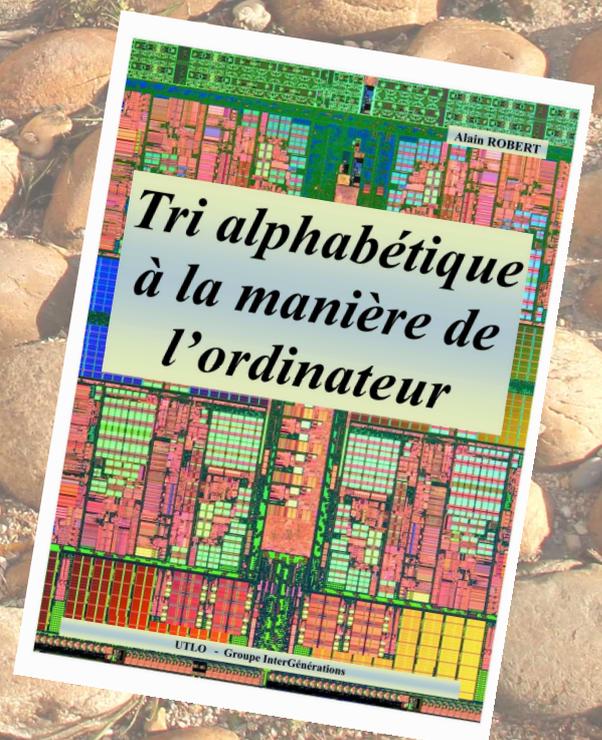
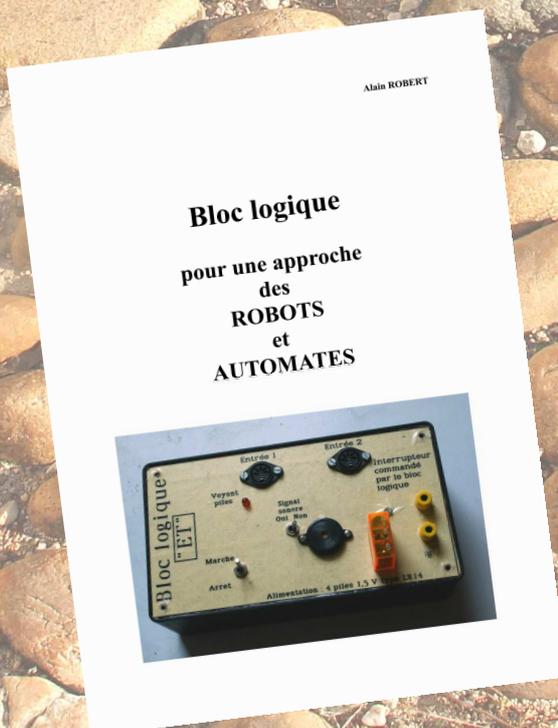


Alain ROBERT



Ateliers « Informatique »

Documents d'accompagnement



Attention : Ce document est déposé.

Son usage est libre dans tous les établissements d'enseignement.



Si vous souhaitez le dupliquer sur un site internet ou l'incorporer à une publication (sur papier ou numérique), vous devez obtenir préalablement l'accord de l'auteur ou des auteurs.

Sommaire

Introduction	Page 4
Quelques éléments d'histoire	Page 5
Comptons en binaire	Page 8
Vous avez dit « Numérique » ?	Page 10
Tri alphabétique à la manière de l'ordinateur	Page 14
Bloc logique	Page 15
Documents à photocopier	Page 16

Ateliers « Informatique »

Documents d'accompagnement

1 - Introduction

Aujourd'hui l'informatique est partout, souvent invisible mais quasi indispensable.

Raison de plus pour que les enfants actuels, les adultes de demain, aient une petite idée du fonctionnement d'un ordinateur. C'est le but recherché par ces quatre ateliers :



Comptons en binaire : au cœur de l'ordinateur comme sur les supports d'enregistrement numériques, on ne trouve que des « 0 » et des « 1 ». Il est donc utile de savoir que l'on peut traduire n'importe quel nombre « décimal » en « binaire » et l'écrire uniquement avec des « 0 » et des « 1 ». Cet atelier permet une première approche de la numération en base 2 (binaire).



Vous avez dit « Numérique » ? : Textes, images (fixes ou animées), sons, tout cela peut être représenté -et donc enregistré- avec des « 0 » et des « 1 ». C'est ce que cet atelier propose d'aborder.



Tri alphabétique à la manière de l'ordinateur : Pour fonctionner, au-delà de circuits électroniques, l'ordinateur a besoin de « programmes ». Dans cet atelier, les participants joueront le rôle de l'ordinateur en exécutant un programme de tri.



Bloc logique : De plus en plus, l'ordinateur pilote des processus techniques. Au delà des usines, il est aujourd'hui présent dans nos voitures, demain il interviendra dans nos maisons et dans nombre d'objets ou d'outils domestiques. Dans cet atelier, on utilisera un « cerveau électronique » très simple pour ne pas dire simpliste et quelques capteurs pour fabriquer des « automates » et « robots » eux aussi très simples.

Quelques éléments d'histoire

Il est mille manières de raconter l'histoire de l'informatique et de l'ordinateur.
En voici une :

La préhistoire de l'informatique

L'informatique d'aujourd'hui est le fruit de la combinaison de savoirs techniques et théoriques divers que rien, au départ, ne permettait de relier.

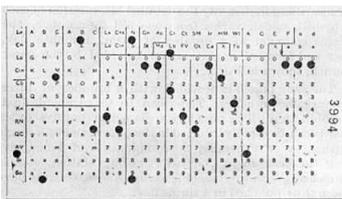


Depuis des siècles, on a cherché à automatiser les calculs. Après bien des essais, c'est Blaise Pascal qui présente en 1645 la « Pascaline », première machine à calculer opérationnelle.

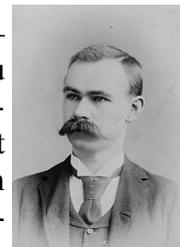


Au cours des siècles, d'autres machines suivront, mécaniques puis électromécaniques, mais cantonnées aux calculs.

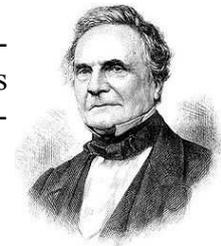
Au XIX^{ème} siècle, apparaissent les éléments qui vont permettre l'apparition de l'informatique :



Herman Hollerith, (29 février 1860 – 17 novembre 1929), citoyen américain, travaille au dépouillement du recensement de 1880 . Pour accélérer le traitement des données, il invente et construit une machine à statistiques à cartes perforées en s'inspirant des cartes commandant les métiers à tisser Jacquard. En 1896, il fonde en 1896 la Tabulating Machine Co. qui deviendra plus tard l'International Business Machines Corporation plus connue sous le nom « IBM



Charles Babbage (26 décembre 1791 - 18 octobre 1871) est un mathématicien britannique. Pour accélérer les calculs permettant de réaliser des « tables nautiques » précises, et donc pour éviter des accidents de navigation, il met au point une machine à calculer « *Difference Engine* ».

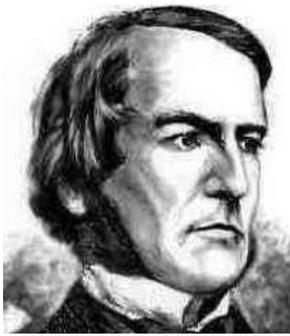


Ada Lovelace (10 décembre 1815 - 27 novembre 1852), mathématicienne britannique.

La machine de Babbage ne serait rien sans Ada Lovelace, brillante mathématicienne qui l'aide à concevoir les « diagrammes » pour faire fonctionner la machine. C'est Lady Ada qui publie le premier algorithme destiné à être exécuté sur une machine.

Elle a une vision très moderne du travail de la machine : « La machine analytique n'a nullement la prétention de créer quelque chose par elle-même. Elle peut exécuter tout ce que nous saurons lui ordonner d'exécuter [...] Son rôle est de nous aider à effectuer ce que nous savons déjà dominer. »

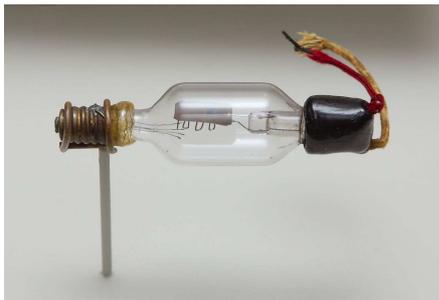
C'est la première « analyste/programmeuse » de l'histoire.



George Boole, (2 novembre 1815 - 8 décembre 1864), mathématicien britannique.

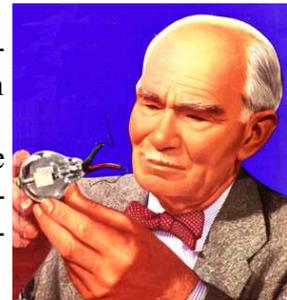
Il invente une algèbre binaire n'acceptant que deux valeurs numériques : 0 et 1 qu'on nommera plus tard l'algèbre de Boole.

Purement théorique à son époque, l'algèbre de Boole trouvera ensuite de nombreuses applications en informatique et dans la conception des circuits électroniques.



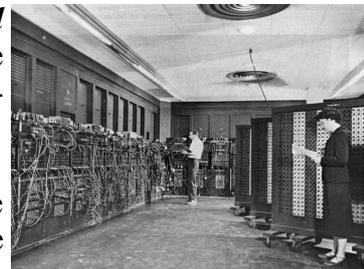
Lee De Forest (26 août 1873 - 30 juin 1961), électronicien américain

En 1907, en insérant une grille entre l'anode et la cathode d'une lampe diode, il invente la première triode nommée l'audion.



Voilà, tout est en place, les trois coups de l'histoire moderne de l'informatique peuvent retentir.

L'**ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer*), est le premier ordinateur entièrement électronique. Le 14 février 1946 il est dévoilé au public à l'Université de Pennsylvanie à Philadelphie.



Il contient 17 468 tubes à vide (descendants de la triode de Lee de Forest). Sa masse est de 30 tonnes, sa consommation est de 150 kilowatts.

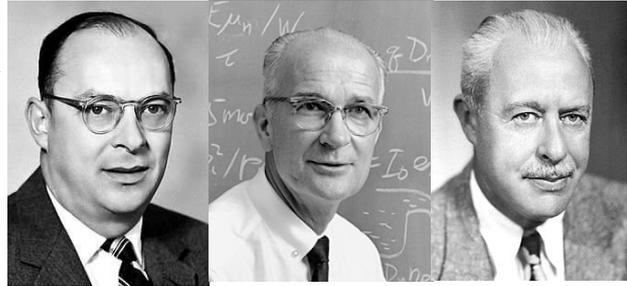


Les tubes à vide claquent régulièrement, ce qui rend la machine inopérante la moitié du temps. Le simple fait de ne jamais couper la machine, permet aux ingénieurs de réduire le nombre de pannes à un ou deux tubes par jour. La plus longue période de calcul sans panne est atteinte en 1954 avec 116 heures, ce qui est une prouesse compte tenu de la technologie de l'époque.

Une cause fréquente de panne était la combustion d'un insecte sur un tube chaud, provoquant un stress thermique local et la rupture de l'ampoule de verre. Un des termes d'argot américain désignant un insecte est *bug*. Ce terme, par extension, est devenu synonyme de dysfonctionnement informatique.

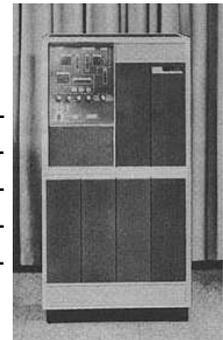
L'ENIAC fonctionne jusqu'au 2 octobre 1955

Le transistor a été inventé le 23 décembre 1947 par les Américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain, chercheurs de la compagnie Bell Téléphone.



Il permet le même travail que les tubes à vide utilisés dans l'ENIAC, mais avec une consommation beaucoup plus faible et une durée de vie beaucoup plus grande. Il est aussi beaucoup plus petit.

Dans la deuxième moitié des années 1950, on construit des circuits d'ordinateurs à l'aide de transistors comme par exemple l'IBM 1401. Dans le même temps, les langages informatiques évolués voient le jour : 1954 le FORTRAN, 1959 le COBOL et les techniciens conçoivent et fabriquent les périphériques (mémoires de masse, imprimantes, ...) sans lesquels l'ordinateur serait peu utile.



En cherchant à miniaturiser encore plus les machines, Jack Kilby invente en 1958 le circuit intégré. L'idée est de fabriquer en même temps, avec les mêmes techniques, sur un même support, tous les éléments d'un circuit électronique. Résultat : une machine plus petite, moins chère et moins gourmande en énergie.

L'informatique moderne peut maintenant décoller : au cœur de l'ordinateur se trouve un microprocesseur (le cerveau de la machine), de plus en plus complexe.

Évolution du nombre de transistors intégrés dans un microprocesseur



8086
Échelle 1

- 1971 : 4004 : 2 300
- 1978 : 8086 : 29 000
- 1982 : 80286 : 275 000
- 1989 : 80486 : 1,16 million
- 1993 : Pentium : 3,1 millions
- 1995 : Pentium Pro : 5,5 millions
- 1997 : Pentium II : 27 millions
- 2001 : Pentium 4 : 42 millions
- 2004 : Pentium Extreme Edition : 169 millions
- 2006 : Core 2 Duo : 291 millions
- 2006 : Core 2 Quad : 582 millions
- 2008 : Core i7 Bloomfield : 730 millions
- 2010 : Core i7 Gulftown : 1,17 milliard
- ... et l'évolution continue.

1981 IBM commercialise le premier PC (Personal Computer)



Dans le même temps, la capacité d'enregistrement (disque dur, CD, DVD, Clé USB) augmente et les prix ramenés à l'unité de calcul ou d'enregistrement s'effondrent. Par boutade, on peut dire que si l'automobile avait suivi la même évolution, une voiture ne coûterait aujourd'hui qu'une poignée... de centimes !

Comptons en binaire

Après avoir joué avec les cartes et traduit en binaire quelques nombres décimaux pris au hasard, on peut demander aux élèves d'écrire leur âge en binaire, puis de commencer à remplir les cases du « dictionnaire ».

Ils se rendront vite compte qu'il s'agit là d'une opération fastidieuse et on peut alors leur demander s'il n'y a pas une méthode pour traduire n'importe quel nombre du « Décimal » au « Binaire » ou du « Binaire » au « Décimal ».

La réponse est bien évidemment positive et est à la portée d'un élève qui maîtrise la division entière par deux dans un cas, la multiplication par deux et l'addition dans l'autre.

Du décimal au binaire :

La méthode est basée sur l'utilisation des restes de divisions entières par deux (0 si le nombre divisé est pair, 1 s'il est impair), jusqu'à obtenir un quotient = 0

Voici deux exemples :

47	Divisé par 2 = 23	Reste 1
23	Divisé par 2 = 11	Reste 1
11	Divisé par 2 = 5	Reste 1
5	Divisé par 2 = 2	Reste 1
2	Divisé par 2 = 1	Reste 0
1	Divisé par 2 = 0	Reste 1
Décimal		Binaire
47		101111



52	Divisé par 2 = 26	Reste 0
26	Divisé par 2 = 13	Reste 0
13	Divisé par 2 = 6	Reste 1
6	Divisé par 2 = 3	Reste 0
3	Divisé par 2 = 1	Reste 1
1	Divisé par 2 = 0	Reste 1
Décimal		Binaire
52		110100



On remarquera que le premier reste de division ($47 / 2 = 23$, reste 1) donne le chiffre des unités en binaire, le reste de la deuxième division le chiffre de rang 2, le dernier reste le chiffre du rang le plus élevé (rang 6 dans cet exemple). Les informaticiens diront que le premier reste correspond au « bit » de poids le plus faible et que le dernier correspond au « bit » de poids fort.

C'est l'inverse avec les cartes où l'on détermine en premier le « bit » de poids fort.

L'avantage de la méthode par calcul est qu'elle est indépendante de l'importance du nombre à traduire alors qu'avec les cartes, le nombre de cartes disponibles limite les possibilités. Par exemple, avec 5 cartes, on peut aller de 00000 à 11111 en binaire, c'est-à-dire de 0 à 31 en binaire.

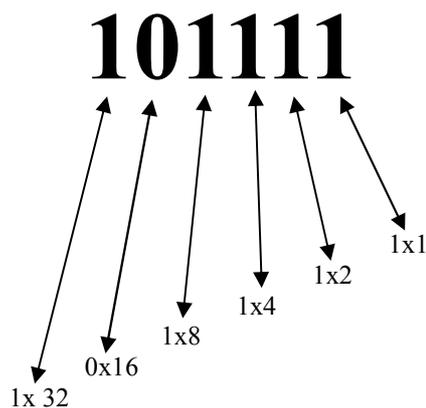
En fonction des capacités des élèves, vous pouvez leur proposer des exercices avec des nombres plus ou moins grands, en calcul mental ou avec l'aide d'une feuille de papier et d'un crayon, en leur présentant, outre des nombres pris au hasard quelques nombres remarquables : 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024

Du binaire au décimal

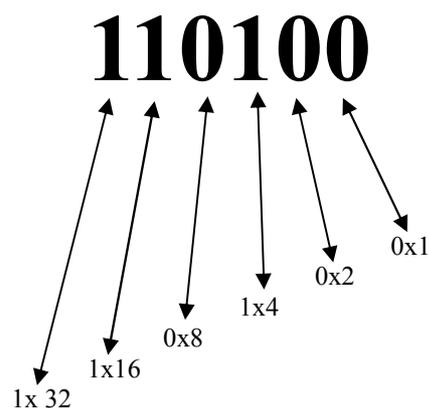
Dans ce sens, la méthode correspond à l'addition des nombres décimaux correspondants à chacun des chiffres du nombre binaire.

Le premier chiffre en partant de la droite (« bit » de poids faible) correspond à une unité, le suivant à 2, le troisième à 4 (2×2), le troisième à 8 ($2 \times 2 \times 2$), etc.

Exemples :



$$1x1 + 1x2 + 1x4 + 1x8 + 0x16 + 1x32 = \\ 1 + 2 + 4 + 8 + 32 = \mathbf{47}$$



$$0x1 + 0x2 + 1x4 + 0x8 + 1x16 + 1x32 = \\ 4 + 16 + 32 = \mathbf{52}$$

Question : quel est le plus grand nombre décimal que l'on peut écrire en binaire avec 8 chiffres (1 octet) ?

Réponse : 11111111 en binaire correspond à 255 en décimal

Et combien vaut en décimal le nombre binaire 1 000 000 000 ? (réponse : 512)

Vous avez dit « Numérique » ?

Le but de cet atelier est de montrer que l'on peut coder textes, images ou sons avec des « 0 » et des « 1 », c'est-à-dire en binaire.

Textes : c'est le plus simple, et d'ailleurs le travail des textes sur ordinateur (traitement de textes) a précédé l'apparition des images et des sons sur nos machines.

Si vous pouvez faire venir en classe des grands-parents de vos élèves, ils (elles) pourront vous parler de ces écrans affichant (très sommairement) les textes en blanc sur fond noir, vert ou ambre et qui fatiguaient abominablement les yeux.

Images : au delà des exercices de codage et de décodage d'images simplistes (64 pixels, noir et blanc ou 8 couleurs) proposés, on pourra afficher une photographie numérique avec un logiciel de dessin et en agrandir une partie jusqu'à voir les pixels :



Après avoir étudié le nombre de chiffres binaires utilisés pour enregistrer une photographie prise avec un appareil numérique courant, on pourra évaluer le nombre de chiffres binaires nécessaires pour enregistrer une seconde de vidéo (25 images par seconde).

Nous sommes aujourd'hui habitués à voir des images fixes ou animées sur un écran d'ordinateur, à imprimer en quelques instants une photo en qualité très convenable sur une simple imprimante de bureau.

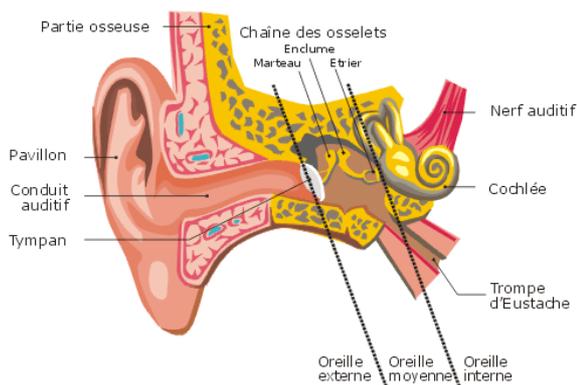
Demain, ce sera aussi vrai en trois dimensions : les « imprimantes » 3D sont aujourd'hui utilisées dans les bureaux d'étude, demain peut-être chez nous.

On sait « photographier » en 3D, numériser un volume, on peut imaginer de fabriquer à l'unité une reproduction de l'objet « photographié »... et pourquoi pas la statue (miniaturisée) de la personne de votre choix !



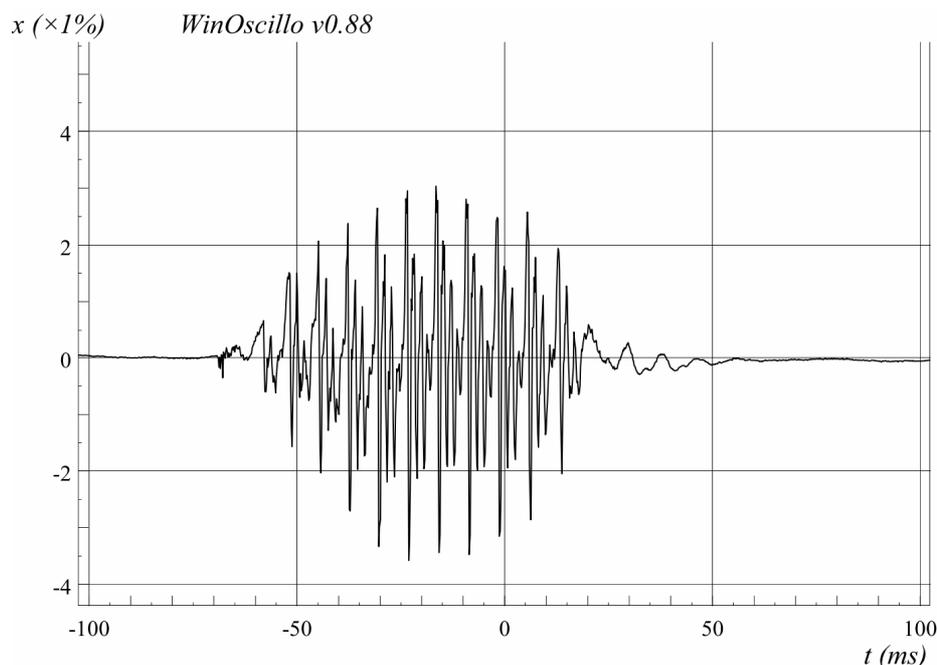
Sons

Le son est une vibration de l'air qui fait vibrer notre tympan, lequel fait vibrer la chaîne des osselets qui transmettent ces vibrations aux cils vibratiles de cellules de la cochlée qui transforment ces vibrations en signal envoyé au cerveau par le nerf auditif.



On peut sentir ces vibrations en parlant devant une feuille de papier sur laquelle on pose un doigt (sans appuyer). On peut aussi capter ces vibrations (ce son) à l'aide d'un microphone qui les transforme en variations d'une tension électrique. Pour visualiser cette tension variable, on peut utiliser un oscilloscope, ou plus simplement un logiciel qui permet cette visualisation sur n'importe quel ordinateur. C'est le cas de **WinOscillo**, logiciel gratuit que vous pouvez télécharger et installer sur vos ordinateurs. S'il s'agit de portables, ils ont un microphone incorporé, s'il s'agit d'appareils de bureau il faudra leur adjoindre un microphone.

Demandez ensuite aux élèves de parler devant le microphone et ils « verront » ce qu'ils disent :



On expliquera alors aux élèves que la « carte son » de l'ordinateur permet de mesurer des milliers de fois par seconde la hauteur du signal et de traduire cette mesure en binaire.

En sortie, cette même carte permet de reconstituer le signal à partir des « 0 » et des « 1 » et de l'envoyer à un amplificateur puis au casque ou au haut-parleur qui fera vibrer l'air...

On pourra par la suite reprendre ce montage et tester des sons divers, graves ou aigus, par exemple en utilisant un instrument de musique et ainsi approcher la notion de fréquence.

WinOscillo

Le programme qui transforme votre PC en oscilloscope.

WinOscillo est destiné aux personnes qui veulent voir le signal ou le spectre d'un son, mesurer sa fréquence et même tester un appareil audio sans investir dans du matériel coûteux.

Le programme est encore en cours de finalisation. Mais vous pouvez déjà [télécharger une version bêta](#) (v0.88) utilisable librement à titre privé (sans aucune limitation dans le temps). Pour m'aider à finaliser ce programme n'hésitez pas à m'envoyer vos remarques et critiques par [mail](#), ainsi que les bogues que vous seriez amené à découvrir.

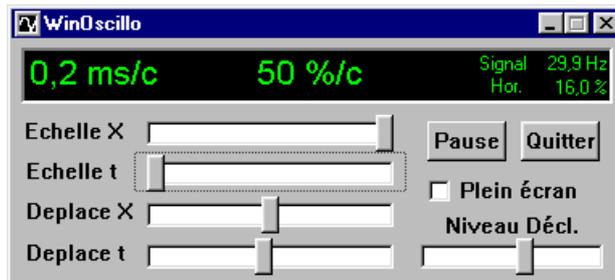


Figure 1 Panneau de contrôle de l'oscilloscope

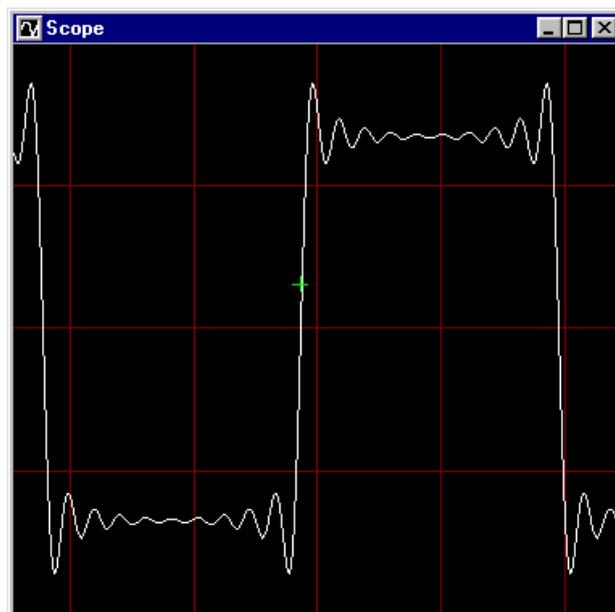


Figure 2 Fenêtre de visualisation du signal

Statut du logiciel :

L'utilisation de WinOscillo est libre.

Page de téléchargement : <http://perso.numericable.fr/~haasjn/haasjn/WinOscillo/index.html>

Le dossier contient une page sur laquelle est reproduit en code binaire un dixième de seconde de musique. On peut donc imaginer qu'en imprimant recto-verso, une feuille A4 permettra d'enregistrer 0,2 s de musique, 5 feuilles 1 seconde de musique et qu'il faudra donc 1000 feuilles (2 ramettes) pour enregistrer 200 secondes de musique, c'est-à-dire juste une chanson !

Cela permet de donner une idée des capacités d'enregistrement d'un CD, d'un DVD, d'une clé USB ou d'un disque dur actuel.

Sur une simple carte SD de 16 Giga octets (valeur banale aujourd'hui), on peut enregistrer des centaines d'heures de musique, des milliers de livres ou des heures de vidéo.



Tri alphabétique à la manière de l'ordinateur

La principale difficulté de cet atelier... est qu'il n'y en a pas !

En effet, si l'on suit « bêtement » le cheminement sur l'algorithme (on dit aussi « logigramme »), en respectant scrupuleusement les consignes, on finit toujours par arriver à la fin, les trois cartes étant dans l'ordre alphabétique.

Il est bon de faire faire plusieurs tris aux élèves, en partant de situations différentes :

- Cartes dans le désordre total. Exemple D, A, B
- Cartes à moitié dans l'ordre. Exemple A, E, B ou F, B, D
- Cartes déjà dans l'ordre. Exemple B, D, E

Ensuite, on peut utiliser un tableur, entrer par exemple la liste des élèves de la classe avec pour chacun le nom, le prénom, la date de naissance, la taille, etc.

En utilisant la fonction « Données » --> « Trier » sur l'un des items renseignés, on verra que même avec un ordinateur « bas de gamme », le tri semble -à notre échelle- instantané. En réalité, le « temps machine » est d'autant plus important que la liste est longue, mais il faut des listes bien plus grandes que les élèves d'une classe ou même de l'école entière pour s'en rendre compte.

Cela permet de montrer l'une des caractéristiques principales d'un ordinateur : sa rapidité d'exécution.

Nota : l'algorithme de tri utilisé ici n'est pas le plus performant. Lorsque l'on doit trier de longues listes, il est préférable de commencer par le milieu de la liste et non par le premier élément comme ici. On démontre, en utilisant des calculs de probabilité que dans le pire des cas cela sera aussi long qu'avec l'algorithme utilisé ici, donc statistiquement plus rapide.

Pour prolonger cet atelier, on pourra proposer aux élèves d'écrire un algorithme en partant d'une action globale qu'ils auront choisie et qu'ils découperont en actions élémentaires et en choix binaires.

Exemple : choix des vêtements pour la journée en fonction de la météo est des activités prévues.

Cela leur permettra de comprendre que l'on peut décomposer toute action, aussi complexe soit-elle, en une suite (parfois très longue) d'actions élémentaires.

Bloc logique

Sur la durée d'un atelier (20 à 30 min), il semble difficile d'étudier toutes les possibilités offertes par les capteurs présents dans la boîte.

Il est possible d'étudier dans un premier temps les capteurs « Nuit », « Jour », « sec », « vrai pendant » séparément, l'entrée 2 étant neutralisée à l'aide du périphérique « Toujours vrai ».

On pourra alors introduire la distinction entre « Automate » (indépendant des conditions extérieures) en réalisant une minuterie et « Robot » (utilisant un ou des capteurs) en réalisant un allumeur de réverbère, une commande de tapis roulant ou un avertisseur de sécheresse.

Ensuite, on pourra utiliser toute la puissance du « cerveau » en couplant deux périphériques :

- Périphériques « Vrai pendant » et « Nuit » pour une minuterie anti-gaspi (Lampadaire branché en sortie, son désactivé)
- Périphériques « Sec » et « Jour » pour un avertisseur de sécheresse qui vous laisse dormir (sortie son activée)
- Périphériques « Sec » et « Nuit » pour un arrosage automatique de votre plante verte préférée (pompe branchée en sortie, son désactivé).

L'idée de base est de montrer qu'avec une seule fonction logique et quelques capteurs, la liste des possibilités est déjà longue.

Avec un ordinateur, une programmation évoluée et plusieurs capteurs, les capacités d'actions sont beaucoup plus importantes. Pour illustrer cela, on peut évoquer les voitures d'aujourd'hui, totalement dépendantes de l'ordinateur de bord pour fonctionner (mais beaucoup plus performantes que les modèles plus anciens sans ordinateur) ou les possibilités offertes aujourd'hui par la domotique.

Pour les bricoleurs qui voudraient augmenter la collection de capteurs, on peut facilement réaliser des capteurs sensibles à la température en utilisant des résistances sensibles à la température (CTN 10 kOhms par exemple) associés à une résistance variable (pour régler le seuil de déclenchement). Cela permettra de simuler le fonctionnement d'un thermostat de chauffage ou de réfrigération.

Documents à photocopier pour les ateliers

Dictionnaire « Binaire » / « Décimal »

Décimal	Binaire
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	

Alain ROBERT



Ateliers « Informatique »

Documents d'accompagnement

