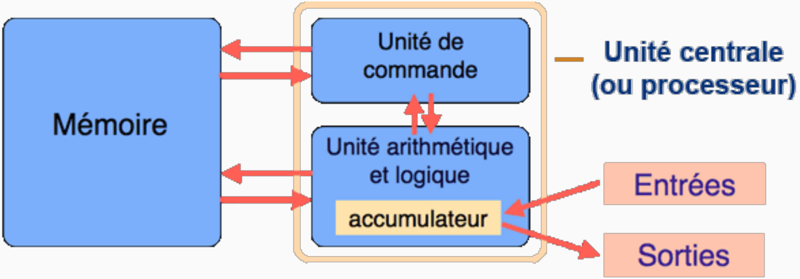
Moyen	Temps
Homme à la main	2,6 j
Avec une machine à calculer	12 h
Model 5 (concurrent ENIAC)	40 min
ENIAC	3 s
PC ~2000	30 µs

l'ENIAC : un monstre



Le modèle de Von Neumann en détail

Modèle de Von Neumann



- **Processeur** : composé de deux unités
- **Unité de commande** : contrôle la séquence d'instruction
- **Unité arithmétique** : exécution de ces instruction
- **Mémoire** : contient les données et **les programmes**
- **Entrées** : clavier, cartes perforées, etc.
- **Sorties** : affichages, imprimantes, écran

Principe général

L'ordinateur effectue des instructions en séquence.

Chaque instruction se découpe en trois parties :

- fetch (récupérer)
- read (lire)
- execute (exécuter)

Tout ce qu'un processeur sait faire, c'est ça. Mais il peut le faire 4 milliards de fois par seconde.

Unité de commande

Elle contrôle les instructions réalisées par la machine.

C'est elle qui récupère les instructions et les décode.

Elle s'occupe donc des parties "fetch" et "read"

Unité arithmétique et logique

Elle s'occupe de réaliser les *calculs* à effectuer.

On a déjà rencontré un petit morceau d'unité arithmétique : l'additionneur 1 bit.

Mémoire

Dans la mémoire on trouve à la fois les programmes et les données.

Entrées et sorties

L'interface du processeur. Sur un processeur moderne ce sont les broches.