

LES ECHOS DE SAINT-MAURICE

Edition numérique

Jean-Pierre BOISSARD

Mémoire artificielle et mémoire humaine

Dans *Echos de Saint-Maurice*, 1985, tome 81, p. 212-220

© Abbaye de Saint-Maurice 2013

Mémoire artificielle et mémoire humaine

1. **Introduction**
2. Quelques aspects techniques et technologiques de l'informatique
 - 2.1 Qu'est-ce qu'une mémoire et un ordinateur?
 - 2.2 Les principes de codage
 - 2.3 Les principaux types de mémoire
 - 2.4 Les caractéristiques des différents types de mémoire
3. Comparaisons entre mémoire et intelligence artificielle et humaine
 - 3.1 Quelques informations sur le cerveau humain
 - 3.2 Quelques fonctions propres à l'homme et à l'ordinateur
 - 3.3 Les conséquences des fonctions propres à l'homme
4. Conclusion

1. **Introduction**

- Peut-on se revoir la semaine prochaine ?
- Un moment, je regarde mon agenda.

Chacun de nous a dit et entendu de multiples fois ces mots. Un ordinateur répondrait : « Un moment, je regarde ma mémoire. » Quelle est donc la différence entre mon agenda et ma mémoire ? L'agenda n'oubliera pas, mais moi je peux oublier mon agenda dans la poche de l'autre paletot ou oublier de le consulter.

Le dictionnaire donne la définition suivante pour la mémoire : faculté par laquelle s'opère dans l'esprit la conservation et le retour d'une connaissance antérieurement acquise. On voit qu'à la différence près « dans l'esprit » un

agenda, un livre, un tableau, un morceau de musique, etc., sont des mémoires. On voit déjà que la comparaison entre mémoire artificielle et mémoire humaine s'articulera dans le rapport mémoire-esprit. Mais avant d'aborder cette question faisons un détour par l'informatique.

2. Quelques aspects techniques et technologiques de l'informatique

2.1 *Qu'est-ce qu'une mémoire et un ordinateur ?*

De façon très grossière un ordinateur se compose de 3 parties :

- le c.p.u. (central processor unit) ;
- la mémoire ;
- les périphériques.

Le c.p.u. est le cœur de l'ordinateur. Il effectue les opérations et les décisions logiques. C'est un tout petit peu l'équivalent de notre raison.

La mémoire contient deux types d'informations : le programme, qui dit au c.p.u. la suite des opérations à effectuer, et les données sur lesquelles doivent être effectuées les opérations.

Les périphériques sont les dispositifs qui permettent à l'ordinateur de recevoir les informations dont il a besoin et aussi de restituer les résultats de son travail. Comme exemple de périphériques on peut citer le clavier (pour entrer des lettres et des chiffres), l'écran TV pour afficher les résultats, et l'imprimante pour les archives. La diversité des périphériques est presque illimitée. Par exemple un robot peut avoir une caméra vidéo (la vue), des capteurs de forces (le toucher), des moteurs électriques (les muscles). Tour à tour ces périphériques informent l'ordinateur et sont commandés par lui. Avec d'autres périphériques on peut également donner à l'ordinateur un pseudo-odorat, goût et ouïe. De cette description sommaire d'un ordinateur il faut retenir une chose : la mémoire est indispensable puisqu'elle contient à la fois le programme et les données.

Maintenant regardons de plus près ce qu'est technologiquement une mémoire d'ordinateur. Fondamentalement, c'est extrêmement simple et même bête : une mémoire est constituée uniquement d'une longue suite de 1 et de 0 qu'on appelle bits. Ces bits sont, le plus souvent, une série de

transistors qui peuvent être dans deux états distincts qu'on appelle état 1 et état 0.

Cependant il n'est pas très intéressant de ne pouvoir mémoriser que des 1 et des 0. Il a donc fallu trouver un truc, et en voici le principe :

avec 1 bit on a 2 états possibles : 0 et 1 ;

avec 2 bits on a 4 états possibles : 00, 01 et 10, 11,
soit les 2 états de 1 bit précédés de 0 ou de 1 ;

avec 3 bits on a 8 états possibles : 000, 001, 010, 011 et 100, 101, 110, 111,
soit les 4 états de 2 bits précédés de 0 ou de 1.

Il n'est pas très difficile de voir ce que ça donne en prenant des groupes de bits de plus en plus grands. On obtient le tableau suivant :

nombre de bits :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nombre d'états possibles :	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

Suivant le nombre de « choses » différentes que nous voulons représenter, il est alors simple de déterminer quel est le nombre minimal de bits qu'il faut prendre et de choisir un code. Par exemple, pour représenter les 10 chiffres de 0 à 9, il nous faut des groupes de 4 bits. Un code raisonnable serait :

chiffre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
code	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

2.2 Les principes de codage

Bien que rien n'impose réellement un codage particulier, très vite un code standard s'est développé pour représenter les caractères. Il s'appelle le code ascii. Les caractères sont représentés par des groupes de 8 bits appelés bytes. Par exemple le mot *bon* aura la représentation suivante :

001111100100101001001011
b o n

Avec 8 bits on peut représenter 256 états, donc 256 caractères. En réalité le nombre de caractères est d'environ 100 avec les minuscules, les majuscules, les chiffres et les signes de ponctuation. Il y a donc un certain nombre d'états qui restent à disposition pour des fonctions particulières à l'ordinateur ou pour un deuxième jeu de caractères.

Pour les nombres entiers il y a aussi un code standard : un entier est codé sur 2 bytes, donc 16 bits ou 65536 états possibles. Selon ce standard l'ordinateur « connaît » les nombres entiers de -32768 à 32767. Voici quelques exemples :

0	=	0000000000000000			
1	=	0000000000000001	-1	=	1111111111111111
2	=	0000000000000010	-2	=	1111111111111110
23	=	0000000000010111	-23	=	1111111111101001
10013	=	0010011100011101	-10013	=	1101100011100011

Ce codage est relativement simple. Regardons comment il fonctionne pour les nombres positifs. Le bit de droite vaut 1 s'il est à l'état 1, et 0 autrement. Le bit suivant vaut 2 s'il est à l'état 1, et 0 autrement. Le troisième bit vaut 4 s'il est à l'état 1, et 0 autrement ; et ainsi de suite jusqu'au quinzième bit qui vaut 32768 à l'état 1. Pour trouver la valeur du nombre codé il suffit de faire la somme des valeurs de tous les bits à l'état 1. Pour les nombres négatifs on procède ainsi : on code le nombre positif puis on inverse les états de chaque bit avant d'ajouter 1 au résultat. On remarque que le bit de gauche sert de bit de signe.

Pour les nombres fractionnaires ou décimaux la technique de codage est différente. On les représente sous la forme d'un produit de deux nombres. Le premier terme du produit est une puissance entière de 2 et le second est un nombre fractionnaire plus petit que 2 mais plus grand ou égal à 1. Prenons quelques exemples :

nombre	puissance de 2	exposant	nombre fractionnaire
3.4	2	1	1.7
10.0	8	3	1.125
0.3	0.25	-2	1.2
8243.2	8192	13	1.00625

Dans l'ordinateur il suffit de mémoriser l'exposant de la puissance de 2, par exemple 13 au lieu de 8192. En prenant un byte pour représenter l'exposant on arrive à coder des nombres qui ont 38 zéros avant la virgule pour les plus grands et 38 zéros entre la virgule et le premier chiffre significatif pour les plus petits. Le nombre fractionnaire est lui codé sur 3 bytes, ce qui donne une précision de 7 chiffres significatifs. Si cette précision n'est pas suffisante (la banque qui travaille avec des millions n'a jamais fait cadeau des centimes) on code le nombre fractionnaire sur 7 bytes et on arrive alors à 15 chiffres significatifs, ce qui satisfait même les banquiers suisses.

Ce qu'il faut remarquer dans cette description des différents codages (caractère, entier, nombres fractionnaires, simple et double précision), c'est la différence du nombre de bytes nécessaires. La conséquence est que si un programme veut lire sa mémoire il doit savoir quel est le code qui a été utilisé lors de l'écriture. Sinon il va y avoir de gros problèmes, et je suis certain que toute personne travaillant avec l'ordinateur a déjà eu ce problème.

2.3 *Les principaux types de mémoire*

Il y a deux types principaux de mémoire : la mémoire centrale que le c.p.u. peut directement lire ou charger et les mémoires périphériques où l'ordinateur n'a accès que de manière indirecte.

Chacun de ces types se subdivise encore en deux. Pour la mémoire centrale il y a la r.o.m. (read only memory) qui est chargée une fois pour toutes, avant son implantation dans l'ordinateur, et que le c.p.u. ne peut que lire. Dans ce type de mémoire on met principalement les sous-programmes de base, qui permettent la gestion de l'ordinateur et les fonctions toujours nécessaires. L'autre classe de mémoire est la r.a.m. (random access memory) où le c.p.u. peut lire ou écrire à volonté.

Les mémoires périphériques se subdivisent en mémoires à accès semi-direct et mémoires à accès séquentiel. Le type même de la mémoire séquentielle est la bande magnétique qu'il faut dévider pour atteindre l'endroit adéquat. Le type de la mémoire à accès semi-direct est le disque. La position transversale de la tête de lecture est commandée directement et l'on peut lire ou écrire les informations dans l'ordre que l'on désire.

2.4 Les caractéristiques des différents types de mémoire

Pour une mémoire il y a trois caractéristiques principales: la vitesse, la capacité et le prix. La vitesse se définit de deux manières : le temps qu'il faut pour se positionner sur la case mémoire et le temps qu'il faut pour lire une suite d'informations.

La capacité est le nombre d'informations qui peut être mémorisé. On l'exprime en kb (kilobyte = 1024 bytes) ou en mb (mégabyte = 1 048 576 bytes).

Le prix s'exprime en francs par kb mais pour les mémoires périphériques il faut faire intervenir le prix du support (la bande magnétique ou le disque), et le prix du driver (le lecteur de bande ou de disque). Voici un tableau qui donne les valeurs maximales actuelles pour les plus gros ordinateurs. Les prix sont approximatifs mais le rapport des prix, d'un type à l'autre, est assez constant dans le temps.

	capacité	accès	kb/sec	prix/kb	
mémoire centrale	16 mb	0	100000	10.-	fr.
disque	512 mb	0.001s	10000	0.20	fr.
bande magnétique	256 mb	de 1s à plusieurs minutes	100	0.02	fr.

Ces chiffres ne sont là que pour donner des ordres de grandeur. Si on prend un ordinateur grand public les valeurs changent de manière impressionnante :

mémoire centrale	64 kb	0	500	10.-	fr.
disquette souple	512kb	0.2 s	250	4.-	fr.
micro-cassette	300 kb	de 5 s à plusieurs minutes	0.5	0.10	fr.

Pour avoir un point de comparaison, une page A4 tapée à la machine demande environ 3 kb de mémoire et un gros livre représente 1 mb.

3. Comparaisons entre mémoire et intelligence artificielle et humaine

3.1 *Quelques informations sur le cerveau humain*

De plus en plus de gens, spécialement des chercheurs en informatique, pensent qu'une véritable intelligence artificielle est sur le point d'être créée par l'homme. Selon eux, il n'y a guère qu'une différence de capacités mémoire entre le cerveau humain et celui des singes. Pour l'ordinateur il y a en plus une différence de rapidité, mais comme en trente ans la vitesse et la capacité des ordinateurs ont été multipliées par un million, il ne fait pas de doute que ce retard sera vite comblé. Dès lors pourquoi ne se mettrait-il pas à penser lui aussi et à devenir ainsi indépendant de l'homme qui l'aura créé ? Cette question n'est plus du domaine de la science-fiction et le film *2001 Odysée de l'espace* est la réalité de demain pour ces gens.

Bien que nous ne connaissions encore que très peu et très mal le fonctionnement de notre cerveau, comme le dit lui-même M. Ghika, on estime généralement que l'homme a une capacité mémoire de 10^{13} bytes, soit environ de quoi mémoriser 10 millions de livres si nous pouvions consacrer toute notre mémoire à cette seule tâche. La vitesse de notre cerveau est tout aussi impressionnante et pour certaines fonctions notre cerveau travaille un million de fois plus vite que les meilleurs ordinateurs. Alors pourquoi se poser la question de la comparaison c.p.u.-cerveau, me direz-vous ? D'une part parce que ce facteur un million est justement le progrès qui a été réalisé en trente ans et que, d'autre part, l'ordinateur nous dépasse déjà dans certains types de travaux.

3.2 *Quelques fonctions propres à l'homme et à l'ordinateur*

Commençons par regarder les spécificités de l'ordinateur :

- Il mémorise tout ce qu'on veut, du premier coup et sans erreur. Fini le bachotage.
- Il mémorise à très grande vitesse sans être obligé d'analyser les informations. Il peut le faire après coup.
- Il peut consacrer le 100 % de ses capacités à un seul problème aussi longtemps que nécessaire.
- Dès qu'une information lui est inutile il peut l'oublier complètement et définitivement.

Ces caractéristiques font que l'ordinateur nous est largement supérieur pour tout ce qui concerne le calcul numérique, l'archivage, le classement et le tri, le contrôle et la commande de processus asservis. Mais il y a encore d'autres domaines où il nous dépasse, et celui qui n'est pas le moins surprenant est la possibilité de trouver la démonstration des nouveaux théorèmes mathématiques. Face à tout cela quels peuvent bien être les avantages spécifiques du cerveau humain ?

- Il peut être fatigué.
- Il ne maîtrise pas ce qu'il mémorise et ce qu'il oublie.
- Il ne se souvient qu'approximativement de la plupart des choses.
- Il ne s'arrête qu'une seule et unique fois.

Quelle belle liste de désavantages ! Comment vouloir résister à l'ordinateur avec toutes ces (nos) tares ?

3.3 *Les conséquences des fonctions propres à l'homme*

La première fonction propre que j'ai relevée est la possibilité d'être fatigué, et ce n'est pas une boutade ! Un des points qui me semblent décisifs pour l'intelligence humaine, c'est justement que nous souffrons tous de manques (faim, fatigue, etc.) et que nous pouvons les satisfaire plus ou moins. En effet, comme l'a montré Piaget, c'est l'alternance faim/tétée -fatigue/sommeil qui permet au nourrisson de prendre conscience de son existence et de l'existence des autres. Cette prise de conscience, l'ordinateur ne pourra vraisemblablement jamais la faire puisqu'il n'a pas de corps, mais qu'un pseudo-cerveau.

La deuxième fonction, ne pas pouvoir maîtriser ce qu'on mémorise et ce qu'on oublie, est tout aussi importante. Si nous pouvions oublier à volonté, nous le ferions chaque fois que quelque chose de désagréable nous arrive. Cette démarche signifierait à chaque fois la perte d'une partie de notre identité et finalement l'impossibilité de prendre réellement conscience de nous-mêmes. De l'autre côté, si l'on ne mémorisait que ce que l'on veut, on ne pourrait jamais faire des rapprochements et des comparaisons a posteriori, comme nous le faisons dans le rêve ou dans l'imagination.

La troisième fonction, l'approximation de nos souvenirs, nous permet deux démarches essentielles :

- Mettre en relation des choses qui de prime abord n'ont rien en commun, comme une locomotive et un morceau de musique (*Pacific 231 !*), et ce

type d'association est certainement essentiel à la démarche de l'abstraction.

- Nous raconter à nous-mêmes, en privilégiant les éléments qui nous apparaissent importants, de manière à ce que notre identité et notre conscience de nous-mêmes puissent évoluer de manière souple et douce.

La quatrième fonction — il ne s'arrête qu'une seule fois, c'est-à-dire que nous serons tous confrontés à notre mort et que nous sommes conscients de ce fait — nous place dans une histoire où le temps s'écoule toujours, et toujours dans le même sens. Cet écoulement inexorable du temps nous pousse à nous poser des questions, telles que le sens de la vie, d'où est-ce que je viens, où est-ce que je vais, etc.

4. Conclusion

Les quelques considérations que j'ai faites au paragraphe précédent me semblent donner des bases pour penser le problème homme/ordinateur et établir une distinction nette. Une autre démarche pourrait par exemple s'appuyer sur les travaux de Freud et poser une distinction en fonction de la présence et de l'absence de la sexualité. Je suis persuadé que de multiples autres démarches sont possibles, et même que certaines arriveront à la conclusion que nos enfants ou les leurs seront les esclaves de l'ordinateur. Pour choisir entre ces différentes démarches possibles il me semble qu'un bon critère est de vérifier l'image de l'homme qui est sous-jacente à la démarche. Personnellement j'ai refusé de considérer uniquement l'homme comme « un animal doué de raison », surtout si cette raison n'est que la raison logique. Ce qui me semble être un avantage de l'analyse qui précède, c'est d'arriver à une clarification de la distinction entre les domaines propres à l'homme et ceux où la machine est plus performante que nous. Je ne crois pas qu'il faille pleurer parce qu'une machine bête est capable de trouver la démonstration d'un nouveau théorème. Réjouissons-nous plutôt de pouvoir porter une plus grande part de nos forces sur ce qui nous est spécifique et ainsi de devenir un peu plus homme. C'est-à-dire un être en relation avec lui-même, avec les autres et avec l'Autre.

Achévé d'entrer ces lignes dans mon ordinateur, le 25 janvier 1985.

J.-B. Boissard