

Les heureux pères

John Eckert et John Mauchly, les pères de l'ENIAC, plaçaient leurs espoirs dans l'électronique. L'avenir leur donna raison.

UNIV. OF PENNSYLVANIA

L'ORDINATEUR enfant de la guerre

■ Fruit de la course aux armements, le premier ordinateur électronique voit le jour le 15 février 1946. Sa gestation avait été fort longue : l'histoire de l'ordinateur commence au début du XIX^e siècle, en Angleterre, dans l'industrie... textile.

PAR ROMAN IKONICOFF

SA fiche technique aurait de quoi glacer le sang d'un informaticien moderne : 30 tonnes, 72 m² au sol, 17 468 lampes (ou tubes à vide) électroniques, 6 000 commutateurs, 10 000 condensateurs, 1 500 relais téléphoniques, 50 000 résistances. Toutes ces pièces étaient contenues dans 42 armoires noires de 3 m de hauteur. Il consommait 150 kilowatts et dégageait une chaleur comparable à celle de 50 chauffages domestiques. On prétend – mais c'est peut-être une légende –

que le simple allumage de l'engin produisait une baisse de tension électrique visible dans tous les foyers du quartier ouest de Philadelphie. On comprend que ce ordinateur, entièrement électronique, ait coûté la coquette somme de 486 804,22 dollars.

En revanche, ses performances feraient sourire ce même informaticien : il comprenait 20 mémoires de 10 chiffres chacune, et fonctionnait à une fréquence de 100 kilohertz (soit 100 000 cycles par seconde) – ce qui, au regard des 100 mégahertz des ordinateurs actuels, semble bien chétif ! Il était

La bataille du chiffre

Pour gagner la guerre, il fallait savoir décrypter au plus vite les messages codés de l'ennemi. Dans chaque camp, des bataillons de mathématiciens avaient pour tâche d'inventer des systèmes de décryptage automatique : ces derniers sont les ancêtres de l'ENIAC.

COLLECTION VIOLLET



AKG PHOTO



Au XIX^e siècle, tout est prêt : il ne man

■ ■ ■ capable d'additionner 5000 nombres par seconde ou d'effectuer 14 multiplications de nombres à 10 chiffres par seconde. A peine l'équivalent d'une petite calculatrice "programmable" moderne... Mais, ce que l'histoire retiendra surtout, c'est que, sans lui, la calculatrice en question n'aurait jamais vu le jour!

Premier véritable ordinateur ou dernier grand calculateur ? Peu importe ! Ce qui compte, c'est que la naissance de l'ENIAC (en français : numérateur, intégrateur, analyseur et calculateur électronique), le 15 février 1946, a définitivement clos l'ère des règles à calcul, pour ouvrir celle du "tout numérique", qui n'en finit pas de s'achever.

Bien sûr, l'ENIAC n'est pas sorti tout armé du cerveau d'un savant "alchimiste". Il est, d'une part, le fruit

d'un contexte socio-historique très particulier – la Seconde Guerre mondiale –, d'autre part, l'aboutissement de la longue histoire du

mécanisme. Mais, s'il fallait arbitrairement choisir le "point de départ" de cette histoire, il se situerait dans l'Angleterre du début du XIX^e siècle.

Dans les années

1830, principalement en Angleterre, on s'enthousiasmait pour les machines et les automates, fers de lance de la révolution industrielle qui était en train de transformer en profondeur les sociétés occidentales, créait l'industrie moderne, et réduisait l'artisanat comme une peau de chagrin.

S'il est d'usage de considérer que la révolution industrielle a amorcé son décollage dans le secteur du textile, il est à peine exagéré de soutenir que la révolution informatique est, elle aussi, redevable au textile. C'est en effet d'un étrange mariage entre

A lui la gloire!

John von Neumann, un brillant mathématicien, se joignit au projet ENIAC. Il corrigea ses derniers défauts. C'est lui qui rédigea le texte fondateur de l'ordinateur. C'est son nom que l'histoire retiendra...



DYBUSIS

les mathématiques, l'automatique et le textile qu'est né l'ancêtre de l'ordinateur.

Dès la fin du XVIII^e siècle, l'apparition des machines, qui, dans certaines tâches, peuvent remplacer les ouvriers, entraîne de vastes bouleversements dans l'industrie textile. Joseph-Marie Jacquard, tisserand et mécanicien français (1752-1834), invente en 1801 un métier à tisser semi-automatique dans lequel coulisent des cartes perforées, dont les trous indiquent à la machine quel dessin elle doit exécuter sur les étoffes. Jacquard vient tout bonnement de fabriquer la première machine pilotée par un programme externe, les cartes perforées. On parlerait aujourd'hui de premier *software* (logiciel) de l'histoire.

Inspiré par le métier à tisser de Jacquard, un mathématicien britannique de génie, Charles Babbage (1792-1871), utilise le principe des cartes perforées pour mettre au point – du moins, en théorie – une machine à faire des calculs d'un genre entièrement nouveau. On est en 1834.

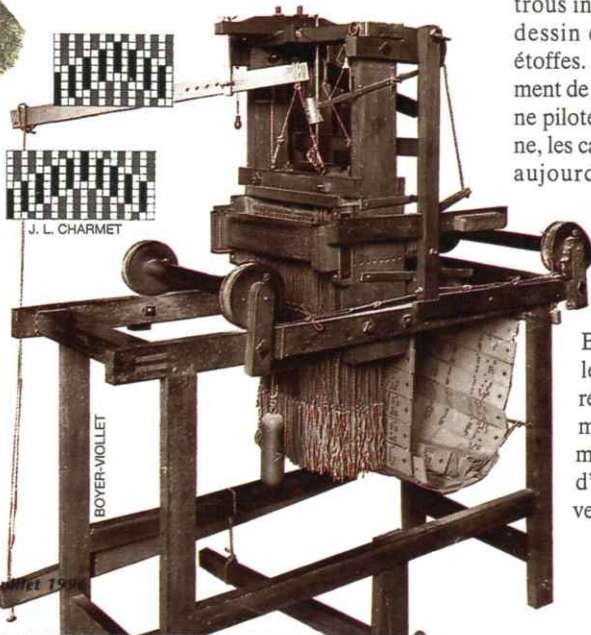
Cette « machine analy-



BOYER-VOLLET

Le premier logiciel

Le métier à tisser de Jacquard (1752-1834) utilisait des cartes perforées qui indiquaient à la machine le dessin qu'elle devait effectuer sur l'étoffe. C'est le premier exemple dans l'histoire d'une machine à programme externe. Ce principe est toujours valable pour les ordinateurs modernes.



J. L. CHARMET

BOYER-VOLLET

que que l'électronique

tique», dont Babbage ne pourra achever la construction, devait être un assemblage de plusieurs milliers de rouages construits au vingtième de millimètre près. Entreprise colossale, qui excède largement les possibilités technologiques du XIX^e siècle.

UNE "ARCHITECTURE" DÉJÀ MODERNE

Ce n'est pas le gigantisme de sa machine qui fera entrer Babbage dans l'histoire, mais l'"architecture" logique qu'il lui a donnée. Des machines à additionner, soustraire, multiplier et diviser, il en existait déjà, depuis la "pascaline", inventée par Blaise Pascal en 1642. La nouveauté radicale de la machine analytique, c'est sa capacité à mener automatiquement une suite finie d'opérations inscrites dans des bandes perforées, ce qui conduisait à un résultat de type algébrique ou arithmétique. Bref, son aptitude à résoudre un problème mathématique de façon algorithmique, grâce à l'utilisation d'un "programme externe". Qui lui permettait aussi de traiter des opérations longues et complexes – des calculs de logarithmes, par exemple.

De plus, Babbage imagine deux procédures, aujourd'hui très courantes en informatique : la répétition n fois d'une série d'instructions (ce que l'on nomme à présent une "boucle" de programme) et l'utilisation d'algorithmes annexes pendant l'exécution de l'algorithme principal (les "sous-programmes").

Ce qui rapproche la machine de Babbage des ordinateurs modernes, c'est sa structure logique (son "architecture") en cinq parties : une unité de calcul (ou moulin), dans laquelle s'effectuent mécaniquement additions, soustractions, multiplications et divisions ; une mémoire (ou magasin), qui stocke les résultats partiels des calculs pour pouvoir les réutiliser dans la suite

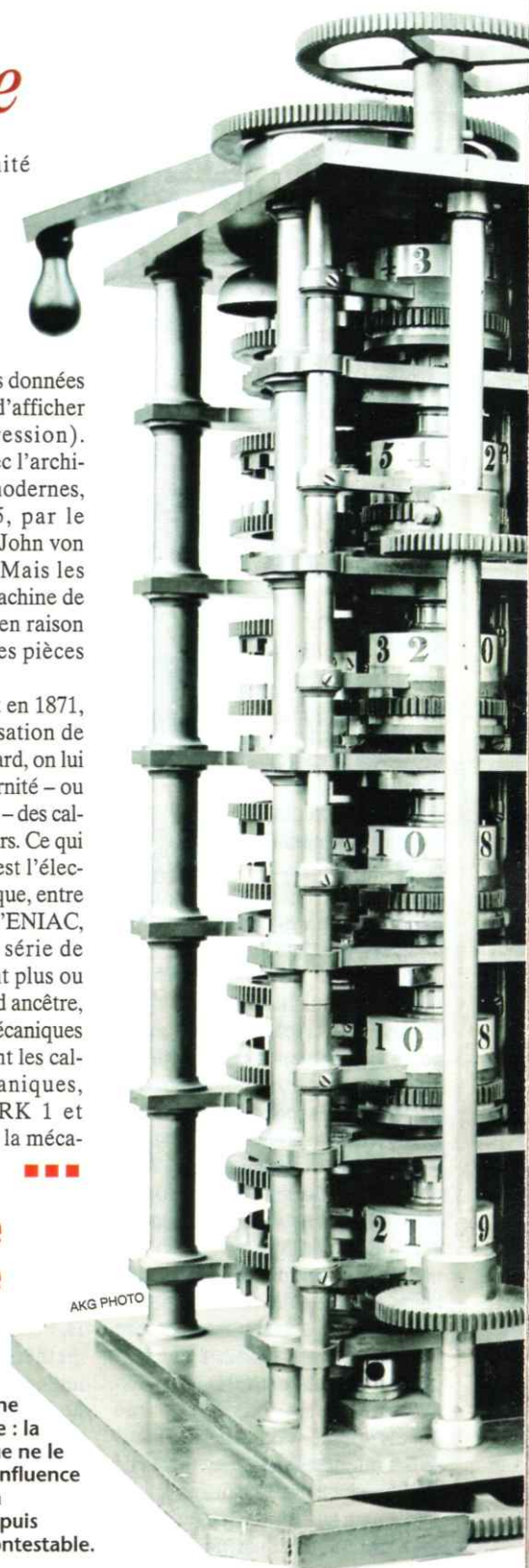
du programme ; une unité centrale de contrôle (ou cylindres), qui gère la mémoire et l'ensemble des opérations effectuées dans l'unité de calcul tout au long du programme ; enfin, les deux unités qui permettent d'introduire les données (par cartes perforées) et d'afficher les résultats (par impression). L'analogie est grande avec l'architecture des ordinateurs modernes, mise au point, en 1945, par le mathématicien américain John von Neumann (1903-1957). Mais les capacités de calcul de la machine de Babbage étaient limitées, en raison de la rigidité physique des pièces mécaniques.

Charles Babbage meurt en 1871, sans avoir vu la matérialisation de son œuvre. Un siècle plus tard, on lui attribue cependant la paternité – ou plutôt, la "grand-paternité" – des calculateurs puis des ordinateurs. Ce qui lui manqua sans doute, c'est l'électronique... Toujours est-il que, entre la machine de Babbage et l'ENIAC, va voir le jour toute une série de calculateurs qui s'inspirent plus ou moins directement du grand ancêtre, mais ajoutent aux pièces mécaniques de l'électronique. Ce seront les calculateurs électromécaniques, Model 1, Harvard MARK 1 et série Z. Puis on délaissera la méca-



Un ancêtre mécanique

Charles Babbage (1792-1871) conçut la « machine analytique », véritable ordinateur mécanique, qui hélas ! ne put jamais être achevée : la technologie de l'époque ne le permettait pas. Mais l'influence de cette machine sur la conception de l'ENIAC puis de l'ordinateur est incontestable.



AKG PHOTO

Les premières recherches ont suscité

■ ■ ■ nique, et il ne sera plus question que d'électronique. En 1943, l'ENIAC s'apprête à naître.

La sage-femme sera... la Seconde Guerre mondiale. Depuis le milieu des années 30, sentant monter les périls, les futurs Alliés cherchent par tous les moyens à déchiffrer les communications radio allemandes. Or, les Allemands possèdent, grâce à la fameuse machine Enigma, un système de cryptage très performant, qui utilise non pas un seul code mais une multitude de codes constamment renouvelés. Dès lors, il est parfaitement inutile de s'écrier à les

percer à jour l'un après l'autre. Ce qu'il faut, c'est trouver la logique de fluctuation des codes d'Enigma. Aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, vont se mettre en rang des bataillons de mathématiciens qui passeront la guerre à concevoir des machines à décrypter "intelligentes", en combinant la mécanique, l'électronique, l'automatique et les mathématiques.

En outre, les militaires doivent mener à bien des calculs d'une longueur et d'une complexité croissantes. Un impératif dicté par le développement d'armes sophistiquées qui nécessitent des tables de calculs exhaustifs. Et, surtout, par le lancement, aux Etats-Unis, du projet Manhattan - la construction de la

bombe atomique. Il faut donc inventer, puis fabriquer, des calculateurs ultra-rapides de grande capacité.

C'est également la guerre qui va pousser les mathématiciens à se former aux technologies modernes et à acquérir leur autonomie vis-à-vis des militaires, qui accaparaient la plus grande part de la manne budgétaire (voir le numéro spécial de *Science & Vie* : "Nos origines", p. 101).

Lorsque le contrat pour la mise en chantier de l'ENIAC (classé "secret") est signé, le 5 juin 1943, à la Moore School de l'université de Pennsylvanie, ses deux "pères", John P. Eckert et

John W. Mauchly, ont respectivement 24 ans et 36 ans. Le premier est un ingénieur en électronique surdoué; le second, un mathématicien très attiré par l'électronique. Mais c'est la clairvoyance d'un troisième homme, le lieutenant Hermann H. Goldstine, mathématicien et responsable auprès de l'armée des nouvelles techniques de calcul, qui va donner le véritable coup d'envoi du projet.

Goldstine est persuadé que l'électronique ouvre aux calculateurs la voie de l'avenir. Il cherche dans les universités des scientifiques qui partagent sa vision, et il les trouve en Eckert et Mauchly.

Les trois jeunes génies s'engagent avec détermination en faveur du "tout électronique" : l'ENIAC utilisera 18 000 lampes à vide ! A l'époque, leur conviction est loin de faire l'unanimité; les ingénieurs préfèrent s'en tenir aux calculateurs électromécaniques.

NÉ DANS LA CLANDESTINITÉ

Le faire-part de naissance de l'ENIAC paraît le 15 février 1946. Cette date, retenue par l'histoire, est celle de l'inauguration officielle; en réalité, le calculateur fonctionnait depuis novembre 1945, dans le plus grand secret, pour le compte de l'armée. Enfant de la guerre, l'ENIAC fait donc ses premiers pas dans un monde à nouveau en paix. Il connaît pourtant d'emblée le plein-emploi. Il effectue une foule de calculs complexes liés à la mise au point de la bombe à hydrogène (bombe H), à des problèmes de balistique, à des équations de mécanique des fluides... Ainsi vécut l'ENIAC, de sa belle vie. Au soir du 2 octobre 1955, à 23 h 45 précises, il s'éteignit, après presque dix ans de bons et loyaux



La préhistoire

Avant l'apparition des calculateurs électroniques, les ingénieurs militaires utilisaient les services de "calculateurs prodiges", qui contribuèrent à des projets aussi vastes que la conception de la bombe A.



le dédain

services. Musées et universités se partagent ses oripeaux.

Que reste-t-il aujourd'hui du vénérable calculateur? Paradoxalement, ce sont ses lacunes et ses défauts qui influenceront le cours des événements. C'est en cherchant les remèdes à ses imperfections que les scientifiques donneront enfin naissance à l'ordinateur. Car l'ENIAC, qui s'inspirait largement des concepts de Babbage, ne mettait pas à profit l'une des idées essentielles du mathématicien britannique : la conception d'une unité de contrôle logique, qui aurait permis d'effectuer une véritable programmation externe de la machine (*software*). Au lieu de quoi, les programmes étaient "entrés" dans la machine au prix de complexes et interminables manipulations des 4368 commutateurs, effectuées manuellement sur un tableau de bord.

La lecture des cartes perforées ne servait qu'à introduire les données numériques du programme, et non le programme lui-même. Ces limites indiquèrent clairement que l'avenir appartenait à la programmation externe, qui impliquait l'existence d'une unité centrale de contrôle logique. D'autre part, l'ENIAC "parlait" le langage décimal, bien



Le "22 à Asnières"...

Pour "programmer" l'ENIAC, il fallait manipuler 4368 commutateurs téléphoniques! Le premier ordinateur fut conçu de façon à éviter cette énorme perte de temps.

moins efficace que le langage binaire utilisé dès l'origine par les ordinateurs. Vers 1948, le brillant mathématicien John von Neumann modifia quelque peu l'architecture de l'ENIAC afin de lui donner plus de souplesse, mais le précurseur ne put jamais véritablement se mesurer à sa descendance.

Mauchly et Eckert ont-ils manqué l'occasion d'inventer l'ordinateur? Certes, mais pas à cause de l'ENIAC! La construction du calculateur leur a permis de dissimuler aux militaires leurs travaux sur l'ordinateur. Ils étaient en effet financés par l'armée, qui réclamait d'urgence un supercalculateur pour ses tables de tir. L'armée ne se souciait guère de ce "fumeux" projet de cerveau électronique (comme on appela l'ordinateur dans les années 50) : elle ne lui trouvait pas plus de mérites qu'à un calculateur "stupide".

Mais Eckert, Mauchly et Goldstine ne s'y trompaient pas : dès 1944, avant même la mise en route de l'ENIAC, ils commencè-

rent à réfléchir à une nouvelle machine, entièrement programmable, dont l'architecture serait la plus souple possible.

LES LAISSÉS POUR COMPTE DE LA POSTÉRITÉ

Von Neumann, qui avait rencontré Goldstine par hasard, sur le quai d'une gare, le rejoignit. C'est lui qui devait rédiger le texte fondateur de l'ordinateur, *Première esquisse d'un rapport sur l'EDVAC* (1). La forte personnalité de von Neumann, son brio éclipsèrent l'intelligence plus naïve d'Eckert et de Mauchly. L'histoire, vieille dame pragmatique, a figé Eckert et Mauchly dans le rôle des concepteurs de l'ENIAC, et von Neumann, dans celui de l'inventeur de l'ordinateur. Injustice, sans doute...

Eckert et Mauchly connurent cependant leur heure de gloire quand, en 1951, ils mirent au point l'UNIVAC, un véritable ordinateur destiné au marché civil et effectivement commercialisé – le premier du genre. Les vétérans de l'informatique se souviennent sans doute des années 60, marquées par la féroce concurrence qui déchira UNIVAC et IBM. On sait que Big Blue (2) finit par l'emporter. ■

L'après-ENIAC

Après le succès de l'ENIAC, Eckert et Mauchly se lancèrent dans la conception de "vrais" ordinateurs. Ils seront les premiers à en commercialiser un, l'UNIVAC, à la fin des années 50.

(1) Electronic Discrete Variable Computer.
(2) Sumom d'IBM.