

0 Les premiers ordinateurs

Autour de la seconde guerre mondiale, il y a eu une telle explosion des dispositifs de calcul, qu'il serait arbitraire, injuste, et prétentieux de ma part, de vous parler *du* premier ordinateur.

Ajoutez à cela que l'histoire de l'informatique sur la période se complique d'au moins trois facteurs de biais. L'un d'eux est la vision des vainqueurs. La position de super-puissance des États-Unis après la guerre était tellement évidente que l'ordinateur devait y avoir été inventé : il ne pouvait pas en être autrement.

Un autre facteur de biais est le secret militaire imposé sur toutes les opérations de déchiffrement, en particulier en Angleterre.

Le dernier facteur de biais est la propagande commerciale. L'histoire de l'informatique du point de vue d'IBM est relativement simple. La compagnie qui était leader du marché du calcul avant la guerre, a su faire à temps les bons choix technologiques, et inventer l'ordinateur : ce qu'il fallait démontrer.

Évidemment, ce n'est pas si simple. Déjà, je ne sais pas comment définir exactement ce qu'on peut appeler « ordinateur » sur cette période-là. Je serais donc bien en peine de vous dire lequel a été le premier. Alors j'en ai choisi arbitrairement quatre, qui me paraissent les plus représentatifs.

1 Quatre « premiers » ordinateurs

Vous voyez dans ce tableau les quatre machines que j'ai choisies. La date qui figure dans la dernière colonne, est celle où la première démonstration eu lieu devant témoin. La conception et les premiers essais datent parfois de plusieurs années auparavant.

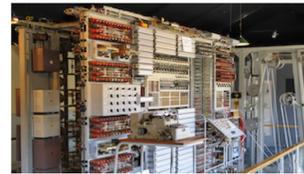
La troisième colonne contient le lieu. Comme vous le voyez, deux sont américains, un allemand, l'autre anglais : Bletchley Park est le centre, au Nord-Ouest de Londres, où étaient regroupées les opérations de déchiffrement pendant la guerre.

Dans la deuxième colonne j'ai mis l'inventeur, ou développeur principal. C'est injuste : la construction de ces machines a été un travail gigantesque qui ne pouvait pas être l'œuvre d'un seul homme. Des quantités d'innovations technologiques autant que théoriques ont été nécessaires, et d'autres noms devraient apparaître ici.

histoires d'informatique

Les premiers ordinateurs

comment et pourquoi ?



hist-math.fr

Bernard YCART

Quatre « premiers » ordinateurs

de 1941 à 1946

	Qui	Où	Quand
Z3	Zuse	Berlin	mai 41
MARK I	Aiken	Harvard	février 44
Colossus II	Flowers	Bletchley Park	juin 44
ENIAC	Mauchly-Eckert	Philadelphie	février 46

2 Konrad Zuse (1910–1995)

Mais c'est comme ça. Le premier, Konrad Zuse, est un ingénieur allemand. Tant du point de vue des vainqueurs, que du point de vue commercial, il avait peu de chances de rester dans l'histoire. Pourtant, c'est bien lui qui a mis en route en 1941 le premier ordinateur basé sur une logique binaire. C'est lui encore qui a inventé le premier langage de programmation. C'est lui toujours qui a su faire d'une invention plutôt théorique au départ, une réalisation commercialement viable.

Ses trois premiers modèles, du Z1 au Z3, ont disparu sous les bombardements pendant la guerre. Il a réussi à sauver son Z4 en 1945, dans des conditions assez rocambolesques.

Konrad Zuse (1910–1995)

Z1,2,3,4, S1, S2,...

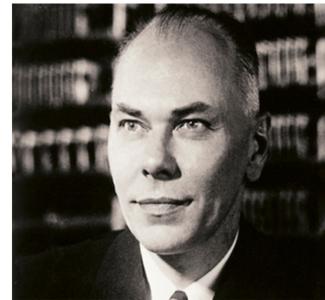


3 Howard H. Aiken (1900–1973)

Le second est un américain. Il aurait sans doute préféré qu'on le présente comme officier de la Navy plutôt que comme ingénieur. Il a réalisé la première machine de calcul généraliste, qui a effectivement fonctionné pendant la dernière année de la guerre, et a réalisé quelques dizaines de calculs stratégiques pour la Navy.

Howard H. Aiken (1900–1973)

MARK I, II, III, IV, ...



4 Thomas H. Flowers (1905–1998)

Tommy Flowers est un ingénieur des télécommunications britannique, passé en 1941 à Bletchley Park pour répondre à l'époque aux demandes de Turing à propos d'Enigma. Il s'est trouvé ensuite impliqué dans le décodage de l'autre machine allemande, plus compliquée qu'Enigma, que les anglais appelaient Tunny. C'est pour le décodage de Tunny qu'il a construit les versions successives de Colossus.

Thomas H. Flowers (1905–1998)

Heath Robinson, Colossus I, II,...



5 J. W. Mauchly (1907–1980) J. P. Eckert (1919–1995)

Mauchly et Eckert étaient américains. Mauchly était un physicien et Eckert un ingénieur en électricité. Les deux se sont rencontrés à l'été 1941 dans un cours d'« électronique en temps de guerre ». Leur partenariat, Mauchly à la conception, Eckert à la réalisation, a été tellement fructueux qu'ils ont fondé leur propre compagnie, « Eckert-Mauchly Computer Corporation ».

Avant même que leur première machine, ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), ne fonctionne, ils travaillaient déjà sur la suivante, EDVAC.

J. W. Mauchly (1907–1980) J. P. Eckert (1919–1995)

ENIAC, EDVAC, ...

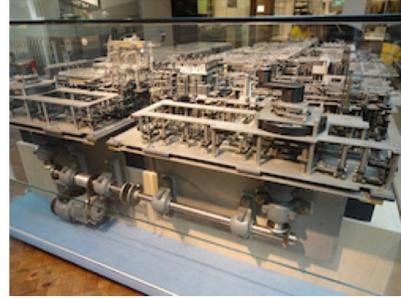


6 Z1

Le Z1 de Zuse a été reconstitué, d'après ses propres indications. Il l'avait construit dans le salon de ses parents avant la guerre. Il y est resté jusqu'en septembre 1940. Ce n'est qu'après, qu'il a pu avoir un atelier où il a présenté le Z3 en mai 41.

Z1

Konrad Zuse (1910–1995)



7 MARK I

Le MARK I d'Aiken a été construit en partie par IBM, puis transféré à Harvard. Aiken s'est opposé à IBM dont il acceptait mal la tutelle et les objectifs commerciaux. Il s'est aussi opposé à l'université d'Harvard dont les administrateurs ne croyaient pas à ses travaux, et dont il n'avait pas la reconnaissance académique. Pour tout dire, il n'y a pas grand-monde à qui Aiken ne se soit pas opposé.

MARK I

Howard H. Aiken (1900–1973)



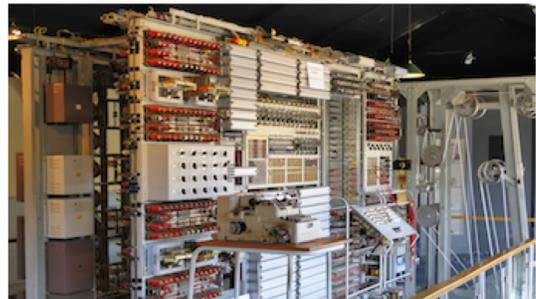
8 Colossus II

Le Colossus, seconde version a été reconstitué au musée de Bletchley Park. C'était en théorie une machine binaire généraliste. En pratique, elle avait été conçue et optimisée pour résoudre des problèmes concrets d'arithmétique modulo 2 et de statistique, posés par le décryptage de Tunny.

Plus de 10 exemplaires de Colossus ont été construits pendant la guerre, dans le plus grand secret.

Colossus II

Thomas H. Flowers (1905–1998)



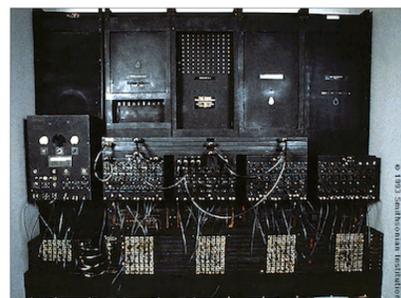
9 ENIAC

L'ENIAC de Mauchly et Eckert ressemble aux trois autres vu de loin. En fait oui, ces machines se ressemblaient toutes. Des kilomètres de fil électrique, des centaines de milliers de composants. Plusieurs mètres cubes et plusieurs tonnes d'un engin bruyant et capricieux.

Qu'est-ce qui pouvait bien les différencier ?

ENIAC

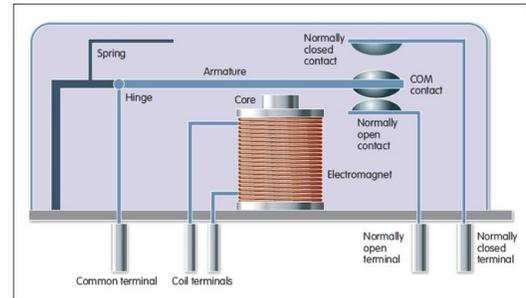
John W. Mauchly (1907–1980) J. Presper Eckert (1919–1995)



10 Relai électro-mécanique

Il y a avant tout la base logique. À l'époque deux composants binaires étaient disponibles. Le plus ancien était le relai électromécanique. Voyez le schéma. Un électro-aimant pouvait attirer ou non, une lame de fer qui faisait ou non, un autre contact.

Relai électro-mécanique



11 Tubes à vide

Et puis il y avait les tubes à vide. Plus fragiles, moins fiables, plus délicats à manipuler. Ils avaient l'énorme avantage de n'avoir pas de partie mobile. Or, qui dit partie mobile dit perte de temps. Les machines équipées de tubes à vide étaient forcément plus rapides que les machines électromécaniques.

La miniaturisation ne viendra qu'avec l'invention du transistor, et surtout avec la possibilité d'imprimer des millions de transistors sur quelques centimètres carrés de silicium. En attendant, quels étaient les choix à l'époque ?

Tubes à vide



12 Technologies

Zuse avait fait le choix des relais électro-mécaniques. Une technologie qu'il connaissait bien, et qui surtout était accessible pour lui.

Aiken avait fait le même choix. Pas pour une question de moyens dans son cas, mais pour une question de fiabilité. La durée de vie des tubes à vide était relativement courte. Or une seule machine pouvait avoir besoin de vingt mille portes binaires. Sur autant de tubes, il était quasiment certain qu'un d'entre eux claquerait dans la première minute d'utilisation. Pourtant les Anglais, ainsi que Mauchly et Eckert, avaient fait le choix des tubes à vide.

Le choix de l'arithmétique dépendait de l'objectif. Il y avait ceux qui visaient avant tout l'analyse numérique : calculer des tables de balistique, résoudre des équations aux dérivées partielles. C'était l'objectif des Américains, qui étaient donc en arithmétique décimale.

Zuse lui, avait bien compris que l'arithmétique binaire incluait aussi le calcul des propositions. Quant aux Anglais, leur problème précis était intrinsèquement binaire. La machine allemande de cryptage fonctionnait en partie avec des additions en base deux. C'est sur des statistiques de fréquences binaires que Colossus devait être efficace.

Technologies
de 1941 à 1946

	Qui	Avec	Comment	pourquoi
Z3	Zuse	REM	binaire	calculs
MARK I	Aiken	REM	décimal	calculs
Colossus II	Flowers	TAV	binaire	décodage
ENIAC	Mauchly-Eckert	TAV	décimal	calculs

13 Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)

Il est intéressant de suivre les héritages historiques. De quels grands ancêtres ces pionniers se réclamaient-ils? Étaient-ils les petits-enfants de Leibniz, ou les enfants de Babbage?

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)



14 obtaining Leibniz's works

Voici le témoignage d'un collaborateur de Zuse.

« Ma contribution au travail de Zuse se limitait à des visites, des discussions, des tentatives pour contribuer à quelques points, et aussi à obtenir les travaux de Leibniz, dans lesquels le philosophe décrivait et examinait le système binaire. »

Et oui, Zuse consultait les manuscrits de Leibniz, écrits environ deux cent cinquante ans auparavant! Voici son témoignage.

obtaining Leibniz's works

Témoignage de Walter Bullmann

My contribution to Zuse's work was limited to visits, discussions, and attempts to contribute a few points, as well as [obtaining Leibniz's works](#), in which the philosopher described and examined the binary system.

15 general dyadics (1937)

« J'avais résumé mes pensées dans un petit article. Comme Leibniz utilisait l'expression dyadique pour le système des nombres binaires; j'appelais « dyadique générale » ma combinatoire conditionnelle. Dans une lettre à mon ancien professeur de mathématiques, je mentionnai fièrement mes idées. La réponse arriva, comme de juste : « ce système formel est connu depuis longtemps sous le nom de logique des propositions ». Ce fut une surprise pour moi. »

general dyadics (1937)

Zuse, The computer, my life

I summarized my thoughts in a brief work. Since [Leibniz used the expression dyadic for the binary number system](#), I called my conditional combinatorics study general dyadics. In a letter to my former mathematics teacher, I proudly mentioned my thoughts. The reply read, as it should : "This formal system has long been known under the name propositional calculus". [This came as a surprise to me.](#)

16 Charles Babbage (1791–1871)

Eh oui, Zuse n'avait jamais entendu parler de Boole. Il n'avait jamais non plus entendu parler de Babbage : il a découvert l'existence de la machine analytique après la guerre, par le rapport du bureau des brevets américain sur sa demande.

Charles Babbage (1791–1871)



17 La filiation

Un qui s'est réclamé de Babbage de façon appuyée, c'est Aiken. Le voici en compagnie de Grace Hopper devant un fragment de la machine de Babbage. Ce fragment avait été reconstitué par le fils de Babbage à la fin du dix-neuvième siècle.

Face aux journalistes, Aiken tenait à être celui qui avait réalisé le rêve de Babbage. Il avait contacté l'arrière-petit-fils de Babbage, qui lui avait cédé des souvenirs de famille; parce qu'il était tout fier d'être mis en vedette par un grand inventeur américain.

En 1946, Aiken donne l'ordre à Grace Hopper d'écrire un manuel pour sa machine. Le manuel paraît avec une « introduction historique ». La toute première image est celle du fragment de la machine de Babbage qui est sur cette photo. En exergue, au début de l'introduction historique, vient cet extrait des mémoires de Babbage.

La filiation

Howard Aiken, Grace Hopper et une relique



18 Historical Introduction

« Si malgré mon exemple, quelqu'un entreprenait la construction d'une machine et la réussissait, je ne craindrais pas de laisser ma réputation à sa charge, car lui seul serait pleinement capable d'apprécier la nature de mes efforts et la valeur de leurs résultats. »

Clairement, cet homme qui a réussi là où Babbage avait échoué, c'est Aiken.

La propagande est tellement bien faite qu'un pionnier anglais du calcul automatique, Comrie, écrit ceci dans la revue *Nature*.

Historical Introduction

A manual of operation for the Automatic Sequence Controlled Calculator (1946)

If, unwarned by my example, any man shall undertake and shall succeed in really constructing an engine [...] I have no fear of leaving my reputation in his charge, for he alone will be fully able to appreciate the nature of my efforts and the value of their results.

Charles Babbage, Passages from the life of a philosopher (1864)

19 Babbage's dream come true

« La machine décrite ici, « The Automatic Sequence Controlled Calculator », est une réalisation du projet de Babbage dans son principe, bien que la forme physique bénéficie de l'ingénierie et de la production de masse du vingtième siècle. »

Babbage's dream come true

L. J. Comrie, *Nature* (1946)

The machine now described, "The automatic Sequence Controlled Calculator," is a realization of Babbage's project in principle, although its physical form has the benefit of twentieth century engineering and mass-production methods.

20 La vision de Zuse

Je ne suis pas capable de vous raconter dans le détail, la genèse des quatre machines que j'ai prises pour exemple. Je vais juste vous donner quelques idées de la démarche de Konrad Zuse, qui après tout est bien le premier. Ce qui suit est extrait de ses propres mémoires.

Pendant les trois ou quatre premières années, Zuse avait non seulement occupé le salon de ses parents, mais aussi mobilisé leur temps, leurs économies, et celles de ses amis. Tout ce qu'il avait à donner en échange, c'était sa vision. Voici ce dont se souvient le même témoin que tout à l'heure.

21 able to play chess

« Zuse expliquait que les calculs n'étaient qu'un cas particulier des opérations logiques, et que sa machine devrait aussi être capable de jouer aux échecs. D'autres applications, comme la prévision du temps, nous sont venues à l'idée, alors que le Z1 ne fonctionnait qu'avec un processeur et une mémoire mécanique, fabriqués avec des bandes de métal empilées avec des cylindres d'acier, recevant les commandes de films de celluloïd qui étaient perforés à la main, trou après trou. »

Effectivement, le contraste entre le bricolage d'amateur et la vision d'avenir de Zuse devait être saisissant. Mais qu'est-ce que c'était que cette histoire de celluloïd ? Imaginez les anciennes pellicules de photo.

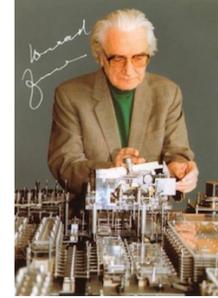
L'idée de commander un système avec des bandes de papier ou de carton, était l'idée originelle des métiers à tisser la soie depuis le dix-huitième siècle. Elle avait été reprise par Babbage, et apparaît sous des formes diverses dans tous les premiers ordinateurs. La compagnie IBM commercialisait depuis longtemps des machines à perforer et lire des cartes. Même si Zuse les avait connues, il n'aurait pas pu en acheter. L'idée des films de celluloïd, venait d'un de ses amis Helmut Schreyer.

22 Helmut Theodor Schreyer (1912–1984)

Voici Zuse, Schreyer, et un autre ami en train de discuter des plans de machines. Zuse raconte ce qui suit.

La vision de Zuse

Konrad Zuse et la reconstitution du Z1



able to play chess

Témoignage de Walter Bullmann

Zuse explained that **calculations are only a special case of logical operations**, and that his machine must also be able to play chess. Other applications such as weather forecasting occurred to us when the Z1 still operated with a mechanical calculating unit and memory, built from **metal strips** stacked at right angles with **steel cylinders** in between, and receiving its commands from **celluloid film strips that were hand-punched, hole by hole**.

Helmut Theodor Schreyer (1912–1984)

Zuse, Schreyer et un ami



23 Helmut Schreyer's wild idea

« J'invitai Schreyer, il vint, regarda mon étrange fabrication métallique et dit spontanément : « il faut que tu fasses ça avec des tubes à vide ». Très honnêtement, je considérai cela comme une de ses idées farfelues. Les tubes à vide étaient utilisés dans les radios. Mais après tout pourquoi pas ? L'idée soi-disant farfelue d'Helmut Schreyer se révéla être une des plus fertiles de l'histoire des ordinateurs. »

Mais Zuse n'en avait pas les moyens.

Le salon des parents et les économies des copains, c'était bien au début. Il allait falloir passer à la vitesse supérieure, c'est-à-dire obtenir des financements de gens sérieux. L'un de ces gens sérieux était Pannke. Il dirigeait une compagnie qui vendait des machines à calculer. Voici comment, dans les souvenirs de Zuse, s'est déroulée la première conversation téléphonique avec Pannke.

24 conversation téléphonique avec Pannke (1937)

« Quelqu'un m'a dit que vous avez inventé une machine à calculer. Écoutez, je ne veux pas vous décourager de continuer à travailler comme inventeur et développer de nouvelles idées, mais je dois vous dire clairement une chose : dans le domaine des machines à calculer, il n'y a pratiquement plus rien à inventer. Est-ce que votre machine fonctionne par addition successive ou par un multiplicateur ? »

Du point de vue de Pannke, il n'y avait que ces deux possibilités, les mêmes depuis Leibniz : pour multiplier deux nombres, soit on ajoutait le premier à lui-même autant de fois que nécessaire, soit on créait un système qui intégrait les tables de multiplication. Évidemment quand Zuse a répondu qu'en arithmétique binaire c'était la même chose, ça a jeté un froid. Pannke a quand même fini par subventionner la machine de Zuse.

Voici ce que Zuse écrit dans son journal le 6 juin 1937. Ce sont des notes non rédigées.

Helmut Schreyer's wild idea

Zuse, *The computer, my life*

I invited Schreyer, he came, looked at my strange metal contraption and said spontaneously, "you'll have to make this with vacuum tubes". Quite honestly I considered this to be one of his wild ideas. Vacuum tubes were used in radios— but in computing machines? One the other hand, why not? Helmut Schreier's supposedly wild idea proved to be one of the most fruitful ideas in all the history of computers.

conversation téléphonique avec Pannke (1937)

Zuse, *The computer, my life*

Someone informed me, that you have invented a computing machine. Now, I don't want to discourage you from continuing to work as an inventor and from developing new ideas, but I must go ahead and tell you one thing : in the field of computing machines, practically everything has been researched and perfected to the last detail. There's hardly anything left to invent. [...] Does your machine work according to the principle of repeated addition, or according to the principle of the multiplier?

25 Journal (6 juin 1937)

« Depuis un an maintenant, je réfléchis au concept d'un cerveau mécanique.

Premières idées ; en relation avec la machine à calculer. Production d'un plan selon les instructions. Cerveau mathématique ; différentiation. Cerveau de langage. Traduction, écriture, etc. Premières idées productives sur les détails : avril 1937. Découverte des chaînes conditionnelles. Solution de toutes les opérations par des chaînes conditionnelles. »

Les chaînes conditionnelles de Zuse, c'était la logique booléenne. Il avait donc dès 1937, compris en gros qu'une machine qui implémenterait la logique des propositions pourrait non seulement effectuer du calcul numérique, mais aussi toutes les autres opérations attendues d'un cerveau mécanique.

À la fin de la guerre, dans une Allemagne dont toutes les infrastructures sont en ruine, Zuse réussit à sauver son Z4, sa famille et quelques collaborateurs, pour se réfugier dans les Alpes. Comme il n'y a rien ni à fabriquer ni à calculer, il réfléchit au fonctionnement de sa machine.

Et ça donne le premier langage de programmation de l'histoire. Il l'appelle « Plankalkül », pour plan de calcul. Il faut comprendre le mot calcul dans un sens beaucoup plus général que numérique : il s'agit d'un plan pour faire passer des instructions quelconques à une machine. Voici ce qu'il en dit.

26 Plankalkül (1945)

« Aujourd'hui il est difficile de déterminer dans quelle mesure les idées du *Plankalkül* ont été adoptées, et dans quelle mesure, ce qui est plus vraisemblable, plusieurs chercheurs sont arrivés simultanément aux mêmes résultats. »

Puis, parlant des autres langages de programmation :

« Les programmes, tels que ceux pour les échecs, peuvent être formulés, soit pas du tout, soit de manière très maladroitement par ces langages. Le *Plankalkül* serait beaucoup plus approprié. Je crois aussi que le travail dans les domaines de l'intelligence artificielle, et de la résolution des problèmes généraux, serait beaucoup plus efficace si on utilisait les potentialités du *Plankalkül*. »

Voici pour vous convaincre que Zuse était capable de penser vraiment loin.

27 the philosophers stone

« Le design de la cellule initiale du super-cerveau artificiel me semble être le but suprême, presque la pierre philosophale. Une fois mis au monde, il s'améliorerait lui-même continuellement, en apprenant, et se nourrirait de la connaissance accumulée de son temps. La solution de tous les autres problèmes difficiles pourrait alors être laissée à cet instrument, pourvu qu'on en garde le contrôle. »

Journal (6 juin 1937)

Zuse, *The computer, my life*

For about a year now I have been considering the concept of a mechanical brain.

First ideas; in connection with the computing machine. Production of computing plans according to instructions. Mathematical brain; differentiation. Language brain. Translation, writing, etc. First productive ideas on the details: April 37. Discovery of the conditional chains. Solution of all operations using conditional chains.

Plankalkül (1945)

Konrad Zuse (1910-1995)

Today, it is difficult to determine to what extent the ideas of the *Plankalkül* were adopted, and to what extent – which is more likely – several researchers simultaneously arrived at the same fundamental results. [...] Programs, such as those for chess, can be formulated either not at all, or only very clumsily with these languages. Here indeed the *Plankalkül* would be far more suitable. I also believe that work in the areas of artificial intelligence and general problem solving should be far more successful if they used the facilities that lie in the *Plankalkül*.

the philosophers stone

Zuse, *The computer, my life*

The design of the germ cell of the artificial superbrain appears to me the highest attainable goal, almost the "philosophers stone." Once brought into the world, it would improve itself continuously through learning and could be fed the accumulated knowledge of time. The solution of all other difficult problems could then be left to this instrument – given that one still had it well in hand.

28 Faire-part de naissance (1961)

Dans le monde foisonnant et concurrentiel de l'informatique naissante, Zuse n'a peut-être pas eu la reconnaissance qu'il aurait méritée. Mais ses mémoires montrent à chaque page à quel point il a été heureux de consacrer sa vie à l'ordinateur.

Et puis il a tout de même eu cinq enfants. Ceci est le faire-part de naissance du cinquième.

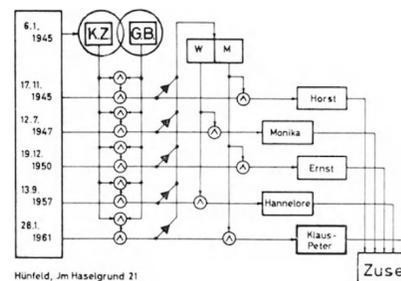
29 références

Pour le premier ordinateur, je n'ai pas été capable de vous donner ni la date de naissance, ni le nom des parents.

Mais le cinquième enfant de Konrad et Gisela Zuse s'appelait Klaus-Peter, né le 28 janvier 1961. Je trouve ça plutôt rassurant : pas vous ?

Faire-part de naissance (1961)

Konrad Zuse (1910-1995)



références

- B. J. Copeland ed. (2006) *Colossus; the secrets of Bletchley Park's codebreaking computers*, New York : Morton
- W. K. Giloi (1997) Konrad Zuse's Plankalkül : the first high-level, "non von Neumann" programming language, *IEEE Annals of the History of Computing*, 19(2), 17-24
- N. Metropolis et al. eds. (1985) *A history of computing in the twentieth century*, London : Academic Press
- R. Rojas (1997) Konrad Zuse's legacy : the architecture of the Z1 and Z3, *IEEE Annals of the History of Computing*, 19(2), 5-16
- K. Zuse (1993) *The computer - My life*, Springer-Verlag : Berlin