

Éléments d'histoire de l'informatique

Sacha Krakowiak

Université Grenoble Alpes & Aconit

3. Les premiers ordinateurs à programme enregistré

[CC-BY-NC-SA 3.0 FR](#)

Les pistes ouvertes en 1946

- ❖ von Neumann
 - IAS
- ❖ Eckert-Mauchly
 - EMCC, UNIVAC
- ❖ Retombées de Moore School
 - EDSAC ENIAC autres
 - EDVAC prog. enregistré
- ❖ Retombées de Bletchley Park
 - ACE
 - Manchester
- ❖ Retombées de Harvard
 - Mark II, III, IV
 - IBM SSEC
- ❖ Zuse
 - Isolé (après guerre)



Le problème de la mémoire

❖ Initialement (1950)

Flip-Flops

Utilisés dans Colossus

Peu adaptés à une grande mémoire

Ligne à retard (J. Presper Eckert)

Circulation d'impulsions sonores dans un tube de mercure

Accès séquentiel ; doivent être régénérées

Tube cathodique (Freddie Williams, Tom Kilburn)

Tableau de charges électriques (bits) sur un tube

Accès aléatoire ; doit être régénéré

Le modèle de von Neumann prévoit une mémoire distincte de l'unité centrale. La technique reste à inventer...

❖ Plus tard

Tambours magnétiques (~ 1952)

Tores de ferrite (~ 1953)

Transistors (~1958)

Circuits intégrés (~ 1971)

Mémoires secondaires

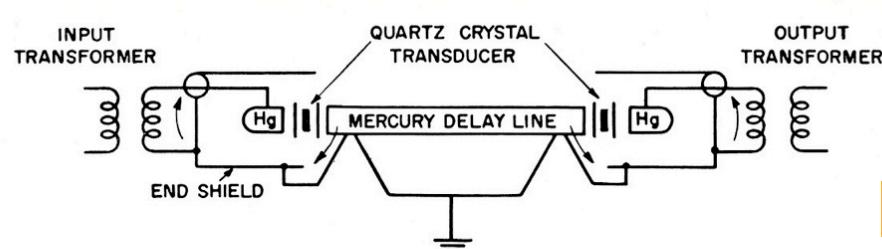
Bandes magnétiques ~1950

Tambours magnétiques (~ 1952)

Disques magnétiques (~ 1955)

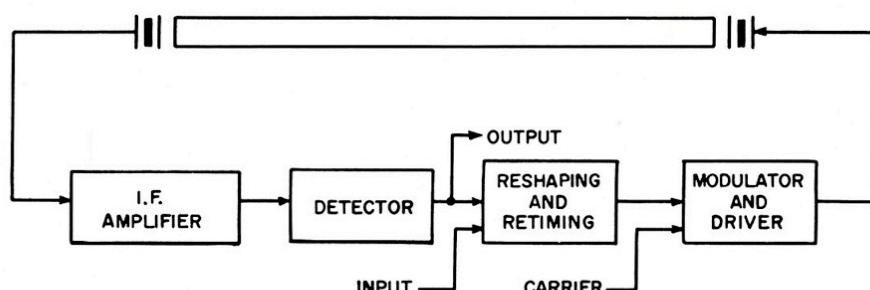
...

Mémoire à ligne à retard



Mémoire du SEAC

Schematic diagram of circuit connections to the acoustic delay line used in NBS mercury memory.

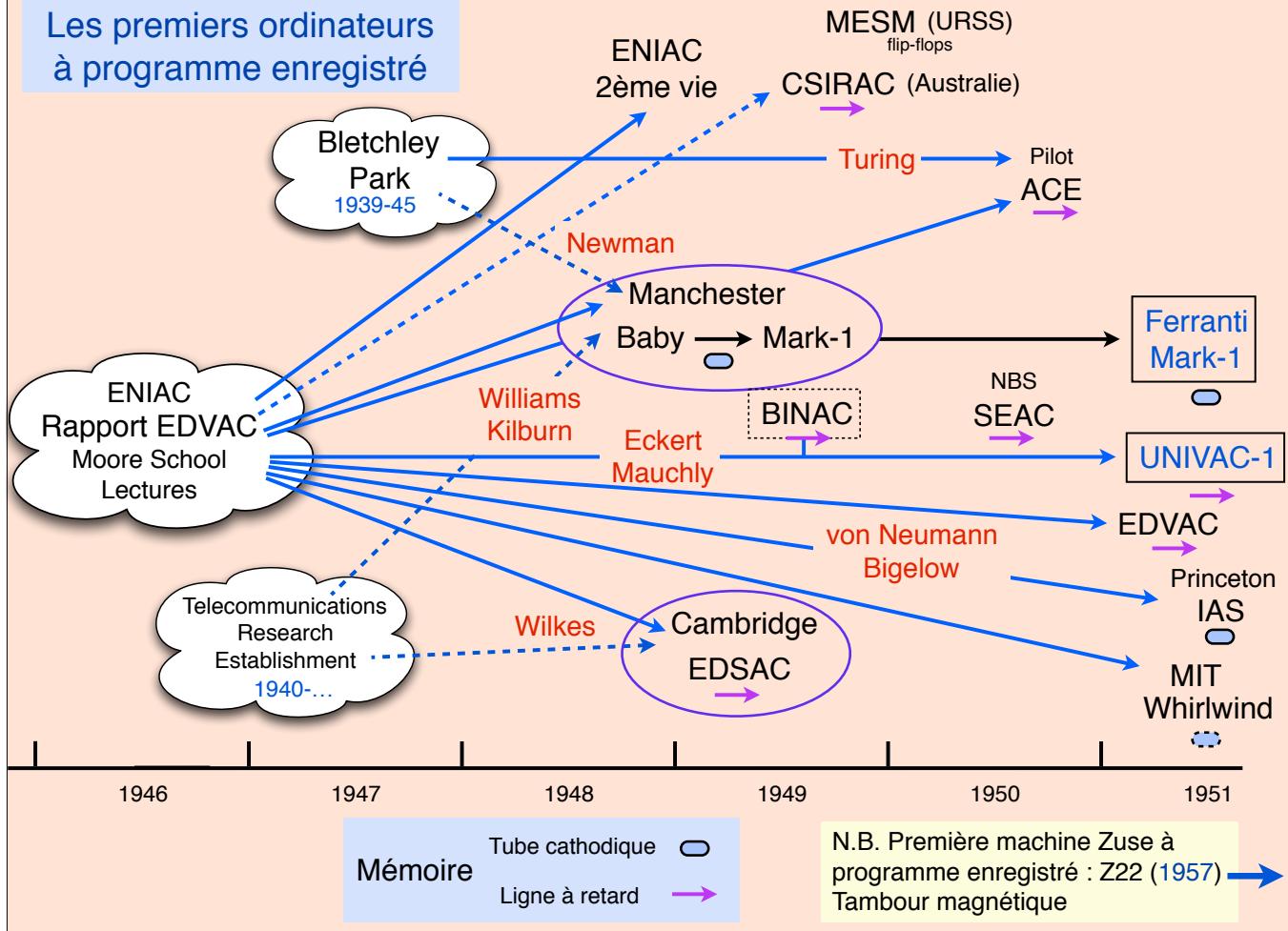


Block diagram of the mercury memory system.

National Institute of
Standards
& Technology

Wikimedia Commons
Domaine public

Les premiers ordinateurs à programme enregistré



De l'ENIAC à l'UNIVAC (1)

✿ La première entreprise de constructeurs informatiques

Eckert et Mauchly créent ECC (Electronic Controls Company, 1946)
Objectif : construire une machine «EDVAC-2» (renommée UNIVAC)

✿ Des débuts difficiles...

Un contrat initial : le service du recensement
première application hors du calcul scientifique

Les coûts et les délais sont sous-évalués
une nouveauté, mais des difficultés techniques : les bandes magnétiques

La lutte pour la survie

ECC
1949



© University of Pennsylvania

ECC devient EMCC (Eckert-Mauchly Computer Corporation)

Un contrat «alimentaire» (Northrop, 1947)

le BINAC, petite machine scientifique embarquée, livrée en 1949

5 contrats de plus pour l'UNIVAC

Un premier investisseur, American Totalisator (1949)

EMCC a plus de 130 employés en 1949

De l'ENIAC à l'UNIVAC (2)

- ❖ 1950 : EMCC en difficulté...
 - retrait inopiné du principal investisseur, American Totalisator
- ❖ ... cherche repreneur
 - IBM ne peut reprendre EMCC (loi antitrust)
 - Remington Rand et NCR sur les rangs
- ❖ Remington Rand emporte la mise
 - Une entreprise multi-activités
 - machines à écrire, armes, perforateurs de cartes, rasoirs électriques
 - EMCC devient la division UNIVAC de Remington Rand
- ❖ 30 mars 1951 : livraison de l'UNIVAC-1
 - quelques semaines après le premier ordinateur commercial,
Ferranti Mark-1

L'UNIVAC-1 : la technique

❖ Caractéristiques

5200 tubes, 13 tonnes, 125 kW,
~1900 op./s, 35 m² au sol

❖ La mémoire : lignes à retard au mercure

1000 mots de 12 caractères
100 canaux de 10 mots, mémoire tampon
2 x 60 mots pour les bandes magnétiques
temps d'accès moyen 222 µs

La mémoire de l'UNIVAC-1



CC-BY-SA-3.0 Ed Thelen, Computer Museum

❖ Instructions et données

Instructions de 6 caractères, 2 par mot
addition : 525 µs ; multiplication : 2150 µs

Données

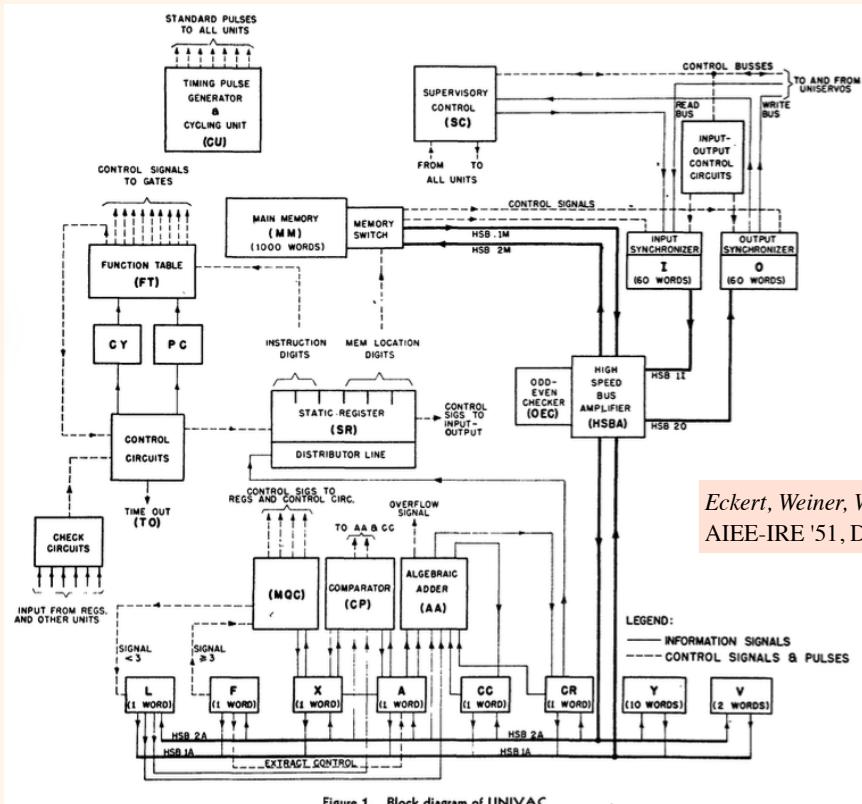
11 car. décimaux codés binaire X3 + signe

❖ Entrées-sorties

10 unités de bandes magnétiques 7200 car/s, 1 machine à écrire
convertisseur bande-imprimante, bande-cartes



L'UNIVAC-1 : schéma logique



Eckert, Weiner, Welsh, Mitchell—The UNIVAC System, AIEE-IRE '51, Dec. 10-12, 1951, Philadelphia.

L'UNIVAC-1 : la programmation

❖ Un jeu d'instructions riche

Instructions à 1 adresse

UNIVAC I Instruction Set
(from a UNIVAC I code card)

1 A m (m) → rX, (rX) + (rA) → rA

B m (m) → rA, rX

C m (rA) → m, 0 → rA

1 D m (m) → rA, (rA) + (rL) → rA (ROUNDED) → rX (UNROUNDED)

E m rF EXTRACTS (m) → rA

F m (m) → rF

G m (rF) → m

H m (rA) → m

J m (rX) → m

2 K m (rA) → rL, 0 → rA

L m (m) → rL, rX

1 M m (m) → rX, (rL) x (rX) → rA (ROUNDED)

1 N m -(m) → rX, (rL) x (rX) → rA (ROUNDED)

1 P m (m) → rX, (rL) x (rX) → rA rX (22 DIGITS)

3 Qnm IF (rA) = (rL), TRANSFER CONTROL TO m

R m {000000 U00 (CC)} → m

1 S m -(m) → rX, (rX) + (rA) → rA

3 Tnm IF (rA) > (rL), TRANSFER CONTROL TO m

U m TRANSFER CONTROL TO m

V m (m) (m + 1) → rV

W m (rV) → m, m + 1

1,2 X m (rX) + (rA) → rA

1 - in second digit stops computer on overflow

2 ignore m

3 stops computer if conditional trans switch is on

Y m (m THRU m + 9) → rY

Z m (rY) → m THRU m + 9

2 00m SKIP

2 .nm SHIFT (rA) RIGHT WITH SIGN n PLACES

2 :nm SHIFT (rA) LEFT WITH SIGN n PLACES

2 -nm SHIFT (rA) RIGHT EXCLUDING SIGN n PLACES

2 0nm SHIFT (rA) LEFT EXCLUDING SIGN n PLACES

2,4 1nm 60 WORDS FROM TAPE TO rI, FORWARD

2,4 2nm 60 WORDS FROM TAPE TO rI, BACKWARD

4 3nm (rI) → m THRU m + 59, 60 WORDS → rI, FORWARD

4 4nm (rI) → m THRU m + 59, 60 WORDS → rI, BACKWARD

4 5nm (m THRU m + 59) TO TAPE via rO, 128 PLUSES/INCH

2,4 6nm REWIND TAPE

4 7nm (m THRU m + 59) TO TAPE via rO, 22 PLUSES/INCH

2,4 8nm REWIND TAPE, SET INTERLOCK

10m SUPERVISORY CONTROL KEYBOARD → m

30m rI → m THRU m + 59

40m rI → m THRU m + 59

50m (m) → SUPERVISORY CONTROL PRINTER

2 90m STOP UNIVAC

2 , m BREAKPOINT STOP

2 ignore m

4 n represents UNISERVO number (1 thru 9, -)

L'UNIVAC-1 : les usages

❖ Du calcul scientifique au traitement de données

Une nouvelle orientation pour l'informatique

Premier client : le *Census Bureau*

puis : militaires, assurances, entreprises (GE, Westinghouse, US Steel...)

Un succès médiatique : l'élection présidentielle de 1952

❖ De la mécanographie à l'informatique

Des cartes perforées aux bandes magnétiques

un changement d'échelle dans la taille des données...

... mais aussi un changement du mode de travail

Les débuts de la programmation

un nouveau métier ou une nouvelle qualification ?

UNIVAC vs IBM

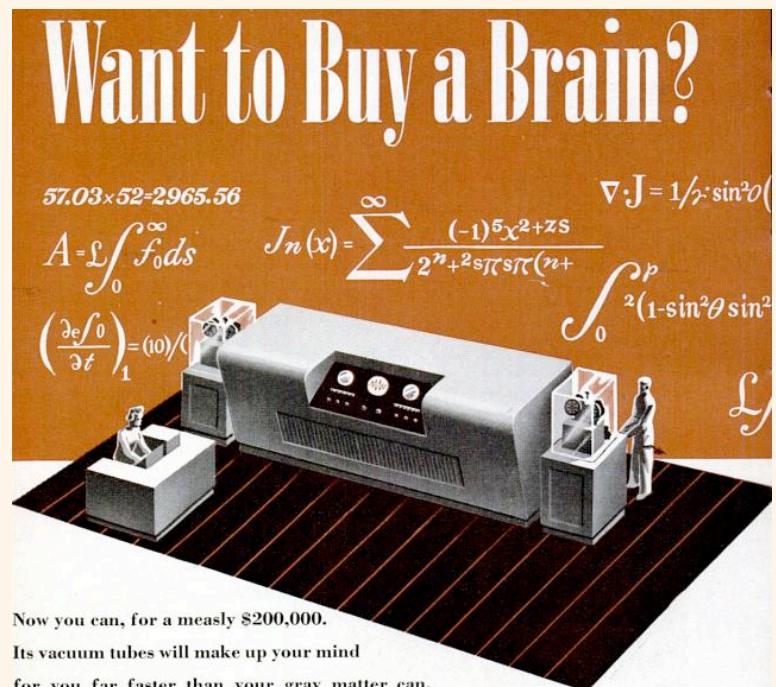
changement radical ou évolution progressive ?

L'UNIVAC-1 : l'image

Le «cerveau électronique»

L'image (en 1949) est encore celle du calculateur mathématique (héritage de l'ENIAC)

Popular Science,
mai 1949



By Martin Mann
PS photos by Hubert Luckett

YOU can buy a machine now to do some of your thinking for you. It will give a definite answer to any question that can be expressed mathematically.

Ask one of these machines how thick the

Computer Corp., Raytheon Mfg. Co., Harvard, M.I.T., the University of Pennsylvania, and jointly by RCA and the Institute of Advanced Study.

One of the most versatile of the new machines will be the Univac® (for UNIVERSAL Automatic Computer), now under construction by Eckert-Mauchly. It

L'EDVAC

❖ La concrétisation du rapport von Neumann...

Réalisée à la Moore School, sans Eckert ni Mauchly

Financée par le Département de la Défense

Livrée en 1949...`

... mais ne marche qu'en 1951

❖ Technique

Mémoire à ligne à retard au mercure

1024x44bits ; 64 lignes à retard

Une unité de bandes magnétique

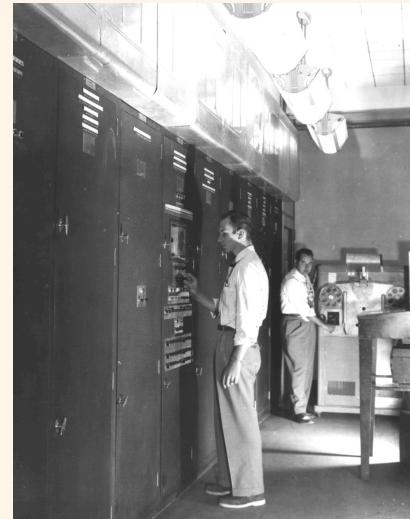
6000 tubes, 56 kW, 45 m²

Instructions à 4 adresses

2 opérandes, résultat, instruction suivante

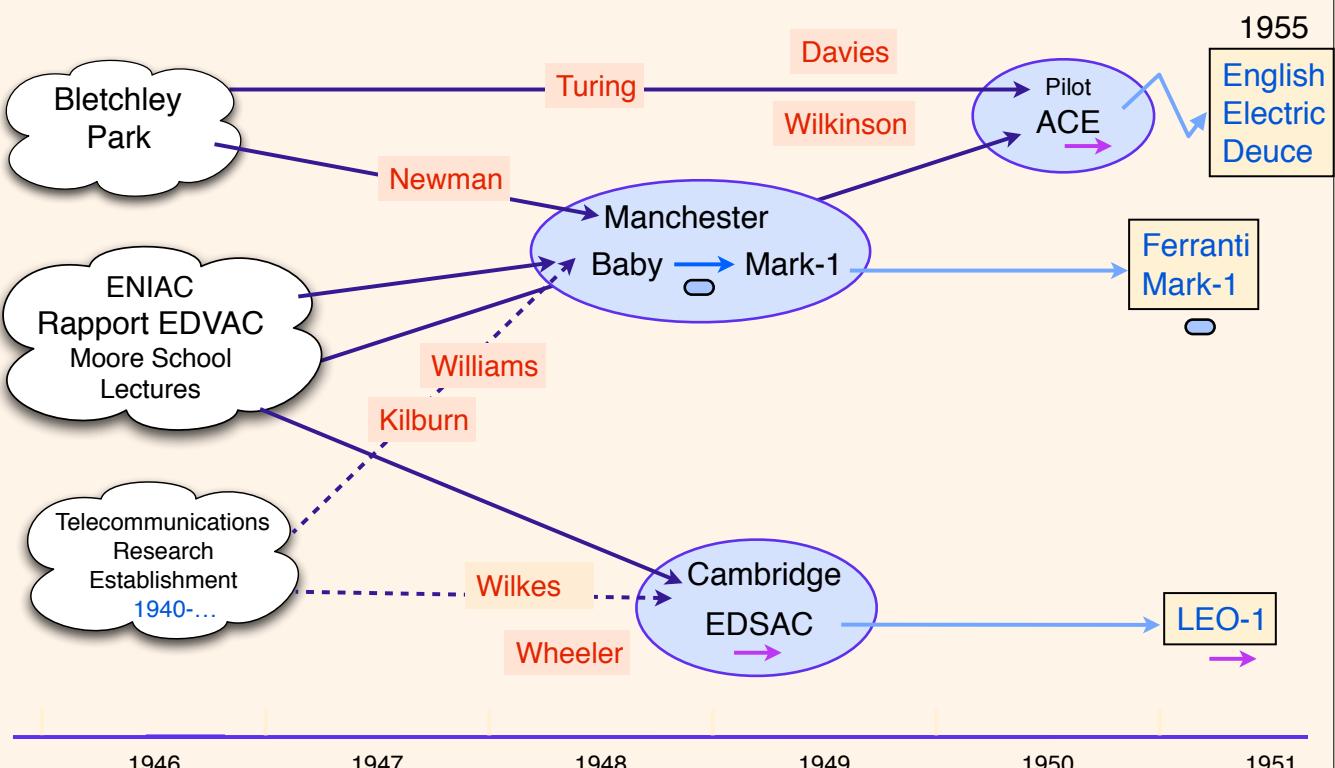
Performances modestes

addition 864 µs ; multiplication entière 2880 µs



Wikimedia Commons, domaine public

Les machines britanniques



Cambridge

❖ Maurice Wilkes

PhD en physique (propagation des ondes radio)

1939-45 : Telecommunications Research Establishment

lieu de l'invention du radar

1945 : directeur du Cambridge Mathematical Lab.

lit le rapport EDVAC et voit son potentiel

assiste aux Moore School Lectures en 1946

→ 1946-49 : Conçoit et réalise l'EDSAC

premier ordinateur à programme enregistré

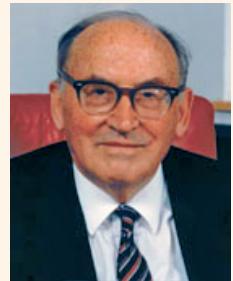
1951 : premier livre sur la programmation avec S. Gill et D. Wheeler

→ 1951 : invente la microprogrammation

Jusqu'en 1980 : dirige le Cambridge Computer Laboratory

Un des laboratoires d'informatique les plus réputés

Après 1980 : collabore avec diverses entreprises



Maurice V. Wilkes
1913-2010

L'EDSAC, architecture

Electronic Delay Storage Automatic Computer

❖ La mémoire

Ligne à retard au mercure : 1024 mots de 18 bits (17 utiles)

initialement (jusqu'en 55) : 512 mots

Entiers (ou virgule fixe) binaires

en complément à 2 sur 1 ou 2 mots

❖ L'unité centrale

3 000 tubes à vide

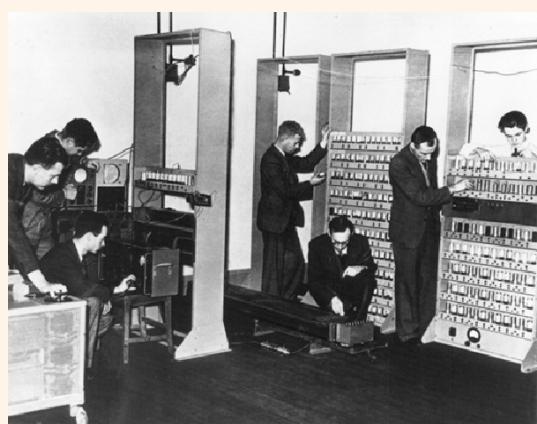
18 instructions (1 adresse)

0,5 MHz ; add : 1ms ; mul : 4,5 ms

pas de division (programme, 200 ms)

accumulateur de 71 bits

en 1953 : registre d'index



L'EDSAC en cours de montage

CC-BY-2.0
©Cambridge Computer Lab.

❖ Les périphériques

Entrée : ruban perforé ; sortie : télétype

bande magnétique à partir de 1952 (mais fonctionnement douteux)

L'EDSAC, programmation

❖ La notion de sous-programme (David Wheeler)

Appel et retour
Paramètres
Bibliothèque de sous-programmes
initialement collection de rubans

❖ Les «ordres initiaux»

Séquence d'instructions chargée en mémoire
au démarrage
Assembleur rudimentaire et chargeur
code op (1 lettre) + adresse en décimal
+ indicateur taille de donnée
Une partie personnalisable par l'usager



David Wheeler
1927-2004

©Computer Lab, U. Cambridge

En l'absence de registre d'index (avant 1953), programmes automodifiables...

L'héritage de l'EDSAC

❖ L'ordinateur à programme enregistré

Le premier avec Manchester (6 mai 1949)

❖ La première approche systématique de la programmation

Le livre «WWG» : M. V. Wilkes, D. J. Wheeler, S. Gill. *The Preparation of Programs for an Electronic Digital Computer*, Addison-Wesley, 1951

Une influence considérable dans les années 1950

Sous-programmes, mise au point interprétative

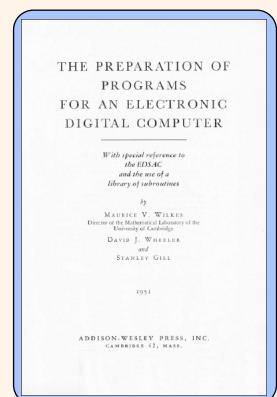
❖ L'invention de la microprogrammation

Première mise en œuvre dans l'EDSAC-2

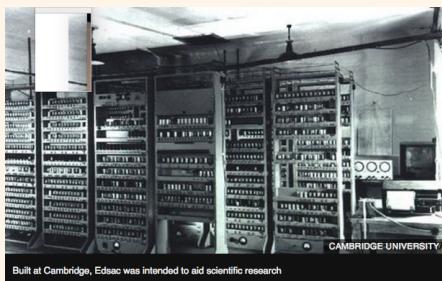
❖ Une suite industrielle

LEO (1951) réalisé par Lyons (puis LEO-22, LEO-III)

Première application de gestion



Reconstruction de l'EDSAC



© Cambridge University

La machine originelle



© SWNS.com

A copy of Edsac is being built at the National Museum of Computing

La machine reconstruite
National Museum of Computing, Bletchley Park

Les hommes de Manchester

❖ Max Newman

Mathématicien (Cambridge)
Supervise la création de Colossus
à Bletchley Park
Crée le département d'informatique à Manchester en 1945



❖ Freddie Williams

Travaille au Telecom Research Estab.
Invente le «Tube Williams» (mémoire)
Construit les machines Baby et Mark-1



❖ Tom Kilburn

Participe à la création du tube Williams
et des machines
Dirige le département après le départ de Williams

©University
of Manchester

Le tube Williams

❖ Principe

1 bit = 1 charge électrique sur le fond d'un tube cathodique

Capacité : 512 à 1024 bits sur un tube

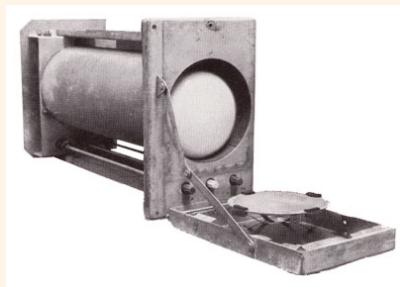


Image courtesy of Computer History Museum

❖ Difficultés

Durée de vie brève, lecture destructive

Dans les deux cas, il faut régénérer la charge

❖ Histoire

Une idée «dans l'air» à la fin des années 1940

Turing, von Neumann, Eckert, ...

Une mise au point délicate

Williams, Kilburn (1946-48)

Une utilisation large



Tube de l'IBM 701

Image courtesy of Computer History Museum

Le Manchester Baby

❖ Objectif : valider le tube Williams comme mémoire d'ordinateur

Une réalisation rapide...

Un environnement minimal

Un jeu d'instructions restreint

❖ Réalisation (1947-48)

Capacité : 32 mots de 32 bits

Jeu de 7 instructions

Insertion manuelle bit par bit

Visualisation directe sur le tube



Reproduction du Baby

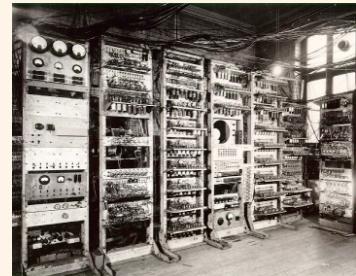
©University of Manchester

❖ Une expérience historique

Le premier programme enregistré (17 instructions)

Fonctionne le 21 juin 1948

Du Baby au Mark-1



©University of Manchester

❖ Une transition progressive

Juin 1948 : le Baby fonctionne

Avril 1949 : version améliorée

taille de mot 40 bits, 128 mots de mémoire,
tambour magnétique (transfert manuel), registre d'index

Octobre 1949 : Mark-1 prototype

tambour (transfert automatique), entrées-sorties par télétype

Février 1951 : Ferranti Mark-1 : version industrielle

8 registres d'index, 512 mots de mémoire, répertoire élargi

❖ Avancées modestes sur le logiciel

AUTOCODE, un assembleur évolué (beaucoup amélioré plus tard)

Un système de pagination pour le tambour

Une bibliothèque de calcul en virgule flottante

Un fragment de programme pour Manchester Mark 1

Extrait de Martin Campbell-Kelly, "Programming the Mark I: Early Programming Activity at the University of Manchester", *IEEE Annals of the History of Computing*, vol.2, no. 2, pp. 130-168, April-June 1980

Column E		Column @	
/ V @ T /	... for argument t'	/ R / / /	10
E N S / P	and result y'	E H / / /	20
@ R @ T /		@ / / / /	copy of B ₄
A T C T N	[TC] becomes y'	A / / / /	
: A : / M	if y' < 400·2 ⁻¹⁵	: Q E / / /	½·10 ⁻¹⁰ (rounding constant) ⁷
S N @ T /	otherwise 999·2 ⁻¹⁵	S / / / /	
I T C T A		I G A S M	2 ³⁹ ·10 ⁻²
U / / T :		U G A S /	
½ : @ J J	scale [TC]	½ / / / /	100·2 ⁻⁸
D C @ / K	by	D / / T N	
R T C / F	10 ⁻⁵ ·2 ¹⁵	R / / / /	400·2 ⁻¹⁵
J T C / E		J / T N /	
N M E Y O	set parms	N / / / /	999·2 ⁻¹⁵
F / @ P O	for	F / U E /	
C B K T B	DEC-OUTPUT	C C M ½ N	10 ⁻⁵ ·2 ¹⁵
K O @ T /		K F Z K R	
T V S T A	call	T / / R /	
Z G @ T /	DEC-OUTPUT	Z X E E Z	cue INPUT/A
L N S / P		L : / C A	link
W A : H G	B ₄ = B ₄ -2	W / / E Z	
H G E / T	branch to l/ if B ₄ ≥ 0 ²	H L E " :	
Y H E / V	hoot stop ⁸	Y A E E Z	cue DEC-OUTPUT*
P Y E / P		P W / C A	entry 2
Q / / / /		Q / / E Z	link
O / / / /	spare	O / / " :	
B / / / /		B A E E Z	cue DEC-OUTPUT
G S / / /	control number	G L E C A	entry 1
" H ½ / /	pointer to line H½	" / / E Z	link
M T C / /	pointer to line TC	M £ £ ½ C	
X / / L /	carriage return	X E / E Z	cue AUXILIARY
V / / W /	line feed	V E E C A	
£ / / Z /	space	£ / / E Z	link

(d) Programme—master routine

⁸The hoot stop causes the hooter to be pulsed each time around the two-instruction cycle. This gave a continuous note until the machine was stopped.

⁷Most of the constants were obtained from an appendix in the second handbook, attributed to the FERUT group. Powers of

two, used at several points in the programme, are obtained from PERM.

*DEC-OUTPUT has two entries. Entry number two is used for positive fractions and suppresses the sign.

La suite à Manchester

❖ L'apport du Mark-1

- Le tube Williams
- Les registres d'index
- Le *Mark-1 autocode*
- Le premier ordinateur commercial produit en série

❖ Une tradition d'innovation et de transfert en architecture de machines

- Meg (Ferranti Mercury)
petite machine scientifique (1955)
- MUSE (Ferranti Atlas et Titan)
l'ordinateur le plus puissant en son temps (1962)
l'invention de la mémoire virtuelle (*one-level store*)
- MU5 (ICL 2900)
la recherche de l'efficacité (1974)

L'ACE

❖ Un projet d'Alan Turing

- Engagé au *National Physical Laboratory* (NPL) en 1945
- Conçoit l'*Automatic Computing Engine* (ACE) fin 1945

❖ Un environnement peu favorable

- Un projet mal compris et jugé trop ambitieux
La direction impose une version réduite (*Pilot ACE*)
- Un management peu efficace
 - Des décisions différées
 - Des difficultés administratives

❖ Une conclusion retardée

- Turing quitte le projet (Cambridge en 1947, Manchester en 1948)
- Le *Pilot ACE* fonctionne en 1950 ; entrée en service effectif en 1952

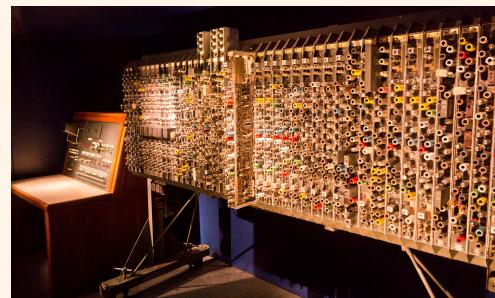
Le Pilot ACE

❖ Un document de conception complet et précoce

fin 1945 : version complète

février 1946 : présentation

couvre architecture et technologie



Pilot ACE (Science Museum, Londres)
CC-BY-SA-3.0 Antoine Tavenaux

❖ L'architecture

inspiration : rapport EDVAC, mais choix techniques très différents

pas d'«unité centrale», mais jeu de registres spécialisés

le matériel

800 tubes à vide, mémoire à ligne à retard (128 puis 352 mots de 32 bits)
tambour de 4096 mots en 1954 ; horloge 1 MHz

❖ La programmation

instructions de la forme [source → destination ; instruction suivante] ;
transfert ou opération selon source et destination ; nombreuses
optimisations ; sous-programmes difficiles à organiser

Programmation du Pilot ACE

Calcul des carrés des 100 premiers entiers

on utilise la récurrence : $(n + 1)^2 = n^2 + 2n + 1$

les entrées sorties ne sont pas décrites

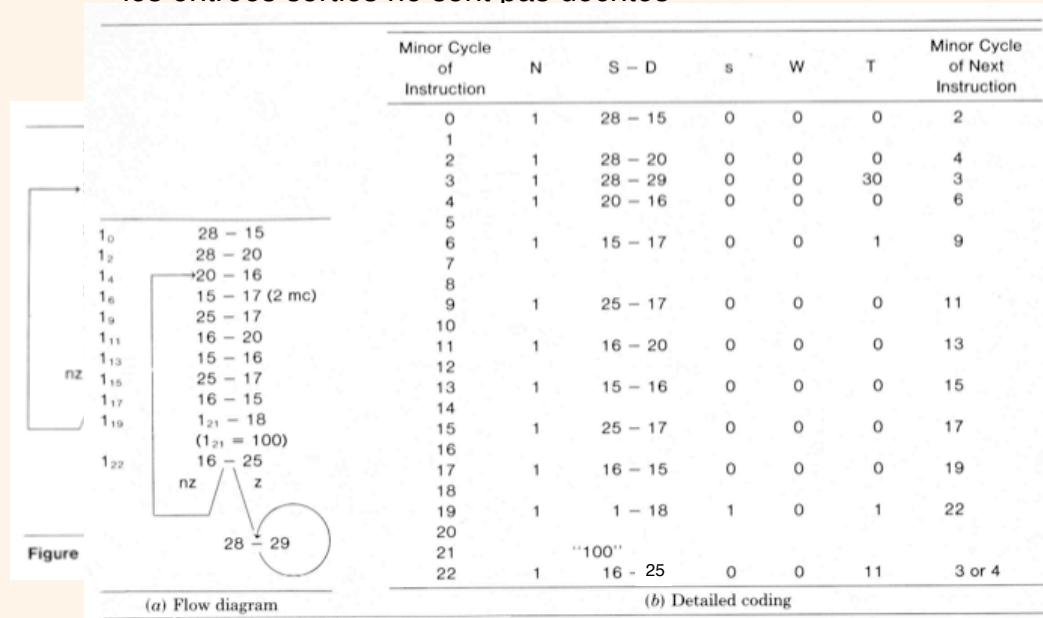


Figure 5. Squares of the integers—detailed coding.

Extrait de : Martin Campbell-Kelly, « Programming the Pilot ACE »,
IEEE Annals of the History of Computing, vol. 3, n° 2, 1981, p. 133–162

Conclusion sur l'ACE

❖ Une machine très performante...

Codage optimal : usage limité aux mémoires à accès séquentiel

Disparaît avec l'avènement de la RAM ; voir néanmoins IBM 650

Lignes à retard courtes pour stockage temporaire

Préfiguration des blocs de registres

Au total : optimisations liées à la technologie de l'époque

❖ ... mais difficile à programmer

La programmation nécessite une connaissance intime du matériel

❖ Suite industrielle

Directe : DEUCE (English Electric), dérivé du Pilot ACE
35 exemplaires

Indirecte : Bendix G15, inspiré
du Pilot ACE (via Harry Huskey)
400 exemplaires

Time (sec)	(a) The TPK Program			(b) Floating Point Operations		
	EDSAC	Mark I	Pilot ACE	Time (ms)	EDSAC ^b	Mark I ^c
Compute time	24	37 ^d	5	Add/subtract	90	60
Input/output, etc.	70	44	17	Multiply	105	80
Total	94	82	21	Divide	140	150

^a The poor performance of the Mark I can probably be attributed to the slowness of Turing's Scheme A subroutines; the program might have run a little faster with Scheme B or C (Campbell-Kelly 1980b).

^b Brooker and Wheeler (1953, p. 46).

^c Brooker (1952, p. 59).

^d Wilkinson (undated); times given assume that no normalization of the result is required; this took 1 ms for each place shifted.

Extrait de : Martin Campbell-Kelly, « Programming the Pilot ACE », IEEE Annals of the History of Computing, vol. 3, n° 2, 1981, p. 133–162

La machine de l'IAS

❖ L'impulsion initiale : von Neumann, 1946

Un projet concret dans un environnement orienté vers la théorie

❖ Un chef de projet : Julian Bigelow

❖ Caractéristiques

Machine binaire, 1024 mots de 40 bits

Mémoire à tubes Williams



De g. à d. : Bigelow, Goldstine, Oppenheimer, von Neumann

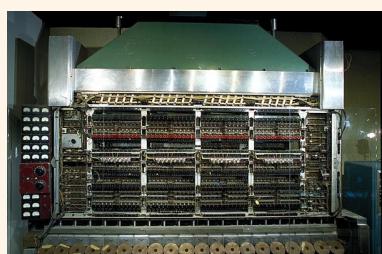
CC-BY-SA 3.0, [lbigelow](#)

Machine asynchrone

De bonnes performances

Addition : 62 µs ; multiplication : 713 µs

Orientée vers le calcul scientifique



National Museum of American History

Héritage de l'IAS

- ❖ Des principes de conception clairement énoncés
- ❖ Des documents d'architecture et de réalisation complets et largement diffusés
 - De nombreux projets s'en sont inspirés ...
 - ... notamment le premier ordinateur d'IBM produit en série (IBM 701)
- ❖ Une réalisation technique assurant de bonnes performances

Le Whirlwind

- ❖ Le projet initial (1943-44)
 - Développer un simulateur de vol universel
adaptable à tout type d'appareil
 - Contrat avec le MIT (Jay Forrester)
 - Une base analogique
- ❖ La réorientation (1946)
 - L'analogique pas assez rapide
pour une application «temps réel»
 - Virage vers une solution numérique
 - L'ordinateur devient le cœur du projet
- ❖ Des progrès lents...
 - et des problèmes de financement



Museum of Science, Boston

Le Whirlwind

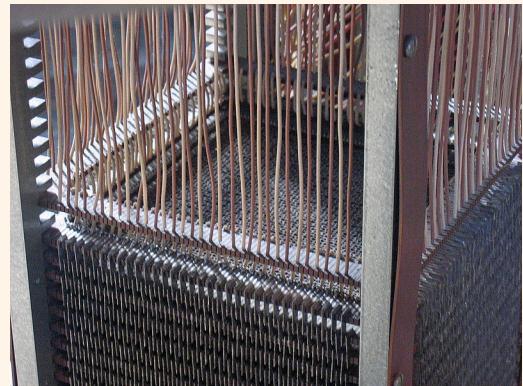
❖ Le problème de la mémoire...

- Rapidité (contraintes du temps réel)
- Fiabilité (exigences de l'application)
- Les techniques existantes sont inadéquates

❖ ... et une solution

- Un matériau nouveau :
la céramique ferromagnétique
- Lancement d'une étude (1949)
- Un prototype (1951)
- La première mémoire
à tores de ferrite (1953)

Temps d'accès : $9\mu s$
grande fiabilité



Charles River Museum of Industry, Waltham, MA

CC-BY-SA-3.0, Dpbsmith

Les retombées du Whirlwind

❖ SAGE (Semi-Automatic Ground Environment)

- Un projet issu de la guerre froide (lancé en 1951)
- Un réseau de surveillance du territoire
- Un produit IBM (AN/FSQ-7) issu de Whirlwind



Console Sage
Computer History Museum
CC-BY-2.0, Todd Dailey



©IBM

❖ SABRE (Semi-Automatic Business Research Environment)

- Un système de réservation de places d'avion
- Un projet American Airlines - IBM (lancé en 1957)

❖ Les deux projets aboutiront dans les années 1960

- Premières applications temps réel réparties à grande échelle

Autres machines précoce

❖ Le CSIRAC (Australie)

Fin 1949

2 000 tubes à vide

mémoire à lignes à retard

1536 mots de 20 bits

Une machine conservée...

... mais non en état de marche



Melbourne Museum. CC-BY-SA 3.0 John O'Neill

❖ Le SEAC (National Bureau of Standards)

Une réalisation provisoire (1948-50), en attente du premier UNIVAC

Sera néanmoins utilisé pendant 14 ans

1 000 tubes à vide, 12 000 diodes

Mémoire à ligne à retard 3 072 octets

Mémoire externe à fil magnétique



National Institute of Standards

Le MESM et la suite (URSS)

❖ Un pionnier de l'informatique : Sergueï A. Lebedev

Institut de l'Énergie de Kiev



CC-BY-SA 3.0. Igor Petouchkov



❖ ... mais une réalisation précoce

(novembre 1950)

Mémoires à flip-flops

Instructions : 63 emplacements 20 bits

Données : 31 emplacements 17 bits

50 instructions par seconde

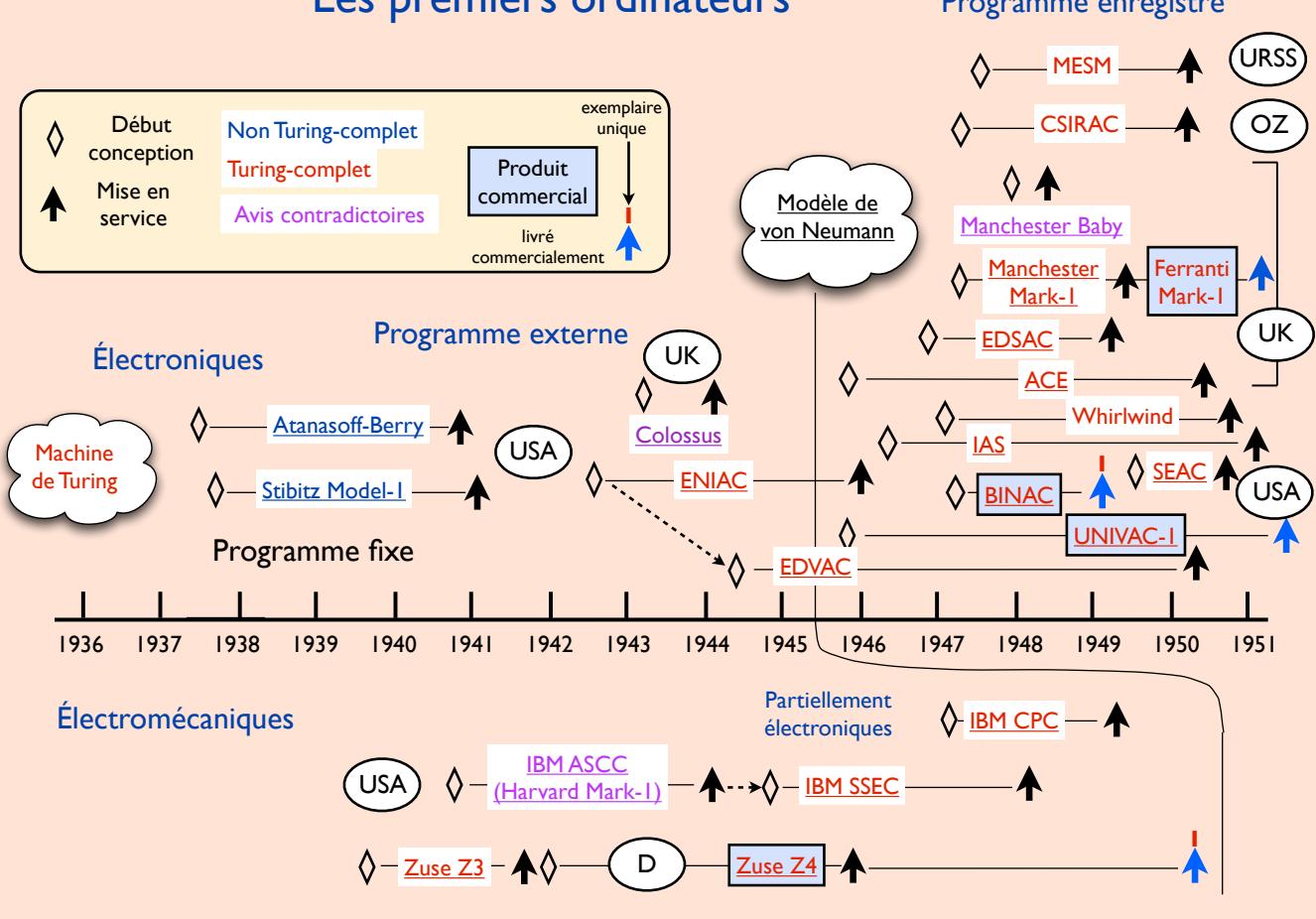
❖ La suite

BESM, une série de machines puissantes (BESM-1 à BESM-6)

La situation en 1951

- ❖ Le marché s'ouvre au traitement de données (*data processing*)...
 - ... et plus seulement au calcul scientifique
- ❖ On est au seuil du développement industriel
 - IBM va entrer en scène ...
 - ... et dominer le marché pour longtemps
- ❖ La conception d'ordinateurs dans les universités régresse...
 - ... mais ne disparaît pas encore
 - Manchester, Illinois, URSS, ...
- ❖ Le problème du logiciel va devenir critique...
 - ... mais on n'en est pas encore vraiment conscient
- ❖ Et en France...
 - ... un retard catastrophique
 - Rien dans la recherche publique
 - 1952 : Bull Gamma 3, calculateur esclave d'une tabulatrice
 - 1956 : Bull Gamma ET, première machine à programme enregistré (tambour)

Les premiers ordinateurs



Pour aller plus loin

❖ UNIVAC

Interview Auerbach : <http://conservancy.umn.edu/handle/11299/59495>

❖ Whirlwind

<http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Whirlwind.html>

❖ EDSAC

<http://www.tnmoc.org/special-projects/edsac/edsac-history>

❖ Manchester

<http://curation.cs.manchester.ac.uk/computer50/www.computer50.org/>

❖ Bull Gamma

site de la fédération des équipes Bull : <http://www.feb-patrimoine.com/>
voir en particulier texte de Bruno Leclerc sur Gamma 3 et Gamma ET