

0 Des téléphériques aux dirigeables

Entre l'invention de l'ordinateur par Babbage en 1834 et la réalisation du premier ordinateur, il s'est écoulé plus d'un siècle. Ça fait beaucoup, vous ne trouvez pas ?

On a un peu l'impression que Babbage a été oublié pendant tout ce temps, et qu'on n'a découvert que récemment, qu'il avait eu raison trop tôt.

On a aussi l'impression que cette introduction n'a aucun rapport ni avec le titre, ni avec le sous-titre. Mais attendez un peu.

histoires d'informatique

Des téléphériques aux dirigeables

échec au roi



hist-math.fr

Bernard YCART

1 Philbert Maurice d'Ocagne (1862–1938)

Au début du vingtième siècle en France, le spécialiste du calcul mécanique, c'est lui : Maurice d'Ocagne.

Le sujet est foisonnant. Les machines arithmétiques sont enfin devenues assez fiables pour être utilisées commercialement. On fabrique en plus des machines à résoudre toutes sortes de problèmes : des équations algébriques aux équations différentielles, en passant par les calculs d'intégrales et de dérivées, jusqu'aux coefficients de Fourier.

En plus des machines, il y a l'utilisation des « abaques », c'est-à-dire des feuilles graduées de façon astucieuse sur lesquelles on lit directement les résultats utiles : c'est la « nomographie », l'enfant chéri de Maurice d'Ocagne.

Alors quand il écrit un livre en 1905 pour recenser l'ensemble de tous les « procédés mécaniques et graphiques », la machine de Babbage n'est pas oubliée certes, mais elle est un peu marginale.

Philbert Maurice d'Ocagne (1862–1938)



2 L'esprit est effrayé par les termes mêmes

« Avec la machine dont il va être maintenant question, il semble qu'on entre dans le domaine de la féerie. Dans la pensée de son inventeur, elle était destinée à effectuer n'importe quelle suite d'opérations arithmétiques sur n'importe quels nombres, en aussi grande quantité qu'on les suppose, [...] »

Au premier abord, l'esprit est effrayé par les termes mêmes d'un tel problème et n'ose entrevoir la possibilité de sa solution. C'est pourtant sur la recherche d'une telle solution que, dès 1834, Charles Babbage concentrait tous ses efforts pour arriver, en quelques années, à vaincre, théoriquement au moins, toutes les difficultés de la question. »

Clairement en 1905, la machine de Babbage est toujours une chimère. Un tour de force théorique certes, mais dont il n'est rien sorti d'utile.

L'esprit est effrayé par les termes mêmes

d'Ocagne, Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques (1905)

Avec la machine dont il va être maintenant question, il semble qu'on **entre dans le domaine de la féerie**. Dans la pensée de son inventeur, elle était destinée à effectuer n'importe quelle suite d'opérations arithmétiques sur n'importe quels nombres, en aussi grande quantité qu'on les suppose, [...]

Au premier abord, l'esprit est **effrayé par les termes mêmes d'un tel problème et n'ose entrevoir la possibilité de sa solution**. C'est pourtant sur la recherche d'une telle solution que, dès 1834, Charles Babbage concentrait tous ses efforts pour arriver, en quelques années, à vaincre, théoriquement au moins, toutes les difficultés de la question.

3 Percy Ludgate (1883–1922)

Pourtant, des Babbage, il y en a eu au moins un autre : Percy Ludgate, un comptable irlandais. Il avait inventé sa propre machine analytique, en utilisant le principe des cartes perforées comme Babbage. Il n'a découvert le travail de Babbage qu'après. Mais comme il n'est rien resté de sa machine, on ne sait pas grand-chose, ni de lui, ni de son invention.

En 1928, donc 23 ans après la première édition, d'Ocagne publie une nouvelle édition de son livre, profondément remaniée. Le paragraphe sur Babbage a bien changé.

Percy Ludgate (1883–1922)



4 Babbage n'a pas craint de s'attaquer

« Était-il possible de concevoir une machine capable d'exécuter non pas seulement une opération arithmétique isolée, mais toute une suite de telles opérations, sans aucune intervention d'un opérateur humain en cours d'exécution ? Telle est la question à laquelle Babbage n'a pas craint de s'attaquer dès 1834, et qu'il est parvenu à résoudre [...] »

Et puis apparaît un nouveau nom.

Babbage n'a pas craint de s'attaquer

d'Ocagne, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques* (1928)

Était-il possible de concevoir une machine capable d'exécuter non pas seulement une opération arithmétique isolée, mais toute une suite de telles opérations, sans aucune intervention d'un opérateur humain en cours d'exécution ? Telle est la question à laquelle Babbage n'a pas craint de s'attaquer dès 1834, et qu'il est parvenu à résoudre...

5 les termes sont faits pour confondre l'imagination

« Une autre solution du même problème a été obtenue par le grand mécanicien espagnol Torres Quevedo au moyen de l'électromécanique. On sait à quel point de perfection M. Torres a porté la science de l'automatique

M. Torres s'est dès lors proposé de construire un *calculateur purement automatique* [...] Les termes d'un tel problème sont faits pour confondre l'imagination. M. Torres en a pourtant donné une solution complète. »

les termes sont faits pour confondre l'imagination

d'Ocagne, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques* (1928)

Une autre solution du même problème a été obtenue par le grand mécanicien espagnol Torres Quevedo au moyen de l'électromécanique. On sait à quel point de perfection M. Torres a porté la science de l'automatique[...] M. Torres s'est dès lors proposé de construire un *calculateur purement automatique* [...] Les termes d'un tel problème sont faits pour confondre l'imagination. M. Torres en a pourtant donné une solution complète [...]

6 un agencement purement mécanique

« On peut donc dire que le problème de Babbage se trouve, grâce à M. Torres, pleinement résolu par l'électromécanique. Mais, il y a plus : le grand inventeur espagnol a dressé le projet d'une machine atteignant le même but par un agencement purement mécanique, au reste, entièrement différent de celui de Babbage. »

On sent toujours de l'admiration, de l'étonnement, et une « imagination confondue », mais la solution est cette fois-ci complète. Il y a eu une vraie avancée par rapport à Babbage.

un agencement purement mécanique

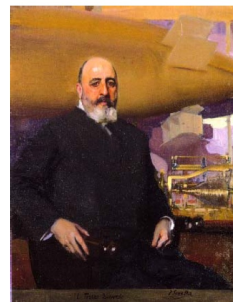
d'Ocagne, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques* (1928)

On peut donc dire que le problème de Babbage se trouve, grâce à M. Torres, pleinement résolu par l'électromécanique. Mais, il y a plus : le grand inventeur espagnol a dressé le projet d'une machine atteignant le même but par un agencement purement mécanique, au reste, entièrement différent de celui de Babbage.

7 Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)

Le grand inventeur espagnol, c'est lui : Leonardo Torres y Quevedo. Et vue la quantité de choses qu'il a inventées dans sa vie, je trouve que c'est une bonne idée qu'ont eue ses parents de l'appeler « Leonardo ».



8 Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)

Voici un portrait un peu plus conventionnel.

Contrairement à beaucoup de scientifiques, il n'a pas eu une carrière précoce. Il a pris le temps d'étudier, de voyager, de lire, avant de commencer à produire ... à quarante ans passés.

Par contre ensuite, il s'est rattrapé de manière difficilement croyable. Il donne l'impression d'avoir chaussé des « bottes de sept lieues » intellectuelles, pour franchir en à peu près vingt ans, le siècle qui sépare Babbage du premier ordinateur.

Je vous propose de le suivre dans les principales étapes.

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)



9 Máquinas Algébricas (1895)

Il commence, comme il était de mode, par le problème des machines algébriques : comment fabriquer une machine pour trouver les racines, réelles ou complexes, d'un polynôme. L'article date de 1895. Il commence par expliquer le principe d'une machine analogique, qui est de relier chaque variable au mouvement d'une pièce mécanique.

Máquinas Algébricas (1895)

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)

MEMORIA
Sobre las
MÁQUINAS ALGÉBRICAS
CAPÍTULO I
CONSIDERACIONES GENERALES
Al emprender este estudio, creo necesario poner de manifiesto la íntima analogía que existe entre una máquina y una fórmula algebraica, rectificando el concepto de máquina más generalmente admitido, el formulado por Ampère al definir la Cinemática.
«Esta ciencia, según él, debe contener todo lo que ha de decirse sobre las diferentes clases de movimientos independientemente de las fuerzas que puedan producirlos, debe ocuparse primeramente en las consideraciones relativas a los espacios recorridos en

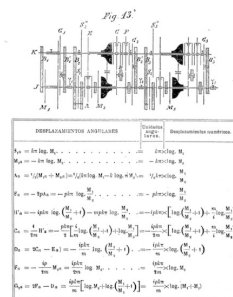
10 Máquinas Algébricas (1895)

Mais contrairement à Babbage, il ne se contente pas de la description : il analyse chacun des mouvements, et en déduit une étude de précision.

Évaluer la précision du résultat retourné par une machine analogique, c'était totalement nouveau.

Máquinas Algébricas (1895)

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)

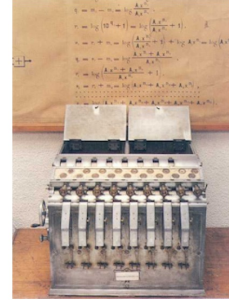


11 Máquina Algébrica (1894)

Il est d'autant plus crédible, que sa machine, eh bien il l'a effectivement construite, l'année précédente. Elle fonctionne, et ce qu'elle produit est entièrement conforme à sa théorie.

Máquina Algébrica (1894)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)

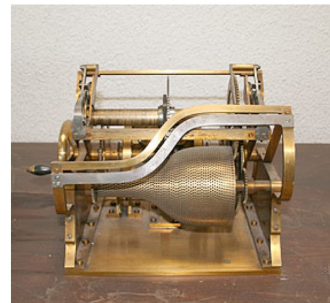


12 Máquina Algébrica (1894)

Elle est basée sur un principe totalement différent de celui de Babbage. Il a inventé cette sorte de « fuseau » à section croissante, qui utilise une échelle logarithmique pour simplifier les calculs.

Máquina Algébrica (1894)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)

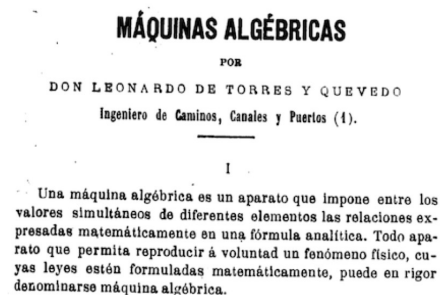


13 Máquinas Algébricas (1901)

C'est donc déjà un très beau succès. Alors pourquoi, en 1901, revient-il sur le même sujet, avec le même titre de « Machines Algébriques » ? Eh bien parce qu'entre temps, il a généralisé, puissamment. Sa machine de 1894 résolvait des équations polynômiales. Maintenant c'est n'importe quel type d'équations qu'il considère : le problème le plus général possible ; une certaine fonction, d'un nombre de variables quelconques, qui doit s'annuler. Dans les variables, on peut maintenant rentrer une fonction et même sa dérivée : donc la nouvelle machine algébrique résout aussi les équations différentielles.

Máquinas Algébricas (1901)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



14 Telekino (1902)

Peu après arrive l'étape décisive : le telekino : « tele » : à distance ; « kino » : mouvement. Tout simplement l'invention de la télécommande.

Torres n'est pas le premier à utiliser les ondes hertziennes pour envoyer un signal à distance, mais il est le premier qui réussit à le faire de manière continue.

Telekino (1902)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



15 Telekino (1902)

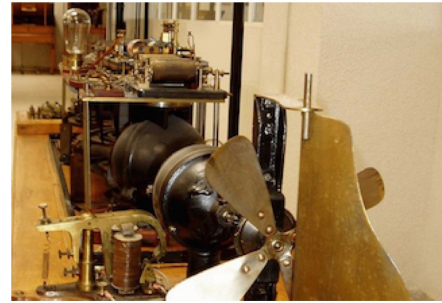
Il l'applique pour commencer, à un mécanisme de bateau. Vous voyez l'hélice et le gouvernail au premier plan. Il construit un bateau qu'il commande à distance, à qui il fait faire des virages, et qu'il ramène à bon port.

Maintenant qu'on fait ça avec des drones, ça n'a plus rien d'étonnant. Mais à l'époque, les spectateurs n'en croyaient pas leurs yeux. Pendant plusieurs années on lui demande des démonstrations de son bateau. Il en fait pour le roi d'Espagne, et même pour le pape.

Pourquoi est-ce une étape aussi importante ? Parce qu'il se familiarise avec les dispositifs électromécaniques, et qu'il comprend en fabriquant son telekino, qu'il peut remplacer dans un calculateur, la plupart des pièces mécaniques par des contacts électriques.

Telekino (1902)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



16 Sistema de notaciones y símbolos (1907)

Les machines de Torres deviennent un peu compliquées à concevoir, et surtout à expliquer.

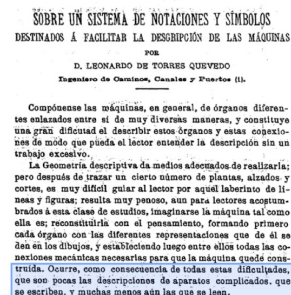
Après avoir détaillé les difficultés, il dit :

« comme conséquence de ces difficultés, il se trouve que les descriptions qui s'écrivent sont peu nombreuses, et encore moins nombreuses celles qui se lisent. »

Alors il a la même réponse que Leibniz et Babbage avant lui, quand ils avaient été confrontés au même problème : il invente son propre système de symboles mécaniques.

Sistema de notaciones y símbolos (1907)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)

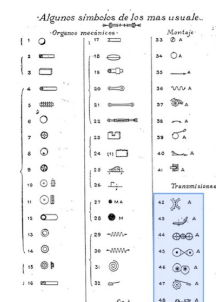


17 Sistema de notaciones y Símbolos (1907)

Voici quelques uns de ces symboles. En bas à droite vous voyez les notations pour quelques types de transmissions : par engrenage, par pignon, par frottement, par courroie, par roue à cliquet.

Sistema de notaciones y Símbolos (1907)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



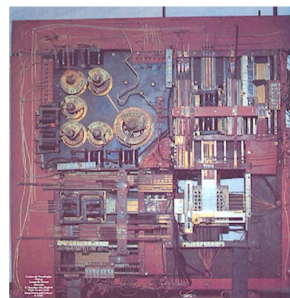
18 El Ajedrecista (1910)

Puis il produit ceci, en 1910. Il n'est pas facile de deviner à quoi ça sert en regardant l'image, mais le titre le dit : c'est un « joueur d'échecs ».

Non, Torres n'a pas résolu le problème général de construire un automate capable de jouer une partie entière. Ce ne sont que des fins de partie, très spéciales. Mais pour Torres c'est la démonstration qu'un automate peut décider de ses mouvements en fonction d'une situation imprévisible.

El Ajedrecista (1910)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



19 El Ajedrecista 2 (1914)

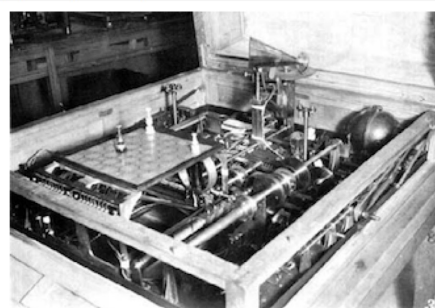
La deuxième version de son joueur d'échecs est exposée à Paris en 1914. Par rapport à la première, Torres a rajouté des électro-aimants sous l'échiquier.

On voit mieux sur la photo de quoi il s'agit. Sur l'échiquier, il y a le roi noir, le roi blanc et une tour blanche. Avec une tour en plus, les blancs doivent faire échec et mat, quels que soient les mouvements du roi noir.

Et ça marche ! La machine joue les blancs, les visiteurs humains se font battre systématiquement. Torres a une fois de plus les honneurs de la presse.

El Ajedrecista 2 (1914)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



20 El Ajedrecista 2 (1914)

La machine de 1914 existe toujours, elle est au musée des sciences à Madrid.

El Ajedrecista 2 (1914)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



21 Essais sur l'automatique (1915)

Maintenant qu'il a prouvé de quoi il était capable, Torres peut écrire ses idées sur les machines. Il le fait d'abord en espagnol en 1914, puis il traduit lui-même le texte en français en 1915. Moi cet article, il me donne des frissons dans le dos.

Vous voyez comment il commence. Il définit ce qu'il entend par automates, et remarque que les automates intéressants ne sont pas ceux qui répètent toujours la même séquence d'opérations.

« Il y a une autre sorte d'automates qui offrent un intérêt beaucoup plus considérable : ceux qui imitent, non pas les simples gestes, mais les actes réfléchis de l'homme, et qui peuvent parfois le remplacer. »

Essais sur l'automatique (1915)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)

ESSAIS SUR L'AUTOMATIQUE

SA DÉFINITION. — ÉTENDUE THÉORIQUE DE SES APPLICATIONS

La dénomination d'automate est appliquée souvent à une machine qui imite l'apparence et les mouvements d'un homme ou d'un animal. Il s'agit généralement alors d'un mécanisme qui porte en lui-même la source d'énergie qui le fait marcher (un ressort, par exemple) et qui exécute certains actes, toujours les mêmes, sans subir aucune influence du dehors.

Il y a une autre sorte d'automates qui offrent un intérêt beaucoup plus considérable : ceux qui imitent, non pas les simples gestes, mais les actes réfléchis de l'homme, et qui peuvent parfois le remplacer.

Il s'agit donc d'établir entre trois mobiles : le pendule, la poutre et le gouvernail, des liaisons mécaniques invariables. C'est là un problème du même genre que tous ceux qu'on étudie dans la Cinématique appliquée à la construction des machines. Son étude n'offre pas ici un intérêt spécial.

Dans les automates du second groupe, l'automatisme ne s'obtient nullement par des liaisons mécaniques permanentes ; il a pour but, au contraire, d'altérer brusquement ces liaisons quand les circonstances l'exigent ; il faudra que l'automate — par une manœuvre très rapide en géné-

22 capables de discernement

Plus loin :

« Il faut en outre – et c’est là principalement le but de l’Automatique – que les automates soient capables de *discerner* ; qu’ils puissent à chaque moment, *en tenant compte des impressions qu’ils reçoivent, ou même de celles qu’ils ont reçues auparavant*, commander l’action voulue. *Il faut que les automates imitent les êtres vivants en réglant leurs actes d’après leurs impressions, en adaptant leur conduite aux circonstances.* »

Bien sûr il a défini précisément ce qu’il entend par impression : un automate doit être muni, comme un animal et comme un humain de « sens », c’est-à-dire pour une machine de capteurs (température, mouvement, vitesse, etc). Ces capteurs envoient des informations, dont l’automate va tenir compte pour prendre des décisions.

capables de discernement

Torres, Essais sur l’automatique (1915)

Il faut en outre – et c’est là principalement le but de l’Automatique – que les automates soient capables de *discerner* ; qu’ils puissent à chaque moment, *en tenant compte des impressions qu’ils reçoivent, ou même de celles qu’ils ont reçues auparavant*, commander l’action voulue. *Il faut que les automates imitent les êtres vivants en réglant leurs actes d’après leurs impressions, en adaptant leur conduite aux circonstances.*

23 les actes dépendent de certaines circonstances

« *il est toujours possible de construire un automate dont tous les actes dépendent de certaines circonstances plus ou moins nombreuses, suivant des règles qu’on peut imposer arbitrairement au moment de la construction.* »

Ces règles devront être évidemment telles, qu’elles suffisent pour déterminer en toute occasion, sans aucune incertitude, la conduite de l’automate. »

les actes dépendent de certaines circonstances

Torres, Essais sur l’automatique (1915)

il est toujours possible de construire un automate dont *tous les actes dépendent de certaines circonstances* plus ou moins nombreuses, suivant des règles qu’on peut imposer arbitrairement au moment de la construction.

Ces règles devront être évidemment telles, qu’elles suffisent pour déterminer en toute occasion, sans aucune incertitude, la conduite de l’automate.

24 Concesión de la Medalla Etchegaray (1916)

Le voici en 1916, lors de la cérémonie de remise de la médaille Etchegaray à l’Académie royale des sciences. Je sais pas vous, mais moi je trouve qu’il l’avait amplement méritée sa médaille.

Il est facile à repérer sur la photo. Il est grand et fort ; il dépasse tous les autres d’une tête. Et à son époque, pas seulement au sens propre.

Concesión de la Medalla Etchegaray (1916)

Real Academia de Ciencias



25 Funicular del Monte Ulía (1907)

D'autant que pendant les vingt ans qui viennent de s'écouler, il n'a pas fait que de l'automatisme.

Comme il avait une propriété en pente, il avait installé chez lui un câble pour monter les provisions, et amuser les enfants.

Et comme ça marchait bien, il en avait fabriqué un à grande échelle pour la ville de Saint Sébastien.

Funicular del Monte Ulía (1907)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



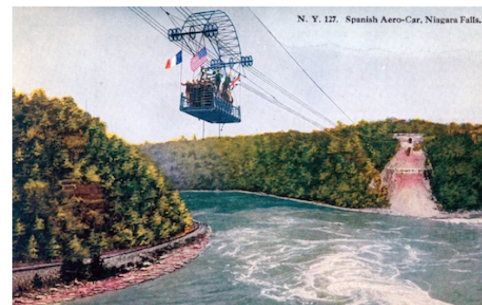
26 Spanish Aero-Car, Niagara Falls (1916)

Et comme ça marchait toujours très bien, il avait passé un contrat avec la ville de Niagara Falls, au Canada, pour une attraction touristique.

Sur cinq cent mètres de long tout de même.

Spanish Aero-Car, Niagara Falls (1916)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



27 Spanish Aero-Car, Niagara Falls (1916)

Vous savez quoi? le Spanish Aero-Car, eh bien il transporte toujours des touristes au-dessus des chutes du Niagara!

Un siècle après!

Spanish Aero-Car, Niagara Falls (1916)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



28 Dirigeable à Guadalajara (1906)

Il avait aussi inventé un dirigeable, qui a volé pour la première fois en 1906.

D'ailleurs, le telekino, la télécommande, c'était à l'origine pour les dirigeables en phase d'essai, pour éviter de mettre la vie des pilotes en danger.

Dirigeable à Guadalajara (1906)

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936)



29 Dirigeable Astra-Torres (1914)

Vu le succès et le potentiel, Torres a passé contrat avec une société française, Astra, pour construire des dirigeables en série. Et pendant toute la première guerre mondiale, les dirigeables Astra-Torres ont équipé les troupes françaises et anglaises, pour les missions de reconnaissance ou de bombardement.

Grâce à Torres, les alliés ont eu une réponse aux Zeppelin allemands.

Dirigeable Astra-Torres (1914)

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)



30 Projecteur didactique y puntero proyectable

Il s'est même occupé de pédagogie, et il a conçu un « projecteur didactique », équipé d'un « pointeur projetable ». Un pointeur lumineux si vous préférez. Voici pourquoi, selon lui.

« On connaît bien les difficultés auxquelles est confronté un professeur pour illustrer son discours, quand il utilise des projections lumineuses. Il doit se placer en face de l'écran, en prenant garde de ne pas cacher la figure projetée, pour attirer l'attention des élèves sur les détails qui les intéressent le plus, en les leur montrant avec un pointeur. »

Projecteur didactico y puntero proyectable

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936)

Bien conocidas son las dificultades con las que tropieza un profesor para ilustrar su discurso, valiéndose de proyecciones luminosas. Necesita colocarse frente a la pantalla cuidando de no ocultar la figura proyectada para llamar la atención de sus alumnos sobre los detalles que más les interesan y enseñárselos con un puntero.

31 références

En même temps, vu comment j'enregistre, je n'ai pas le problème de passer devant l'écran. Et puis j'ai décidé de ne pas utiliser de pointeur.

Mais quand même, c'est gentil de penser à moi, ça me fait plaisir. Merci Monsieur Torres !

références

- <http://www.torresquevedo.org>
- J. García Santesmases (1980) *Obra e inventos de Torres Quevedo*, Madrid : Instituto de España
- F. González de Posada (1992) *Leonardo Torres Quevedo*, Madrid : Fundación Banco Exterior
- B. Randell (1982) From analytical engine to electronic digital computer : the contributions of Ludgate, Torres, and Bush, *Annals of the History of Computing*, 4(4), 1–20
- B. Randell ed. (1982) *The origins of digital computers ; selected papers*, 3rd ed. Berlin : Springer-Verlag
- L. Torres y Quevedo (1915) Essais sur l'automatique, *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 15 novembre, 601–611