

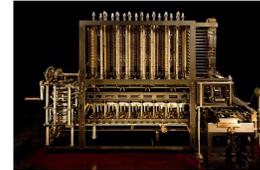
## 0 La machine analytique

Pourquoi donc l'invention de l'ordinateur serait-elle un triste souvenir ? Oui, je vois à quoi vous pensez, mais non, ce n'est pas à cause du nombre de mails que vous recevez chaque jour.

histoires d'informatique

### La machine analytique

*un triste souvenir*



hist-math.fr

Bernard YCART

## 1 John Fletcher Moulton (1844–1921)

C'est cet homme qui parle de triste souvenir : Lord Moulton. Pendant la première guerre mondiale, il sera chargé de l'approvisionnement de l'armée britannique en explosifs, rien que ça ! Juste avant, en juillet 1914, il donne l'exposé inaugural à la conférence organisée pour fêter le tricentenaire de l'invention des logarithmes.

Et il raconte une anecdote personnelle :

John Fletcher Moulton (1844–1921)

Lord Moulton 1914



## 2 one of the sad memories of my life

« Un des tristes souvenirs de ma vie est une visite au célèbre mathématicien et inventeur, M. Babbage. »

Il raconte qu'ils étaient entrés dans une première pièce, contenant des morceaux de la première machine aux différences. À sa question sur ce qu'elle était devenue, Babbage avait répondu :

« Je ne l'ai pas finie, parce que pendant que j'y travaillais, l'idée m'est venue de la machine analytique. »

Dans une autre pièce, Babbage explique le fonctionnement de la machine analytique, Moulton demande à la voir.

« Je ne l'ai jamais terminée, parce que j'ai trouvé un moyen de faire la même chose différemment et beaucoup plus efficacement. »

Arrivés dans une troisième pièce, pleine de morceaux de mécanisme éparpillés, mais sans rien de complet, Moulton évoque le sujet avec précaution, et obtient la réponse qu'il craignait :

« Elle n'est pas encore construite, mais j'y travaille, et cela prendra moins de temps de la construire en entier que de compléter la machine analytique à partir de l'état où je l'avais laissée. »

Et Moulton de conclure : « Je pris congé du vieil homme le cœur lourd. »

one of the sad memories of my life

Lord Moulton, Napier Tercentenary (24 juillet 1915)

One of the sad memories of my life is a visit to the celebrated mathematician and inventor, Mr. Babbage.

[...]

"I have not finished it because in working at it I came on the idea of my Analytical Machine..."

[...]

"I have never completed it, because I hit upon an idea of doing the same thing by a different and far more effective method..."

[...]

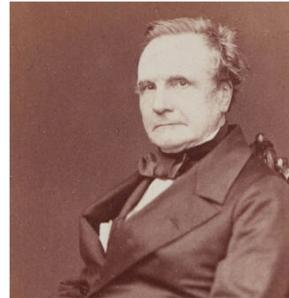
"It is not constructed yet, but I am working at it, and it will take less time to construct it altogether than it would have taken to complete the Analytical Machine from the stage in which I left it."

I took leave of the old man with a heavy heart.

### 3 Charles Babbage (1791-1871)

Le vieil homme, c'est lui, Charles Babbage. Lors de la visite de Moulton, il devait avoir dépassé les soixante-dix ans. Que s'était-il donc passé pour qu'il n'ait que des morceaux épars à montrer à un jeune admirateur ?

Charles Babbage (1791-1871)



### 4 Passages from the life of a philosopher

Babbage a écrit ses mémoires : « Passages from the life of a philosopher ». Il faut prendre « philosophe » au sens ancien de savant. Vous constatez que le titre qu'il met en avant est une décoration italienne.

Babbage explique entre autres dans ses mémoires la genèse de ce qui aura été le projet de sa vie.

Passages from the life of a philosopher

Charles Babbage (1791-1871)

PASSAGES

FROM

THE LIFE OF A PHILOSOPHER.

BY

CHARLES BABPAGE, ESQ., M.A.,

F.R.S., F.R.S.E., F.R.A.S., F. STAT. S., HON. M.R.I.A., M.C.P.S.,

COMMANDER OF THE ITALIAN ORDER OF ST. MAURICE AND ST. LAZARUS,

ESQ. INF. (ACAD. MORAL.) PARIS CORN., ACAD. AMER. ART. ET SC. DORTON, REG. GOON. BOSTON,

PHYS. HON. NAT. GENRY, ACAD. REG. MONAC. HAFR. MARILL. ET DIVION, SOCIET.

ACAD. INF. ET REG. PETERSB., HAFR. BRIT. PARL., GERM. PLESEN, LYONNE HON. INT. FELLOWSHIP.

PAMA SOC CORN., ETC.

### 5 in 1812 or 1813

« Un soir, j'étais assis dans les locaux de la Société analytique à Cambridge, la tête penchée sur la table en train de rêvasser, avec une table de logarithmes ouverte devant moi. Un autre membre entre dans la pièce et me voyant à moitié endormi, « Eh bien Babbage, à quoi tu rêves ? ». « Je suis en train de penser que ces tables pourraient être calculées par une machine ». Ça s'est produit en 1812 ou 1813. »

Il semble donc que l'idée de construire des tables numériques avec une machine lui était venue alors qu'il était encore étudiant. Il n'était pas le premier à avoir cette idée toute simple, d'automatiser la méthode des différences de Newton.

in 1812 or 1813

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

One evening I was sitting in the rooms of the Analytical Society, at Cambridge, my head leaning forward on the Table in a kind of dreamy mood, with a Table of logarithms lying open before me. Another member, coming into the room, and seeing me half asleep, called out, "Well, Baggage, what are you dreaming about ?" to which I replied, "I am thinking that these Tables (pointing to the logarithms) might be calculated by machinery."

[...] The event must have happened either in 1812 or 1813.

### 6 The method of differences

« La méthode des différences fournit un principe général par lequel toutes les tables peuvent être calculées sur des intervalles donnés, par un processus uniforme. Elle ne demande que le mécanisme de l'addition. Cependant, pour garantir l'exactitude, il était nécessaire que la machine qui calculerait les tables, en compose aussi les planches d'impression, ou fournisse un moule à partir duquel on pourrait fondre des pages stéréotypées. »

Babbage exprime ici une idée qui courait déjà du temps où Napier inventait les logarithmes : quand un humain calcule, cela prend trop de temps et il se trompe. Si on veut accélérer le processus et éviter les erreurs, il faut automatiser les calculs le plus possible. Jusqu'à l'impression automatique des tables, dit Babbage.

The method of differences

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

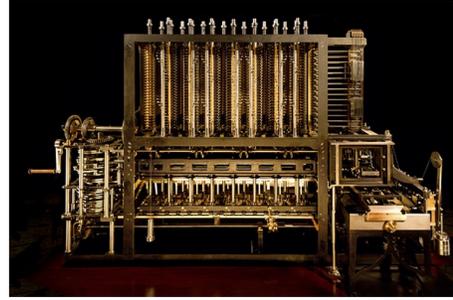
The method of differences supplied a general principle by which all Tables might be computed through limited intervals, by one uniform process. Again, the method of differences required the use of mechanism for Addition only. In order, however, to insure accuracy in the printed Tables, it was necessary that the machine which computed Tables should also set them up in type, or else supply a mould in which stereotype plates of those Tables could be cast.

## 7 The difference engine (1921–1933)

Il semble qu'il ait mis assez peu de temps pour construire un prototype, qui n'avait pas une précision suffisante, mais qui donnait une idée du principe. Ce que vous voyez là est une reconstitution moderne de la machine aux différences, mais sans le mécanisme d'impression.

### The difference engine (1821–1833)

Charles Babbage (1791-1871)



## 8 Henry Babbage (1824–1918)

Sur le passage de la machine aux différences à la machine analytique, Babbage dans ses mémoires n'est pas très explicite. Son plus jeune fils, Henry a édité une partie de ses notes en 1889. Voici ce qu'il a reconstitué.

### Henry Babbage (1824–1918)

Babbage's youngest son



## 9 The analytical engine (1834)

« Ceci conduisit bientôt à contrôler la machine par des moyens entièrement indépendants, pour lui faire exécuter non seulement des additions, mais tous les processus de l'arithmétique dans un ordre quelconque, et autant de fois qu'il serait requis.

Le travail sur la machine aux différences s'arrêta le 10 avril 1833, et le premier dessin de la machine analytique est daté de septembre 1834. »

Comment s'y est-il pris ? C'est à nouveau Charles Babbage qui raconte.

### The analytical engine (1834)

Henry Babbage (1889)

But this soon led to the idea of controlling the machine by entirely independent means, and making it perform **not only Addition, but all the processes of arithmetic at will in any order and as many times as might be required.** Work on the Difference Engine was stopped on 10th April, 1833, and **the first drawing of the Analytical Engine is dated in September, 1834.**

## 10 The Mechanical Notation

« Les relations compliquées qui apparaissent entre les différentes parties de la machine étaient impossibles à concevoir, même avec la mémoire la plus tenace. Je surmontai cette difficulté en améliorant et étendant un langage de signes, la « notation mécanique ». À l'aide de cette notation mécanique, la machine analytique devint une réalité car on pouvait la faire marcher. »

Quand Babbage parle de « faire marcher », il s'agit d'une expérience de pensée : il était très loin d'une vraie construction. Il n'empêche, il est assez troublant de constater, que confrontés à la même difficulté, Leibniz et Babbage avaient eu la même réaction : fabriquer un langage symbolique pour décrire des interactions mécaniques quand elles deviennent trop complexes.

Le second outil que Babbage utilise est le principe des métiers à tisser de Jacquard.

## 11 The Jacquard loom

« Ceux qui sont familiers des principes du métier de Jacquard, et qui sont aussi familiers des formules analytiques, auront sans trop de difficulté une idée générale des moyens par lesquels la machine exécute ses opérations. »

Qu'est ce que c'est que cette histoire du métier de Jacquard ?

## 12 Métier à tisser de Bouchon (1725)

Babbage veut parler du principe des cartes perforées, dont il a toujours été persuadé qu'elles ont été inventées par Jacquard. En fait, comme d'habitude, le métier de Jacquard n'a pas été inventé par Jacquard ; c'est la loi de Stigler : aucune invention ne porte le nom de son inventeur. Euh, ce n'est pas Stigler qui l'a dit, bien sûr !

L'invention des cartes perforées est due à Basile Bouchon en 1725. Le métier à tisser a été perfectionné au dix-huitième siècle par Falcon, puis Vaucanson, pour finir baptisé au début du dix-neuvième du nom de Jacquard. Mais peu importe, ce que Babbage avait bien compris, c'est le principe des cartes perforées pour transmettre des instructions.

### The Mechanical Notation

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

The complicated relations which then arose amongst the various parts of the machinery would have baffled the most tenacious memory. I overcame that difficulty by improving and extending a language of signs, the Mechanical Notation. [...] By the aid of the Mechanical Notation, the Analytical Engine became a reality : for it became susceptible of demonstration.

### The Jacquard loom

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

To those who are acquainted with the principles of the Jacquard loom, and who are also familiar with analytical formulæ, a general idea of the means by which the Engine executes its operations may be obtained without much difficulty.

### Métier à tisser de Bouchon (1725)

Basile Bouchon

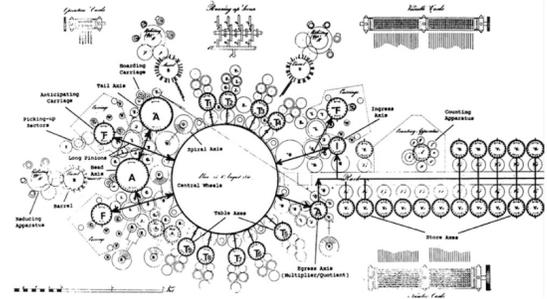




## 17 Plan général

Notation mécanique ou pas, le plan d'ensemble était tout de même assez compliqué, et sans les explications de Babbage, il n'aurait pas été facile de s'y retrouver. Il y a encore des groupes de passionnés qui projettent, à partir des plans, de faire une reconstruction comme pour la machine aux différences.

Plan général  
Babbage 1840

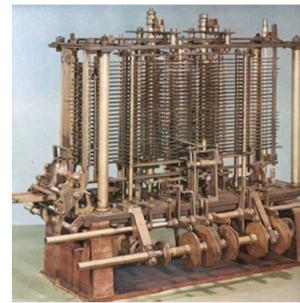


## 18 reconstitution partielle

Le fils de Babbage, Henry, avait fait faire selon les plans de son père, une reconstitution partielle, que voici. Bien que les plans aient été vérifiés, il n'est toujours pas clair que la machine analytique aurait pu un jour fonctionner.

Ce n'est pas forcément le plus important. Ce qui apparaît clairement dans les mémoires de Babbage, c'est sa capacité d'anticipation : à quel point il avait compris l'architecture de ce que serait un ordinateur, et son fonctionnement. Voici comment il décrit l'architecture.

reconstitution partielle  
Henry Babbage



## 19 store and mill

« La machine analytique est constituée de deux parties.

Première partie. Le « magasin » dans lequel sont placées toutes les variables à traiter, aussi bien que les résultats des calculs. Pour nous, c'est la « mémoire ».

Deuxième partie. Le « moulin » dans lequel on envoie toutes les quantités pour faire les opérations. On dirait le « processeur ». »

store and mill

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

The Analytical Engine consists of two parts :

- 1st. The store in which all the variables to be operated upon, as well as all those quantities which have arisen from the result of other operations, are placed.
- 2nd. The mill into which the quantities about to be operated upon are always brought.

## 20 two sets of cards

« Il y a donc deux ensembles de cartes. Le premier pour diriger la nature des opérations à effectuer, on les appelle les « cartes d'opérations ». » Pour nous ce sont les instructions. L'autre ensemble dit-il, contient les variables particulières sur lesquelles il faut agir. Ce sont les « cartes de variables ». On parlerait de variables tout court.

two sets of cards

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

There are therefore two sets of cards, the first to direct the nature of the operations to be performed – these are called operation cards; the other to direct the particular variables on which those cards are required to operate – these latter are called variable cards.

## 21 a machine of the most general nature

« La machine analytique est donc d'une nature tout à fait générale. Quelle que soit la formule à développer, la loi de son développement doit être communiquée par un ensemble de cartes (pour nous : l'algorithme). Quand ces cartes ont été placées, la machine est particulière à ce développement. »

Il avait même pensé à la détection des bugs :

## 22 détection des bugs

« Si la machine se rend compte qu'on lui a donné un logarithme faux, une cloche retentira, et la machine s'arrêtera. En examinant la machine, on verra écrit : « mauvaise valeur tabulaire ».

Ou bien : la machine rejettera continuellement une mauvaise carte en faisant retentir une cloche et en s'arrêtant jusqu'à ce qu'on lui ait fourni la nourriture intellectuelle précise qu'elle demande. »

Je ne sais pas ce que vous en pensez, mais moi, nourriture intellectuelle ou pas, que la machine fasse sonner sa cloche à chaque bug, ça m'aurait vite énervé.

Sur l'aspect programmation, Babbage montre tout aussi clairement qu'il avait parfaitement compris ce qu'allait être un algorithme. Dans ses mémoires, il donne l'exemple du calcul des racines réelles d'une équation. Bien sûr, il n'écrit pas comme nous, mais l'enchaînement des idées est bien là.

## 23 algorithme

« Commencer par déterminer le nombre de racines par le théorème de Sturm appliqué aux coefficients ». Soit dit en passant, le théorème de Sturm date de 1829, soit à peine douze ans avant la date où Babbage dit avoir écrit cela pour la première fois. L'algorithme de Sturm comporte une première boucle sur les coefficients.

« Trouver un nombre plus grand que la plus grande des racines ». Là encore, il faut faire une boucle.

« Remplacer les puissances de dix dans l'équation, en diminuant la puissance à chaque pas ». Là, Babbage écrit clairement la boucle « répéter ... jusqu'à ».

La suite est du même genre : il faut une autre boucle pour déterminer le chiffre significatif de la puissance de dix. Il faut ensuite insérer les deux boucles dans une troisième pour arriver à la précision désirée, et encore une autre boucle, répéter ... jusqu'à avoir calculé toutes les racines. Au bilan, trois niveaux de boucles emboîtées.

Clairement, les itérations et les tests ne posaient aucun problème à Babbage.

### a machine of the most general nature

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

The Analytical Engine is therefore a machine of the most general nature. Whatever formula it is required to develop, the law of its development must be communicated to it by two sets of cards. When these have been placed, the engine is special for that formula.

### détection des bugs

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

if the engine found the attendant had given him a wrong logarithm, it would then ring a louder bell, and stop itself. As the attendant again examining the engine, he would observe the words, "Wrong tabular number"...

[...]

The Engine will always reject a wrong card by continually ringing a loud bell and stopping itself until supplied with the precise intellectual food it demands.

### algorithme

solution d'une équation de degré quelconque

- 1 Ascertain the number of possible roots by applying Sturm's theorem to the coefficients.
- 2 Find a number greater than the greatest root.
- 3 Substitute the powers of ten (commencing with the next greater than the greatest root, and diminishing the powers by unity at each step), for the value of  $x$  in the given equation. Continue this until the sign of the resulting number changes from positive to negative.

:

## 24 the future course of the sciences

« Dès qu'une machine analytique existera, elle guidera le cours futur des sciences. Chaque fois que l'on cherchera un résultat avec elle, la question se posera de la suite de calculs par laquelle le résultat pourra être atteint par la machine dans le temps le plus court. »

Il avait bien prévu la révolution scientifique que cela entraînerait, et même anticipé l'optimisation des algorithmes.

Avait-il compris que la machine pourrait aller au-delà des calculs mathématiques? Ce n'est pas sûr : ailleurs dans ses mémoires, il évoque la possibilité de construire d'autres machines.

## 25 game of skill

« Après de longues réflexions, je choisis pour mon test la fabrication d'une machine qui puisse jouer à un jeu de réflexion pure comme le tit-tat-to, le jeu de dames ou les échecs.

Dans une première partie de ma recherche, j'arrivai à la conclusion que n'importe quel jeu de réflexion est susceptible d'être joué par un automate. »

Certes la conclusion est assez remarquable. En revanche, il ne semble pas avoir vu que sa machine analytique était assez générale pour faire autre chose que calculer, et en particulier jouer.

Mais on ne lui en tiendra pas rigueur. D'autant qu'il n'a jamais réussi à obtenir le soutien des autorités pour construire sa machine.

Dans ses mémoires, Babbage revient longuement sur ses échanges avec la British Society et le gouvernement, pour ses demandes de crédits réitérées. Le dessin et la fabrication des pièces coûtaient très cher, et il y a investi une bonne partie de sa fortune personnelle. L'avis du ministre des finances en 1852 est plutôt tranché :

## 26 Chancellor of the Exchequer, 1852

« Les projets de M. Babbage sont si indéfiniment coûteux, le succès final si problématique, et la dépense certainement si importante et impossible à calculer, qu'il ne serait pas justifié que le gouvernement s'engage à quoi que ce soit en plus. »

Parce que Babbage avait déjà obtenu des subventions pour la machine aux différences, ne l'avait pas réalisée, était passé à la machine analytique, qui paraissait encore plus irréalisable, et ainsi de suite. On ne peut pas donner tout à fait tort au gouvernement britannique.

Parmi les raisons de l'échec, il faut tout de même mentionner le propre caractère de Babbage. Pour vous en donner une idée, voici le chapitre 26 de ses mémoires. Il est consacré aux « nuisances de rue ».

### the future course of the sciences

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

As soon as an Analytical Engine exists, it will necessarily guide the future course of the sciences. Whenever any result is sought by its aid, the question will then arise – By what course of calculation can these results be arrived at by the machine in the shortest time?

### game of skill

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

After much consideration, I selected for my test the contrivance of a machine that should be able to play a game of purely intellectual skill successfully; such as tit-tat-to, drafts, chess, &c.

[...]

On the first part of my inquiry I soon arrived at a demonstration that every game of skill is susceptible of being played by an automaton.

### Chancellor of the Exchequer, 1852

Henry Babbage (1889)

Mr Babbage's projects appear to be so indefinitely expensive, the ultimate success so problematical, and the expenditure certainly so large and so utterly incapable of being calculated, that the Government would not be justified in taking upon itself any further liability.

## 27 street nuisances

« Il y a des instruments de torture, qui sont tous les instruments de musique dont on joue dans sa rue, sans compter les dames de « vertu élastique » qui poussent à cela. Les inconvénients que cela provoque, et tout ce qui s'ensuit ; mais quand même, une lutte énergique de la part de Babbage et des remèdes proposés, comme une « association pour l'interdiction de la musique de rue ». »

Vous avez deviné ce que le combat énergique de Babbage lui a valu ?

## 28 with or without insulting epithets

« Dans un cas, il y avait certainement plus de cent personnes, hommes, femmes, et enfants, qui me suivaient dans les rues avant que je ne trouve un policier.

Cette nuisance consistant à crier mon nom, avec ou sans épithètes insultantes, était telle que j'affirme que sauf si j'étais enfermé à la maison pour maladie, aucune semaine ne se passait sans de nombreuses occurrences. »

## 29 they produced a discordant noise

« Une autre source de nuisance, heureusement limitée, venait des tendances perverses de certains de mes voisins, qui dans deux ou trois cas, étaient allés jusqu'à acheter des instruments à vent hors d'usage, dont ils étaient incapables de jouer, mais avec lesquels ils produisaient un bruit discordant dans le but de m'ennuyer. »

Vous voyez une relation de cause à effet ? Babbage ne semble pas la voir.

Ce n'était pas pour autant un ours solitaire. Il avait de nombreuses relations, était souvent invité, assistait à des dîners et des spectacles. . . mais essentiellement dans la bonne société.

### street nuisances

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

#### CHAPTER XXVI.

##### STREET NUISANCES.

Various Classes injured—Instruments of Torture—Encouragers ; Servants, Beer-shops, Children, Ladies of elastic virtue—Effects on the Musical Profession—Retaliation—Police themselves disturbed—Invalids distracted—Horses run away—Children run over—A Cab-stand placed in the Author's street attracts Organs—Mobs shouting out his Name—Threats to Burn his House—Disturbed in the middle of the night when very ill—An average number of Persons are always ill—Hence always disturbed—Abusive placards—Great Difficulty of getting Convictions—Got a Case for the Queen's Bench—Found it useless—A Dead Sell—Another Illustration—Musicians give False Name and Address—Get Warrant for Apprehension—They keep out of the way—Offenders not yet found and arrested by the Police—Legitimate Use of Highways—An Old Lawyer's Letter to *The Times*—Proposed Remedies: Forbid entirely—Authorize Police to seize the Instrument and take it to the Station—An Association for Prevention of Street Music proposed.

### with or without insulting epithets

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

In one case there were certainly above a hundred persons, consisting of men, women, and boys, with multitudes of young children, who followed me through the streets before I could find a policeman. To such an extent has this annoyance of shouting out my name, without or with insulting epithets, been carried, that I truly affirm, unless I am detained at home by illness, no week ever passes without many instances of it.

### they produced a discordant noise

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

Another source of annoyance, fortunately only of a very limited amount, arises from a perverse disposition of some of my neighbours, who, in two or three instances, have gone to the expense of purchasing worn-out or damaged wind instruments, which they are incapable of playing, but on which they produced a discordant noise for the purpose of annoying me.

## 30 Georgiana Whitmore (1792–1827)

Il est vrai que Babbage avait un caractère indépendant et un tant soit peu... disons, affirmé. Il faut aussi évoquer sa vie privée. Il avait épousé à 23 ans cette jeune fille, qui avait un an de moins que lui. C'était un mariage d'amour, contre la volonté de son père. Ils furent heureux et eurent huit enfants.

Trois seulement ont atteint l'âge adulte.

En février 1827, le père de Babbage meurt. En juillet de la même année, c'est un fils de dix ans, et moins de deux mois plus tard, sa femme, à 35 ans. Babbage est dévasté. En 1834, la seule fille qui lui restait meurt. Elle avait 17 ans. À chaque deuil, il semble que Babbage ait eu la même réaction : s'abrutir de travail pour oublier.

Je crois qu'il faut garder en tête cette accumulation de deuils, avant d'aborder ce qui ressemble bien à de l'hyper-activité. Parce que Babbage ne s'est pas contenté des machines : il est aussi connu pour ses activités comme cryptanalyste, linguiste, statisticien, spécialiste de tunnels, d'économie, sans oublier les chemins de fer.

Le manque de soutien de ses concitoyens avait beaucoup blessé Babbage, qui y revient à longueur de pages dans ses mémoires. Sept ans après sa mort, un comité de la British Association, se charge d'étudier, à partir des plans laissés par Babbage, la faisabilité de sa machine. Ce sont pour la plupart d'anciens amis de Babbage. Il y a des noms connus : Cayley, Clifford, le docteur Farr. Mais ce sont des scientifiques rigoureux et honnêtes, ils sont obligés de dire ce qu'ils croient vrai. Voici un extrait des conclusions.

## 31 Conclusions

« Nous sommes d'avis que dans l'état présent de la conception, ce n'est rien de plus qu'une possibilité théorique ; c'est-à-dire que nous ne considérons pas comme une certitude que cette machine pourrait être construite et assemblée de manière à fonctionner correctement, et faire le travail qu'elle est censée faire.

Nous pensons qu'il est encore moins possible de se former une opinion sur sa résistance et sa durabilité que sur sa faisabilité ou son coût.

Au regard de ces considérations, nous sommes arrivés, non sans regret, à la conclusion que nous ne pouvons pas recommander à la British Association une quelconque action pour arriver à la construction de la machine analytique de M. Babbage et la fabrication de tables par ce moyen. »

Provenant d'amis de Babbage, la conclusion était claire et définitive.

Georgina Whitmore (1792–1827)



### Conclusions

British Association Committee (1878)

We are also of opinion that, in the present state of the design, it is not more than a theoretical possibility; that is to say, we do not consider it a certainty that it could be constructed and put together so as to run smoothly and correctly, and to do the work expected to it.

We think there is even less possibility of forming an opinion as to its strength and durability than as to its feasibility or cost.

Having regard to all these considerations, we have come, not without reluctance, to the conclusion, that we cannot advise the British Association to take any steps, either by way of recommendation or otherwise, to procure the construction of Mr. Babbage's Analytical Engine and the printing tables by its means.

## 32 Difference Engine : détail

Les doutes du comité quant au fonctionnement étaient justifiés. Voici une vue un peu détaillée d'une petite partie de la machine aux différences, reconstituée. Vous imaginez le nombre de roues dentées qui doivent s'enclencher et tourner ensemble sans se bloquer ? La machine analytique aurait été encore plus compliquée que celle-ci. Ce n'était tout simplement pas viable.

### Difference Engine : détail

Babbage (1791-1871)



## 33 Essais sur l'automatique (1915)

Le premier à le dire clairement est un ingénieur espagnol, Leonardo Torres y Quevedo, en 1915. Il a soigneusement étudié le projet de Babbage, et en connaît parfaitement le principe et le but. Voici sa conclusion :

« Les difficultés d'une solution purement mécanique me paraissent insurmontables, du moins avec les moyens dont je pourrais disposer. Pour mieux dire, tant que, dans mes études sur les machines à calculer, je n'ai envisagé que des solutions mécaniques, je partageais l'opinion générale ; je ne croyais pas possible de résoudre le problème des calculs mécaniques avec toute la généralité qu'il comporte. »

### Essais sur l'automatique (1915)

Leonardo Torres y Quevedo, 1852-1936

Les difficultés d'une solution purement mécanique me paraissent insurmontables, du moins avec les moyens dont je pourrais disposer. Pour mieux dire, tant que, dans mes études sur les machines à calculer, je n'ai envisagé que des solutions mécaniques, je partageais l'opinion générale ; je ne croyais pas possible de résoudre le problème des calculs mécaniques avec toute la généralité qu'il comporte.

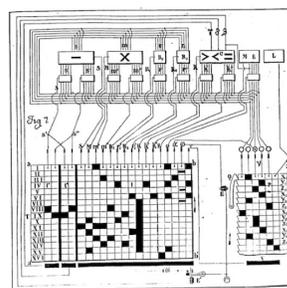
## 34 Essais sur l'automatique (1915)

Quand a-t-il changé d'avis ? Quand il a compris qu'il y avait un moyen autre que les roues dentées : les commandes électromécaniques. Effectivement, c'était une meilleure solution !

Voici ce que disait Henry Babbage, en 1888, donc dix ans après les conclusions du comité de la British association, dix-sept ans après le décès de son père.

### Essais sur l'automatique (1915)

Leonardo Torres y Quevedo, 1852-1936



## 35 a time will come

« Je suis certain qu'un jour viendra où une telle machine sera réalisée, et deviendra un moyen puissant de développement non seulement des mathématiques pures, mais aussi des autres branches de la connaissance. »

A posteriori, on ne peut pas dire qu'il avait tort.

« Pour ma part, je veux tout faire pour hâter ce jour, et aider à l'appréciation générale des travaux de mon père, qui sont si peu compris par la multitude, même des gens éduqués. »

Qu'il se rassure, la multitude des gens éduqués a compris ce qu'elle devait à son père.

### a time will come

Henry P. Babbage, 12 september 1888

I am well assured that a time will come when such an engine will be completed and be a powerful mean of enlarging not only pure mathematical science, but other branches of knowledge, and I wish, as far as in me lies, to hasten that time, and to help towards the general appreciation of the labours of my father, so little known or understood by the multitude even of the educated.

## 36 références

Parce qu'au fond l'important n'est pas que les inventions de Babbage aient été concrétisées ou non, l'important n'est pas de savoir si la machine analytique aurait pu ou non être construite et fonctionner correctement. Il suffit qu'il ait simplement imaginé la possibilité d'un tel outil, et qu'il en ait compris le potentiel.

Allez, en son honneur, je vous propose d'instaurer une fanfare perpétuelle dans sa rue : il le méritait bien !

### références

- C. Babbage (1864) *Passages from the life of a philosopher*, London : Longman
- C. Babbage (2010) *Babbage's Calculating Engines*, H. P. Babbage ed. (1889), Cambridge University Press
- B. Collier, J. MacLachlan (1999) *Charles Babbage and the engines of perfection*, Oxford University Press
- J. Mosconi (1983) Charles Babbage : vers une théorie du calcul mécanique, *Revue d'histoire des sciences*, 36(1), 69–107
- L. Torres y Quevedo (1915) Essais sur l'automatique, *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 15 novembre, 601–611