

Avant-propos

Ce livre est consacré aux systèmes d'information organisationnels, ce qui englobe mais n'est pas limité aux systèmes informatiques.

Pourquoi ce livre?

Ecrire a constitué pour moi depuis une dizaine d'années un objectif. Un objectif consistant à rassembler toutes les notes de cours sur les systèmes d'information que j'avais utilisées dans deux langues et dans six universités et cinq pays. Les publier devenait urgent vu les développements rapides caractérisant le domaine.

Jusqu'à la publication de ce livre, les notes de cours étaient synthétisées et communiquées aux étudiants soit par courrier électronique soit sur le Web. Avec le temps, le livre que ces synthèses ont engendré a fini par être démesuré, dépassant 800 pages. C'est pourquoi sa publication sous forme d'ouvrage subdivisé en deux parties était devenue une impérieuse nécessité.

A qui s'adresse ce livre?

Ce livre est destiné à tous les étudiants ayant à suivre un cours de systèmes d'information, sans distinction de spécialité, mais toujours dans le contexte de la gestion et du management. Plus particulièrement, les étudiants susceptibles de tirer avantage de ce cours sont les étudiants de gestion (finances, marketing, ressources humaines, comptabilité, management, entrepreneuriat, etc.) des classes de deuxième et de troisième cycles de l'enseignement supérieur.

L'ouvrage est organisé en treize chapitres. Le premier tome est composé des six premiers chapitres.

Dans le premier, j'expose les capacités humaines de traitement de l'information, ainsi que leurs limitations. Ces limitations constituent une des justifications du besoin et du recours aux systèmes d'information machines.

Dans le deuxième chapitre, je parcours les concepts, les modèles et les théories, dont la plupart sont empruntés à d'autres disciplines, qui sont nécessaires à la compréhension du rôle et de l'importance des systèmes d'information organisationnels, qu'ils soient humains ou machines.

Dans le troisième chapitre, je me concentre sur les outils technologiques, notamment le matériel et les logiciels informatiques.

Dans le quatrième chapitre, je présente les systèmes d'information informatisés utilisés dans la gestion des entreprises.

Je consacre le cinquième chapitre à la planification et la gestion de ces systèmes d'information par les entreprises et le sixième et dernier chapitre de cette partie au développement des systèmes d'information informatisés.

Ce livre n'est donc pas un livre d'informatique puisque à peine un cinquième de la première partie et moins du dixième de la totalité de l'ouvrage est explicitement et directement consacré à l'informatique.

Il va sans dire que cet ouvrage ne peut constituer le support d'un seul cours. L'étudiant ne peut être tenu responsable de tout le contenu dont plusieurs parties sont documentaires. Mais les notions, modèles et théories couverts, et tout ce qui résiste au passage du temps sont des connaissances que l'étudiant doit acquérir afin de parfaire sa culture en systèmes d'information. L'enseignant adoptant cet ouvrage comme support pour son cours sera donc libre de sélectionner les parties qui lui sont appropriées.

Je ne crois pas que quelques lignes suffiront pour remercier tous ceux et toutes celles qui ont contribué, de près ou de loin, directement ou indirectement, à la finition de cet ouvrage, mais je ne manquerai pas de remercier le Dr. William R. King, University of Pittsburgh, qui m'a réellement introduit au domaine, le Dr. Gordon B. Davis, University of Minnesota, qui fut le seul à me faire percevoir l'étendue du domaine, et le Dr. Dennis F. Galletta, University of Pittsburgh, qui m'a sensibilisé aux aspects humains.

Je tiens également à remercier le Professeur Mohamed Ben Ahmed de l'Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique (ENSI)

dont je n'ai malheureusement jamais été l'étudiant. Il m'a fait l'honneur de lire très attentivement ce livre en m'éclairant sur certains aspects qui soit méritaient plus d'attention, soit moins d'insistance, soit carrément une mise à jour.

Je lui suis particulièrement redevable de l'insertion de la théorie de l'énaction telle que vue par Francisco Varela (Chapitre I), de l'inclusion des travaux de André Leroi-Gourhan, notamment la mention de son livre *Le Geste et la Parole*, dans la section réservée aux outils (Chapitre I), de la précision sur les nuances définitionnelles entre le logiciel libre et l'*open source* (Chapitre III), sans parler de l'inclusion des méthodes agiles de développement, dont notamment la méthode Extreme Programming (XP, Chapitre VI). Je suis sincèrement convaincu de la valeur ajoutée que le Professeur Ben Ahmed a apporté à ce livre. Outre sa qualité significativement rehaussée, le volume de l'ouvrage s'est vu grossir de quelque 15%.

Je tiens également à remercier M^{mes} Imen Tounsi et Aïcha Ammar-Fourati, pour leur patience lors de la relecture des manuscrits qui ont précédé la publication de ce livre. Je leur suis reconnaissant pour les innombrables corrections qu'elles ont apportées à un texte initial de plus de mille pages sous la pression de leurs multiples autres responsabilités et échéances. Sans leur aide, cet ouvrage ne serait certainement pas ce qu'il est. Toute erreur, omission ou imprécision dans le texte final reste bien évidemment ma seule et entière responsabilité.

Je ne terminerai pas sans remercier tous les enseignants, tunisiens et américains, qui m'ont appris à enseigner et tous les étudiants tunisiens, libanais, emirati, canadiens et américains, qui, en suivant mes cours et mes séminaires, m'ont appris à apprendre.

Je dédie ce livre à mes chers enfants, Sarah et Aymen, que Dieu soit loué pour me les avoir donnés et pour m'avoir permis de réaliser cet ouvrage.

Mohamed Louadi
Institut Supérieur de Gestion de Tunis
Juin 2006

Préambule

Les entreprises ont généralement besoin de gérer une quantité grandissante de données. Pour ce faire, des bases de données et des fichiers sont généralement utilisés. Les bases de données traditionnelles avaient été développées au début des années 1960 pour des environnements informatiques dits «centraux» (main-frame computers).

Assez tôt, la demande en informations rapides se fit de plus en plus sentir et, au début des années 1970, les systèmes informatiques transactionnels firent leur apparition. Au milieu des années 1970, la technologie des systèmes experts se développa et trouva des applications en gestion. Ces systèmes furent surtout utilisés pour stocker les connaissances des experts. Au cours des années 1980, les systèmes hypermédia commencèrent à traiter non seulement des données textuelles, mais également des images et du son. Rapidement, outre les entreprises, le public, moins connaisseur en informatique, put avoir accès aux ordinateurs et à leurs applications.

Parallèlement, une nouvelle discipline, le Management Information Systems (MIS) se développait aux États-Unis, et plus particulièrement à l'université du Minnesota où le premier département MIS avait été créé grâce aux efforts de quelques pionniers dont Gordon B. Davis (University of Minnesota), William R. King (University of Pittsburgh), Charles H. Kriebel (Carnegie Mellon University), Jay F. Nunamaker (University of Arizona) et bien d'autres. Des cours de MIS étaient enseignés bien avant que le terme MIS ne soit inventé par Gordon Davis, considéré comme le «père» de la discipline non seulement en raison du fait que ce fut lui qui imagina l'expression Management Information Systems¹ mais également en raison du fait qu'il fut le premier à avoir situé l'informatique et l'ordinateur dans un contexte organisationnel dans son livre *Computer Data Processing* publié en 1969. Un mastère de MIS fut créé à l'université du Minnesota en 1968 (Davis, 1992; Dickson, 1981).

¹ Sans doute en raison du titre de son livre, *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development* (Davis, 1974).

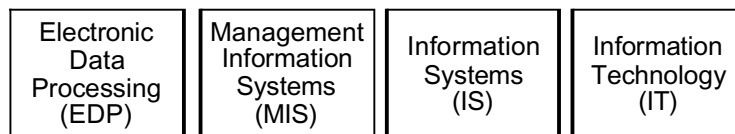
Le besoin de cette discipline fut ressenti lorsque les informaticiens (et la discipline *Computer Science*) ne considéraient pas l'entreprise et la gestion comme faisant partie de leurs préoccupations centrales (Jayaratna, 1994). Pourtant l'ordinateur commençait à devenir un outil de gestion de plus en plus important, comme en témoignent les déclarations de Leavitt et Whisler (1958) et de Dearden et McFarlan (1966). Mais la discipline de l'informatique avait alors une orientation plus centrée et plus technique.

Sans se départir de l'informatique, la discipline du MIS bénéficie des études, concepts et résultats émanant de plusieurs autres disciplines, dont les méthodes quantitatives et les sciences de l'organisation (Culnan et Swanson, 1986), la psychologie, la sociologie, les statistiques, les sciences politiques, les sciences du comportement, l'économie, la philosophie, les mathématiques, (Bariff et Ginzberg, 1982; Boland et Hirschheim, 1987; Kriebel et Moore, 1982; Nolan et Wetherbe, 1980), l'intelligence artificielle, les sciences de la décision, la comptabilité (Davis, 1991), etc.

En 1968 fut créée la Society for Information Management, et en 1976, fut créée la revue *The MIS Quarterly*, avec pour éditeur Gary W. Dickson, pour donner une impulsion à la recherche dans ce nouveau domaine (Davis, 1992). Mais beaucoup de recherche se poursuivait encore alors en dehors de la discipline.

En 1989, il y avait 445 cursus de MIS et 1.850 professeurs recensés aux Etats-Unis dont 113 composés de 6 professeurs ou plus (Davis, 1992).

Entre les années 1950 et les temps présents, la discipline, et aussi l'intitulé des départements d'informatique évolua de *Electronic Data Processing* (ou EDP, traitement électronique des données), à *Management Information Systems*, à *Information Systems* tout simplement, pour aboutir dans plusieurs cas à *Information Technology*, témoignant du passage du paradigme de la donnée à celui de l'information.



Dans les universités, la discipline est généralement enseignée dans les écoles de gestion (*Business Schools*) et se présente sous la forme de départements dans lesquels quelques cours d'informatique sont dispensés. En Tunisie, et même dans les écoles de gestion, la discipline donne son nom à des cours enseignés dans les départements d'informatique et il s'agit alors de cours de conception de systèmes d'information. Quelques cours de systèmes d'information commencent à émerger et sont offerts aux autres disciplines, sans nécessairement avoir une consonance informatique.

Davis (1992) répond à la question posée par beaucoup: quelle est la différence entre l'informatique et les systèmes d'information?

Ce que les deux disciplines ont de commun c'est l'usage des technologies de l'information. Les deux disciplines se partagent le logiciel, le matériel, les langages de programmation, etc. Cela fait que les deux disciplines sont très proches, ce qui légitime la question.

Mais, selon Davis (1992), il y aurait quatre différences essentielles entre l'informatique et les systèmes d'information: le contexte d'utilisation, le contexte académique, les préoccupations clés (*key issues*) et les paradigmes de recherche.

- Le contexte d'utilisation des systèmes d'information est l'entreprise. Les systèmes d'information organisationnels sont d'abord organisationnels et l'utilisation de leur produit est consommée par l'entreprise (ou l'organisation). Le contexte d'utilisation de l'informatique est un problème de traitement ou de calcul.
- Le contexte académique des systèmes d'information est l'étude des organisations et du management. Le contexte académique de l'informatique est l'étude du calcul et des mathématiques, et l'organisation offre à l'informatique un cadre d'application.
- Les préoccupations clés des systèmes d'information sont des préoccupations de conception, d'implémentation, et de gestion de systèmes humains/machines dans les organisations. Les préoccupations clés de l'informatique sont des préoccupations

d'algorithmes, de méthodes de calcul, et de structures pour modéliser les données et les applications.

- Les paradigmes de recherche des systèmes d'information sont ceux associés à la recherche organisationnelle et comportementale (études sur le terrain, études de cas, et expérimentations). Les paradigmes de recherche de l'informatique sont les algorithmes, les démonstrations, et les simulations de méthodes; en un mot: la modélisation.

Quoique s'intéressant à l'informatique, cet ouvrage la positionne dans un contexte organisationnel, tout comme les systèmes d'information qui l'utilisent parfois.

D'où le titre de cet ouvrage: Les systèmes d'information organisationnels.

Chapitre I. Introduction: L'être humain, processeur d'information

The modern age has a false superiority because of the great mass of data at its disposal; but the valid criterion of distinction is rather the extent that man knows how to perform and master the materials at his command.

Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832)

Un fait est désormais établi et accepté dans les disciplines de gestion et de systèmes d'information: l'être humain est limité dans sa capacité de traitement de l'information.

Ce chapitre tente de démontrer le bien fondé de ce constat en se basant sur un exposé des limitations de l'être humain et la nécessité de recourir aux outils et aux technologies pour contourner ces limitations et faire face aux besoins de traitement de l'information croissants qui caractérisent notre époque.

La question peut être si l'être humain sait comment utiliser l'information qui est à sa portée, le peut-il?

I. Au début, il y eut le Lawh el Mahfoudh

Jusqu'au 19^{ème} siècle, deux concepts avaient dominé la science accumulée des hommes: la matière physique et l'énergie qui en émane. Elles furent un jour reliées dans la désormais célèbre formule $E=mc^2$.

Aujourd'hui, il semble qu'un autre concept soit en passe de gagner en importance, l'information.

Mais en quoi est-il nouveau qu'outre la matière et l'énergie, existe l'information, si l'on considère que, depuis la révélation du Coran, nous avons pris connaissance de l'existence du

Lawh el Mahfoudh (que Yahya (2005) traduit en «tablette préservée») depuis avant la création. C'est dans cette tablette, aussi appelée Ommu el Kitabi, Kitabun Hafidhoun, Kitabun Maknoun ou Kitabin min Qabli (Yahya, 2005), que Dieu avait noté toute information sur la création et les événements qui s'ensuivront et ce, dans le moindre détail et avant tout acte de création.

Par conséquent, l'information, la forme immatérielle décrivant les événements et les faits, passés, présents et futurs, est pérenne et prend précedence sur absolument tout.

Le traitement de l'information ne cesse d'être une préoccupation humaine. Aussi loin qu'on remonte dans le temps, les systèmes de traitement de l'information ont été utilisés par l'être humain afin de l'assister dans une tâche qui semble constante, le traitement de l'information.

Or à mesure que le temps passe, les quantité et qualité des informations à traiter n'ont cessé de croître. A ce niveau, il est vrai qu'on en sait un peu plus qu'au temps d'Aristote. Après tout, il y a bien plus de choses qu'on sait aujourd'hui que du temps d'Aristote et, paradoxalement, il reste encore bien plus de choses à savoir.

Pour preuve: des chercheurs de la *School of Information Management and Systems* (SIMS) à l'University of California at Berkeley (Lyman et Varian, 2003) révèlent que près de 80 mégaoctets de nouvelles informations sont créées par personne chaque année, soit l'équivalent de 9 mètres de livres placés cote à cote. Papier, films, supports magnétiques et optiques ont reçu plus de 5 exaoctets² de nouvelles informations en 2002, avec 92% de ces informations stockées sur des supports magnétiques, la plupart des disques durs.

A eux seuls, les Etats-Unis sont à l'origine de 40% des informations stockées dans le monde. Le Web contient près de 170

² Selon le rapport, 5 exaoctets équivaldraient alors à un demi million de nouvelles bibliothèques de la taille de la Bibliothèque du Congrès américain (*Library of Congress*). 5 exaoctets représenteraient aussi l'équivalent de tous les mots prononcés par l'humanité.

téraoctets d'informations à la surface, soit 17 fois la taille de la Bibliothèque du Congrès américain (*Library of Congress*).

La messagerie instantanée génère 5 milliards de messages par jour (750 gigaoctets) ou 274 téraoctets par an et le courrier électronique génère près de 400.000 téraoctets de nouvelles informations au niveau mondial.

D'aucuns n'hésitent pas à affirmer que dans certains secteurs d'activité, le savoir, une autre notion qui, comme nous allons le voir, est différente de l'information, double tous les 16 mois, et même tous les cinq mois dans certains autres³. La globalisation, telle que définie par le grand public, a certainement apporté son lot dans l'explosion des données échangées dans le monde. Les récentes vagues de déréglementation, d'«internationalisation» et d'intégrations globales ont déjà affecté plus d'un secteur et plus d'une entreprise, ici et ailleurs dans le monde. En quatre décennies, le commerce international avait augmenté de 1.500% (Knoke, 1996) ce qui a entraîné un volume de transactions colossal, accompagné d'une quantité de données tout aussi phénoménale.

Comment gérer tant d'information?

Le recours aux outils, aux techniques et aux technologies pour traiter l'information s'est par conséquent fait sur plusieurs millénaires. Cela est principalement dû au fait que s'il y a une chose qui n'a pas augmenté c'est bien la capacité qu'a l'être humain de traiter l'information qui l'entoure et l'information dont il a besoin⁴.

Pourtant, le cerveau humain ingurgite plus d'informations en un jour que le plus grand supercalculateur en plusieurs années⁵.

On en est rapidement venu à la réalisation que ce n'est pas l'information qui pose problème, mais bien la capacité de la

³ Affirmation formulée par Frank Ogden (voir Shoemith, 1995).

⁴ Du moins en ce qui concerne l'homme moderne, ou l'homo sapiens sapiens, précision de taille apportée par le Pr. Mohamed Ben Ahmed et dont nous le remercions.

⁵ Glossary of Educational Terms, Summit Public Schools, 13 mai 2002.

traiter. Cette capacité limitée est expliquée primordialement par les limitations humaines. D'où le recours aux technologies et aux systèmes de l'information, qui sont elles-mêmes limitées.

II. Les limitations de l'être humain

Les limitations dont les êtres humains sont affligés sont multiples, mais nous ne couvrirons que celles ayant un lien direct ou indirect avec le traitement de l'information; les limitations sensorielles et les limitations mentales.

A. Les limitations sensorielles

1. La vue

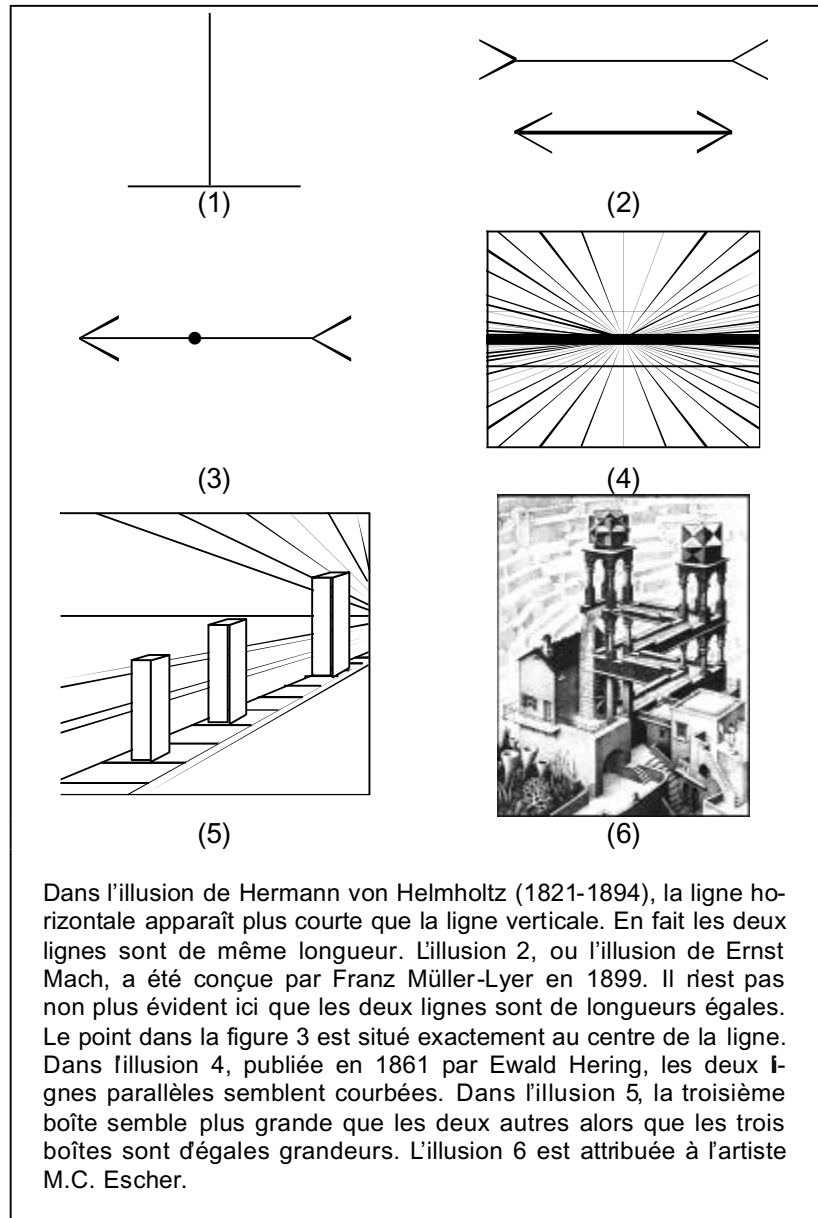
Tout comme nos autres sens, notre vue nous joue souvent des tours. Par exemple, observez les figures 1 à 6 ci-après. Comment savoir que les deux lignes (horizontale et verticale) sont en fait de longueurs égales si nous ne les mesurons pas à l'aide d'une règle? Comment ne pas tomber dans le leurre de croire que les deux lignes horizontales dans la figure 4 sont droites? Toutes ces figures sont des exemples d'illusions d'optique.

Nos yeux sont sujets à d'autres limitations.

Par exemple, nous ne pouvons distinguer plus de 13 ± 2 couleurs de même intensité en même temps. Sans compter le fait que l'être humain ne peut voir au-delà de certaines distances, l'œil humain ne peut détecter que les lumières dont la longueur d'onde se situe entre 16 et 32 millièmes d'un pouce.



L'œil humain.



En fait, à mesure que la longueur d'onde de la lumière à laquelle nous sommes exposés augmente, les couleurs que nous voyons passent du rouge au jaune, au vert, au bleu et finalement au violet. Les rayons infrarouges ont une fréquence légèrement inférieure à la lumière visible alors que les rayons ultraviolets ont une fréquence légèrement supérieure⁶.



Cette illusion illustre deux visages, celui d'une jeune fille (de profil gauche avec le nez pointant vers la droite) et celui d'une très vieille femme aux lèvres entrouvertes. «Quand on ouvre les yeux, on croit voir mais en fait, il y a nombre de choses qui nous échappent, et ce qui nous échappe est en partie déterminé par ce qu'on cherche à voir» (Lionel Naccache, lors de l'émission «C dans l'air» animée par Yves Calvi autour du thème «La mémoire ça se cultive», France 5, lundi 8 mai 2006, 17h48-18h58).

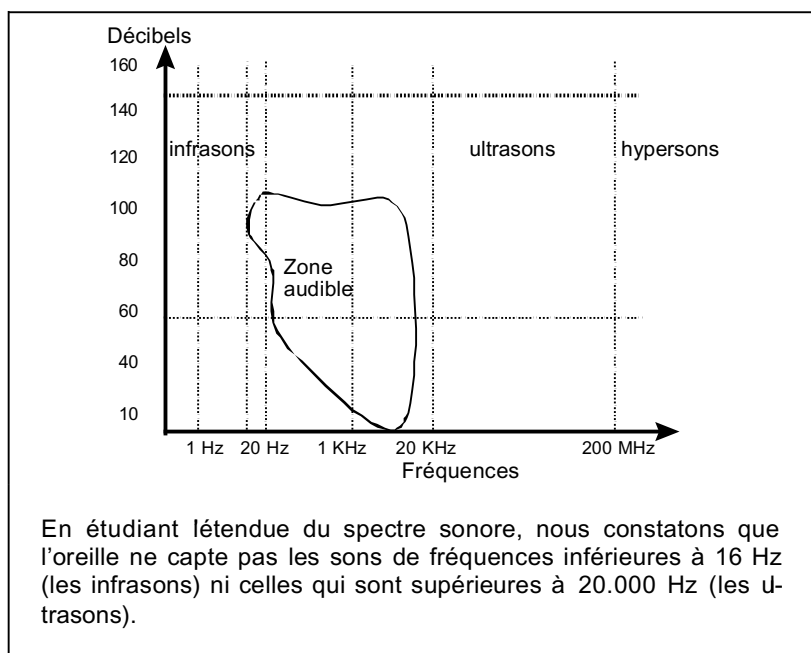
Ce à quoi nos yeux sont les plus sensibles semblent être les couleurs. L'utilisation des couleurs dans la mise en marché de nouveaux produits ne date pas d'hier. Les bâtisseurs de cathédrales aux vitraux multicolores savaient utiliser les couleurs à leur avantage.

⁶ C'est en 1895 que Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) découvrit les rayons X qui ont des fréquences supérieures à celles des rayons ultraviolets (donc invisibles à l'œil nu). Puis vinrent les rayons gamma.

Aujourd'hui, tout commerçant désireux d'augmenter ou même de conserver sa part du marché se doit d'assimiler le fait qu'à produit égal, c'est la couleur de l'emballage qui fera pencher la balance. Dans le domaine alimentaire, par exemple, les couleurs chaudes éveillent l'appétit, les couleurs claires symbolisent le rafraîchissement, et le jaune demeure une dominante des emballages de tablettes de chocolat et des jouets.

2. L'ouïe

Nous ne pouvons distinguer plus de six sons de musique différents en même temps. De plus, l'oreille humaine n'a pas accès aux fréquences infrasons (inférieures à 16 Hertz) ou ultrasons/hypersons (supérieures à 20 Kilohertz).



3. Le toucher

Considérons l'exemple d'une personne qui trempe une main dans un bol rempli d'eau chaude et l'autre dans un bol rempli d'eau froide et qui les en retire après quelques minutes pour les tremper dans un bol rempli d'eau tiède. Bien que les deux mains se trouvent maintenant dans le même bol, cette personne aura l'impression que l'eau est froide (pour la main qui était dans le bol d'eau chaude) et chaude (pour la main qui était dans le bol d'eau froide).

Notre toucher, à lui seul, ne peut pas toujours nous restituer une sensation fidèle de la réalité.

4. Le goût

Une boisson sucrée a un goût de moins en moins sucré au fur et à mesure qu'on en boit. Essayez de vous gargariser la bouche avec une solution sucrée pour quelques minutes puis buvez de l'eau de source. Vous aurez l'impression que l'eau de source est légèrement salée.

Comme l'ouïe et le toucher, le goût peut être trompeur.

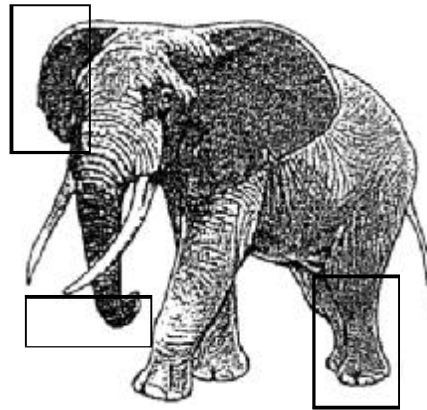
5. Divers

Une voiture roulant à 70 km/h semble ridiculement lente sur une autoroute mais excessivement rapide en plein centre-ville. Une illusion très fréquente est lorsque vous vous trouvez à bord d'un train en arrêt dans une gare. Quand un autre train démarre en sens inverse, vous avez l'impression que le votre bouge aussi. C'est en quelque sorte ce que Albert Einstein avait essayé de comprendre à travers la théorie de la relativité.

D'autres limitations incluent notre impossibilité de survivre à des températures extrêmes, de voler comme les oiseaux (rappelez-vous Icare et Dédale!), de nous

immerger sous l'eau pour une période prolongée sans nous noyer, etc.

Un jour, trois aveugles rencontrent un éléphant. «C'est grand et c'est rugueux comme un *tapis*», dit l'un, attrapant l'oreille de l'animal. «Non, je sais ce que c'est, affirme le second en tenant la trompe, c'est un gros *tuyau*». Et le troisième, s'agrippant à une patte: «C'est puissant et dur comme la *colonne d'un temple*». Ces trois aveugles sont-ils si différents des responsables de production, marketing et de recherche d'une entreprise?



Une parabole de cette anecdote illustre, par exemple, le fait que, pour un gestionnaire, seules les activités de son département seront importantes. Pour lui, l'entreprise cessera de fonctionner si les activités de son département venaient à être interrompues: Rien n'est important qui n'est pas d'abord perçu. La situation devient problématique lorsque aucun gestionnaire ne voit la totalité de l'entreprise (l'éléphant).

B. Les limitations mentales

Ne dit-on pas que les êtres humains n'utilisent qu'un cinquième (18%) de leur capacité mentale?⁷ Nos limites sont autrement multiples:

⁷ Affirmation au demeurant fantaisiste (voir Beyerstein, 1999). Certains l'imputent, à tort, au célèbre psychologue américain William James qui, en 1908, écrivit «We

1. La rationalité limitée

Du fait même de la complexité du monde qui l'entoure, l'être humain tente de se construire un modèle représentatif de ce monde. Ce modèle se trouve être une simplification du monde réel.

Pour porter un jugement sur une situation, ou pour prendre une décision, l'être humain se fie à son modèle de la réalité plutôt qu'à la réalité elle-même. Ce phénomène est à la fois une cause et une conséquence de la rationalité limitée de l'être humain.

Aristote a un jour prétendu que les corps physiques de grande taille tombaient plus rapidement que ceux de petite taille. Galilée prétendait, qu'au contraire, la taille d'un objet n'avait aucun effet sur la vitesse de sa chute. Bien entendu, ses collègues savants le traitèrent d'hérétique. Pour démontrer sa théorie, Galilée grimpa au sommet de la Tour de Pise et jeta ses fameuses pierres du sommet de la tour. Toutes chutèrent à des vitesses sensiblement égales. Ses collègues, qui étaient témoins de l'expérience, préférèrent invoquer le principe de l'illusion d'optique plutôt que de se rendre à l'évidence.

Ce modèle de la réalité est déterminé par des facteurs tels que l'expérience, l'éducation, les préjugés, les souhaits, les coutumes, les attitudes, la culture, les normes, etc., qu'on regroupe sous l'appellation de «présupposés».

Comment croire qu'une personne puisse avoir peur de prendre l'avion mais se sentira en sécurité dans sa voiture?

are making use of only a small part of our possible mental and physical resources» (BrainConnection.com, 2006). Elle fut ensuite reprise par nombre de gourous et même par Einstein et Freud.

Qu'est-ce qui pèse plus lourd, une tonne de coton ou une tonne d'acier?

Réponse: une tonne est une tonne; il ne faut pas confondre poids et masse.

Cette même personne fumera un paquet de cigarettes par jour alors qu'elle craindra le SIDA. Pourtant, la cigarette a été à l'origine de près de 15.000 cas de cancer du poumon en 1992 alors que le SIDA n'avait occasionné que 909 morts la même année (soit plus de 16 fois plus pour la cigarette!).

Un général, pris dans une embuscade a le choix entre deux voies pour s'échapper. Son aide de camp l'informe que s'il emprunte la première, 400 soldats mourront. S'il opte pour la deuxième, il y a 33% de chances qu'il ne perdra aucun soldat et 66% de chances que 600 mourront. Quelle devra être la décision du général?

Réponse: la première.

2. Les niveaux d'abstraction

L'être humain est également limité en ce qu'on appelle les niveaux d'abstraction. Par exemple, certaines populations tribales du Pacifique peuvent nommer jusqu'à 150 oiseaux différents (perroquets, mouettes, etc.) mais le mot *oiseau* ne fait pas partie de leur vocabulaire. Le niveau d'abstraction représentant la classe des oiseaux est hors de leur portée. D'autres tribus connaissent toutes les couleurs: rouge, bleu, etc. Mais le mot *couleur* leur est inconnu. Il y a des tribus qui comptent: un, deux, trois et beaucoup. L'abstraction des nombres qui sont au delà de trois dépasse leurs limites. C'est, soit dit en passant, le plafond d'abstraction des corbeaux et des chats.

Scénario 1: Tu as décidé d'aller à la pièce de théâtre Le Maréchal. Tu as acheté un billet pour 10 DT. À l'entrée tu te rends compte que tu as perdu ton ticket. À supposer que tu aies encore de l'argent, achèterais-tu un autre ticket pour le même prix?

Scénario 2: Au moment où tu te présentes au guichet pour acheter le billet, tu te rends compte que tu as perdu 10 DT. À supposer que tu aies encore de l'argent, achèterais-tu le billet quand même?

La plupart des gens préféreraient acheter le billet seulement dans le deuxième scénario. Pourquoi?

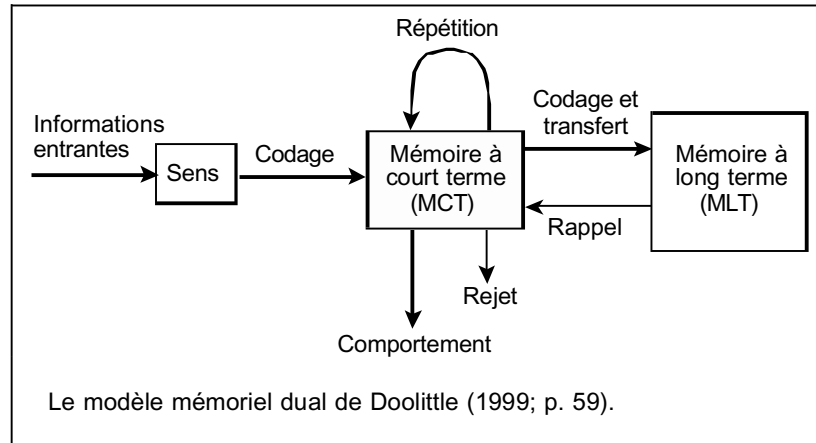
3. Les limites mémorielles

On se souvient plus volontiers des événements agréables de notre vie: on est plus prompt à oublier un rendez-vous chez le dentiste qu'une promenade romantique.

Plusieurs recherches et théories se sont intéressées à la mémoire humaine et la manière dont elle fonctionne.

Aujourd'hui on sait, par exemple, que l'être humain est doté de deux mémoires différentes: la mémoire à long terme (MLT) et la mémoire à court terme (MCT).

Peter Doolittle nous informe sur le modèle dit «dual» de la mémoire et dans lequel ce qui a des chances de pénétrer la mémoire le fait grâce aux sens. Chaque sens est limité par la disponibilité du signal ou de l'information à être traité. Pour le visuel, cette durée est inférieure à 0,5 seconde et pour l'ouïe, elle est inférieure à 3 secondes (Doolittle, 1999).



a) La mémoire à long terme (MLT)

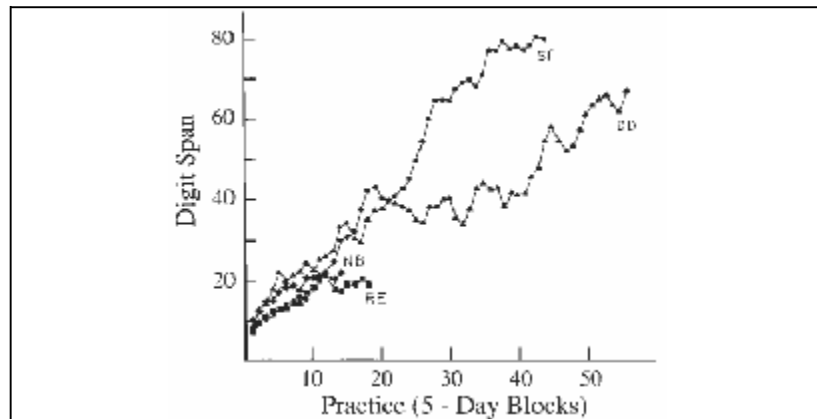
La MLT a une capacité presque illimitée⁸. Le temps de rappel d'une information qui y est stockée est de quelques centaines de microsecondes. Le temps qu'il faut pour y stocker une information est plus long et varie de 5 à 10 secondes par symbole⁹.

Dans leurs fameuses expériences, Anders Ericsson et William Chase (Ericsson et Chase, 1982), ont tenté de démontrer que la mémoire pouvait être entraînée et renforcée, un peu comme on le ferait avec un muscle. Pour ce faire, ils ont entraîné un étudiant à se souvenir d'un plus grand nombre de nombres. À l'issue d'une période d'entraînement de 230 heures, l'étudiant (SF) était capable de mémoriser jusqu'à 80 nombres différents. Il les écoutait jusqu'à la fin puis les restituait dans l'ordre où il les avait entendus. Le problème était que SF était le seul à pouvoir réaliser ces performances exceptionnelles. Plus tard, les chercheurs se rendirent compte que SF utilisait une autre mémoire, celle dont il disposait en tant que féru de sport; il se rap-

⁸ Du moins, sa capacité n'est pas encore connue de nos jours.

⁹ Un symbole est un chiffre, un mot, une couleur, etc.

pelait en fait des temps de performance record, qu'il connaissait déjà.



L'expérience de Ericsson et Chase (1982)

La plupart des êtres «normaux» peuvent mémoriser une séquence de ne dépassant pas sept nombres, et même les êtres dotés d'une mémoire exceptionnelle, ne peuvent pas dépasser le seuil de 20 nombres. Pourtant, SF, l'étudiant que Ericsson et Chase avaient entraîné est parvenu à 80 nombres. Cela n'aurait pas été possible s'il n'avait pas utilisé un système mnémotechnique basé sur les temps de courses, sport dont il était passionné. Un autre étudiant, DD, qui était pourtant un coureur, avait utilisé le système de SF et était parvenu à réaliser des performances exceptionnelles, mais en deçà des performances réalisées par SF. Ces performances exceptionnelles ne s'étaient malheureusement pas étendues à d'autres tâches.

D'une manière générale, l'information, une fois stockée dans la MLT, y reste à jamais (du moins théoriquement et nonobstant les maladies destructrices telles que celle d'Alzheimer), à moins d'être «oubliée»¹⁰.

¹⁰ Exception faite de l'oubli de l'enfance qui, à en croire la psychologie du déve-

b) La mémoire à court terme (MCT)

La MCT est de capacité moindre. Elle ne peut contenir que 7 ± 2 symboles ou 5 ou 6 couleurs à la fois (Miller, 1956). Par contre, les opérations de stockage et de rappel y sont beaucoup plus rapides que dans la MLT.

A moins que l'information ne soit traitée en moins de 5-20 secondes, l'information est effacée de la MCT.

4. L'attention et la concentration

Il est vrai que nous éprouvons une difficulté à nous concentrer trop longtemps sur une même idée ou une suite d'idées. Notre attention a des limites, et lorsque ces limites sont atteintes, nous nous «évadons» inconsciemment.

Nous commençons à rêver. Bien que nous soyons physiquement présents, notre esprit erre. Cette limitation dans l'attention est quelque peu amoindrie par la multiplicité de nos canaux récepteurs, c'est à dire nos yeux, nos oreilles, notre toucher, etc.

Pourtant, nous sommes incapables de suivre deux événements à la fois à moins que nous y soyons conditionnés ou que les deux activités soient innées.

L'attention humaine est si sollicitée de nos jours; nous sommes si bombardés par tant d'informations que nous ne pouvons que nous rendre à l'évidence de notre incapacité grandissante de dégager celle qui est importante de celle qui ne l'est pas. Cette limitation dans notre attention a trouvé un nom chez Thomas H.

loppement, les êtres humains ne gardent aucun souvenir de leur vie avant l'âge de 4 ans (Jacob, 2001; p. 28).

Davenport (2000) qui la qualifie de la «frontière de l'information».

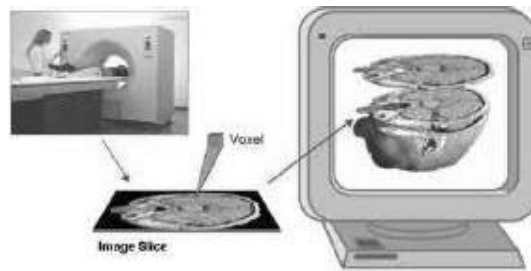
Le cerveau ne peut pas faire deux choses à la fois

Le cerveau, malgré sa capacité d'abstraction et d'adaptation, ne peut assurer deux tâches à la fois. C'est ce qu'une étude réalisée par des chercheurs de l'université Carnegie Mellon de Pittsburgh, en Pennsylvanie, confirme dans un article publié en 2001 dans la revue *Neuroimage* (Just et al., 2001).

Avant cette étude, il était tentant de croire que des tâches différentes, activant deux zones distinctes du cerveau, s'effectuent de façon indépendante. L'étude de Carnegie Mellon a utilisé 18 sujets volontaires qui ont été soumis à trois tests de scanneur utilisant la technique de résonance magnétique (RMN).

Au cours du premier test, les participants devaient écouter une phrase et se prononcer sur sa véracité. Dans le test suivant, il leur était proposé de faire tourner mentalement des images en trois dimensions et de les comparer afin de déterminer si elles étaient identiques ou non. Dans le troisième test, les participants devaient faire face aux deux à la fois. À l'issue du dernier test, les chercheurs confirment que chaque tâche se loge dans une aire du cerveau.

Le langage seul active 37 voxels de tissu cérébral, principalement localisés dans les zones temporales. Pour l'exercice de visualisation, on compte, de même, 37 voxels. Cependant, si on exécute les deux exercices en même temps, les voxels ne s'additionnent pas. On ne compte plus que 42 voxels au total, soit seulement 5 voxels supplémentaires. L'intensité du signal de chaque voxel a également diminué.



Le scanneur et l'étude des voxels. Source: Voxels, volume rendering and volume graphics, <http://www.volumegraphics.com/solutions/voxels.html>, consulté le 24 juillet 2005.

Les conclusions provisoires peuvent être résumées comme suit: (1) il y a une limite à l'attention disponible à distribuer sur plusieurs tâches et (2) il y a une limite à la performance de tâches simultanées. Cette expérimentation a prouvé que la capacité du cerveau humain à se consacrer à deux tâches cognitives simultanées a bien des limites.

5. L'imagination et la créativité

Qu'est-ce que la créativité? Le fait d'apporter quelque chose de nouveau (Platon), ou de déclencher un changement radical dans notre manière de penser ou de voir les choses. Il y a pourtant un paradoxe: plus une découverte est originale et plus elle paraît évidente après coup (la pomme de Newton). La créativité, bien que naturellement limitée, l'est encore davantage par les systèmes d'éducation modernes. Trop d'éducation inhibe la pensée libre.

Notre imagination limitée nous empêche de vraiment inventer. En fait, une vaste majorité des inventions humaines sont davantage des trouvailles ou le fruit du hasard que celui de l'imagination créative. Les origines de la physique nucléaire par exemple, remontent à la découverte tout à fait fortuite de la radioactivité par Henri Becquerel (1852-1908) en 1896.

L'inventeur Elias Howe passa des années à tenter de perfectionner la machine à coudre sans succès. Puis, une nuit, il rêva qu'il était capturé par des sauvages qui le conduisirent à leur roi. Le roi décréta que si dans les 24 heures Howe ne produisait pas la nouvelle machine à coudre, il serait transpercé. En vain, Howe essaya de résoudre le problème pendant 24 heures. L'échéance arriva et il n'avait pas encore inventé le nouveau concept qui lui sauverait la vie. Les guerriers, menaçants, armés de leurs lances avançaient lentement. Les pointes de leurs lances brillaient au soleil. Lentement, ils levèrent leurs lances, prêts à le transpercer.

Soudain, il oublia la menace de mort. Ses yeux se fixèrent sur les pointes. Chacune était percée d'un trou. De ce cauchemar, Howe s'éveilla: le trou des aiguilles devrait être aussi proche de la pointe que possible. Non pas à l'autre bout, ni au milieu, mais à proximité de la pointe! Il se rua vers son laboratoire, creusa le trou dans l'aiguille et la plaça dans la machine.

D'après Herbert B. Greenhouse (1971).

Ce ne sont ni la théorie, ni le génie, ni encore l'imagination qui conduisirent à la découverte des supraconducteurs à haute température par J.G. Bednorz et K.A. Müller, mais leur persévérance et leur entêtement à faire des expériences avec divers matériaux.

Thomas Edison n'avait-il pas suggéré que le génie était composé de 95% de persévérance et de 5% d'inspiration?

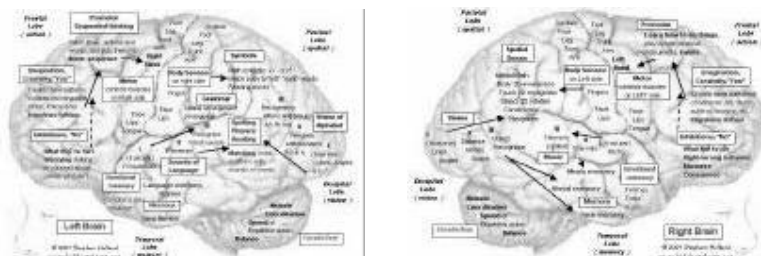
Albert Einstein s'inscrit dans la même pensée puisqu'il répétait que l'imagination était plus importante que le savoir. En fait, il attribua ses découvertes davantage à son imagination et à son intuition qu'à son intelligence.

Je n'ai jamais rien découvert avec mon esprit rationnel -- Albert Einstein (1879-1955).



Pour Quinn (1985), le micro-ordinateur a vu le jour parce que le design et l'architecture du PDP-8 de DEC (le mini-ordinateur en vogue à l'époque) étaient encore tout frais dans l'esprit de Ted Hoff quand il s'est mis à concevoir une «super-calculatrice» pour le compte d'Intel.

Le cerveau humain, avec ses limitations, ses deux hémisphères, ses 100.000 milliards d'interconnexions neuronales et 1.000 connexions par neurone en moyenne (Kurzweil, 2001), restera le plus grand ordinateur en existence.



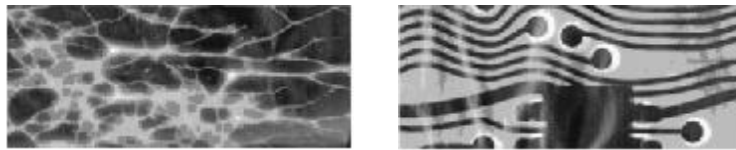
Le cerveau humain et le ordinateur

Dans son livre *The Age of Spiritual Machines*, Ray Kurzweil (1999) pose plusieurs questions. «Est-ce que les ordinateurs calculent, ou sont-ils en train de réfléchir?». Mieux encore, «Est-ce que les humains réfléchissent, ou sont-ils juste en train de calculer?». Selon lui, le cerveau humain est présumé obéir à des lois physiques, il doit donc être une machine, particulière uniquement par sa complexité, il conclut que le cerveau humain est une machine du même genre que l'ordinateur et l'évolution est un fiéffé programmeur dont le code a été ciselé dans des molécules appelées acides désoxyribonucléiques (ADN), constituant l'essentiel des chro-

mosomes du noyau cellulaire humain. Une sorte de ROM (*Read Only Memory*). L'idée que le cerveau n'est qu'un calculateur gérant des «bits-idées» (ou mêmes) est partagée par le philosophe Daniel Dennett et le biologiste Richard Dawkins (Dennett, 1995; Dawkins, 1976).

Par comparaison, le cerveau humain est capable de fonctionner à approximativement 12KHz et, avec une puissance de 10 Watts (Fischler et Fischein, 1987) consomme moins d'énergie qu'un ordinateur. Si le cerveau humain et l'ordinateur ont plusieurs caractéristiques communes, et si la performance des microprocesseurs doit continuer à doubler tous les 18 mois (comme le commande la loi de Moore), le cerveau humain gagne en volume à raison de 2,5cm³ tous les 100.000 ans (Rathke, 2002) et nous sommes limités à une capacité de 100 milliards de cellules nerveuses (Fischler et Fischein, 1987) et 100 000 milliards d'interconnexions neuronales (Kurzweil, 2001).

Le cerveau humain et l'ordinateur sont différents à plus d'un autre titre. La plupart des ordinateurs sont digitaux, exécutent une ou quelques instructions simultanément à des vitesses de plus en plus importantes. Le cerveau humain combine les deux méthodes, analogique et digitale, avec la plupart des calculs effectués dans la zone analogique. Il est essentiellement parallèle, capable d'effectuer une centaine de milliers de milliards d'instructions simultanément mais avec une extrême lenteur (Kurzweil, 2001).



A gauche, les cellules cérébrales humaines. A droite, le circuit intégré d'un microprocesseur.

Pour pallier ces limitations, l'être humain «copie» ou adapte ce qui l'entoure: la nature.

L'objectivité limitée

Voici un cas on ne peut plus cocasse, fourni par Sanford J. Ungar, dans *Columbia Journalism Review* (no. V, décembre 1979), à l'époque où il était directeur de Foreign Policy.

«Un reporter, dans une succursale d'agence internationale à Paris, avait été assigné à la couverture des cérémonies de l'Armistice. Rituel traditionnel: manœuvres militaires, défilé d'anciens combattants, le corps diplomatique en grande tenue devant l'arc de triomphe, déposition d'une couronne de fleurs sur la tombe du soldat inconnu par le général de Gaulle, discours officiel, bref, de l'archi-vu et archi-connu. Pourquoi se déplacer? Il suffira de suivre la cérémonie sur le petit écran de la télévision. Droit et solennel, le général s'approcha des ambassadeurs et défila devant eux, serrant la main de chacun. Quoi? Bouche bée devant son appareil, le reporter n'en croit pas ses yeux. Le président de Gaulle a passé devant l'ambassadeur du Canada sans lui serrer la main! Un scoop du tonnerre! Sitôt rédigée et estampillée urgent, la dépêche crépita sur les fils de Londres, de New York et d'Ottawa. Consternation générale! Celui dont le fameux «Vive le Québec libre» avait retenti dans le monde entier manifestait ouvertement sa mauvaise humeur à l'endroit d'Ottawa. Harcelé par les agences, l'ambassadeur du Canada à Paris fit savoir avec humeur que le général lui avait serré la main, à lui comme aux autres. Le reporter jurait de son côté qu'il avait bel et bien vu le général passer outre. Le Quai d'Orsay s'indigna. Qu'est-ce que ce canard? Ce qu'on ne savait pas, c'est que le reporter était un Canadien nationaliste parfaitement convaincu que de Gaulle voulait détruire le Canada.

Le cas est évidemment énorme et exceptionnel. Il démontre toutefois comment l'objectivité que peut avoir un reporter, un commentateur ou un éditorialiste, se trouve compromise par l'émotivité ou des opinions toutes faites»

Source: Pellerin (1992; pp. 144-145).

Ainsi le sous-marin a une ressemblance frappante avec le poisson, la grue excavatrice avec le bras humain, les barrages avec ceux des castors, etc. Le sac à bébé nous rappelle le kangourou, le métro souterrain nous rappelle le terrier, le train nous rappelle un serpent, la roulotte nous rappelle la tortue, les pyramides des pharaons nous rappellent les montagnes (de l'extérieur) ou des fourmilières (de l'intérieur), les bols de céramique nous rappellent les noix de coco que les chimpanzés d'Afrique utilisent pour boire, etc.

Finalement, n'est-il pas dit que l'architecture de l'Internet a été, du moins dans son principe fondamental de redondance, inspirée de la neurobiologie, et de la manière dont les réseaux synaptiques semblent savoir contourner les tissus endommagés (les nœuds en panne sur l'Internet)?

Peut-être est-ce parce que l'être humain a réalisé, consciemment ou non, que la nature fournit l'expérience d'un laboratoire de recherche et développement vieux de 4,5 milliards d'années.

Ne passons quand même pas sous silence les cas où le génie humain s'est manifesté d'une manière presque mystérieuse. Par exemple, comment expliquer l'entêtement de Copernic (1473-1543) à poursuivre ses travaux sur la théorie héliocentrique selon laquelle la Terre et les autres planètes gravitent autour du soleil alors que tout à l'époque, et surtout l'Église, incitait à croire à la théorie géocentrique vieille de plus de 1.500 ans selon laquelle tout l'univers gravitait autour de la Terre. Cet entêtement, selon Morris Kline (1985), demeure une des énigmes de l'histoire de la Science. L'adoption soudaine par Copernic d'une théorie qui n'avait aucun antécédent dans l'histoire de l'humanité fait ressortir Copernic comme un génie colossal.

Pour le reste des cas, en copiant et en adaptant, naît l'innovation. Et dans le contexte de la gestion des en-

treprises, les deux moteurs sont désormais l'innovation et la technologie¹¹.

6. Les perceptions sélectives

Chacun de nous perçoit le monde différemment des autres.

De toutes les manifestations du monde extérieur, nous nous faisons forts de sélectionner celles qui nous plaisent, ou celles qui nous arrangent. Nous entendons une conversation et nous ne retenons que ce que nous aurions voulu entendre. Les lois en action sont: (i) voir ce qui promet de satisfaire notre besoin, (ii) ignorer ce qui menace de nous perturber (la famine en Afrique) et (iii) ne pas ignorer ce qui pourrait devenir réellement dangereux (la menace nucléaire).

L'individu se fie à ce qu'il «sait» déjà et moins à ce qu'il voit ou entend réellement. Ce phénomène s'accroît avec la complexité grandissante du stimulus perçu ou reçu.

Pour juger de la véracité d'une information, un individu considérera le degré de respectabilité de la source. On se fie davantage à ce qui est imprimé dans un livre qu'à ce qui est dit par notre ami (le syndrome de l'homme en blouse blanche). On se fie moins à ce qui est dit qu'à la manière dont c'est dit.

¹¹ Cooper (1993) avait estimé que les nouveaux produits (moins de 5 ans) représentent 52% du chiffre d'affaires et 46% des profits des entreprises américaines. De plus en plus, il apparaît que la compétitivité des entreprises dépend de l'innovation, de la technologie et de l'application de nouveaux savoirs, ou de savoirs dérivés d'anciens savoirs (Marceau et al., 1997).

Kahneman et Tversky (1979) avaient conçu une expérience utilisant deux groupes d'individus.

Le premier groupe avait le choix entre deux possibilités de gain: (1) un gain de 5000 dollars avec une probabilité de 0,1% et (2) un gain de 5 dollars avec une probabilité de 100%.

Le deuxième groupe avait le choix entre deux possibilités de perte: (1) une perte de 5.000 dollars avec une probabilité de 0,1% et (2) une perte de 5 dollars avec une probabilité de 100%.

Comme résultat, 75% des participants du premier groupe choisirent le gain incertain de 5.000 dollars et 80% des participants du deuxième groupe choisirent la perte certaine de 5 dollars. Pourtant, les deux problèmes sont structurellement similaires puisque dans les deux cas, le gain espéré (en termes probabilistiques) est de 5 dollars.

En fait, les individus auraient une tendance à prendre des risques quand la décision concerne un gain et à ne pas prendre de risques quand la décision concerne une perte.

Dans une de ses expériences le professeur Paul J.H. Schoemaker divisa ses étudiants en deux groupes. Au premier il demanda s'ils approuveraient un projet ayant 80% de chances de réussir; au deuxième il posa la même question concernant le même projet en leur disant qu'il avait 20% de chances d'échouer. Le premier groupe répondit par l'affirmative et le second par la négative.

Cette anecdote illustre le pouvoir qu'a la manière de présenter une information sur la prise de décision. Si la solution d'un problème dépend de la manière dont il est posé, aucun preneur de décision n'est à l'abri de ses propres biais (cité par McCormick, 1987).

7. Les différents modes de raisonnement

De tous les modes de raisonnement (par induction, par analogie, par déduction, etc.), c'est le raisonnement par déduction qui garantit une logique correcte. Le raisonnement par déduction se base sur des axiomes (jugés corrects) ou des théorèmes (dûment vérifiés mathématiquement ou autrement). Le raisonnement par déduction est donc le raisonnement allant du général au particulier.

Le raisonnement par induction est le raisonnement allant du particulier au général. Par exemple, conclure que toutes les pommes sont de couleur rouge parce que nous avons observé 1.000 pommes et qu'elles étaient toutes rouges est un raisonnement inductif et donc probablement incorrect.

De même, l'argument que Inès devrait être capable d'obtenir son diplôme en trois ans parce que son frère jumeau l'a obtenu en trois ans est un raisonnement par analogie et n'est donc pas nécessairement fiable.

Finalement, si on conclut que Socrate est mortel parce que Socrate est un homme et parce que tous les hommes sont mortels, on a raisonné par déduction (ou syllogisme).

Certains autres raisonnements, généralement utilisés dans les argumentations, sont tout autant fallacieux.

Un des raisonnements les plus communs, et probablement les plus catastrophiques, est celui tenu lorsqu'on avance que quelque chose doit être vraie pour la simple raison que personne n'a prouvé qu'elle était fausse¹². Ou, alternativement, que quelque chose doit être fausse pour la simple raison que personne n'a prouvé qu'elle était vraie. Les deux raisonnements sont

¹² C'est un raisonnement particulier qualifié de *argumentum ad ignorantiam* en latin.

également invalides, même si, occasionnellement, ou accidentellement, ils débouchent sur une vérité.

Un autre raisonnement mène à l'affirmation que quelque chose est vraie parce que tout le monde y croit (ou le dit). C'est ainsi qu'en Tunisie, certains feux rouges ne servent à rien parce que «personne ne s'y arrête» ou que l'expression «va-t-êtra» est devenue «correcte» parce que «tout le monde» l'utilise¹³ ou parce qu'on l'a toujours fait comme ça¹⁴.

Parménide, le philosophe grec d'Élée (v.515-v.440 av. J.-C.), pensait qu'il y avait deux manières de décrire l'univers: la «voie de la vérité» et la «voie de l'opinion». Les savants grecs se sont interrogés sur l'utilité de la «voie de l'opinion». Ils ont finalement choisi de l'éliminer des annales de philosophie grecque.

8. Les problèmes de probabilité et d'événements futurs

L'être humain ne peut prévoir, il ne peut qu'extrapoler à partir d'événements passés. Certains utilisent les événements récents comme base à leur prédiction des événements futurs.

Un des meilleurs exemples de prévision est la météorologie. En 1975, on ne pouvait prévoir le temps qu'il fera au delà de trois jours. Aujourd'hui, on a reculé la barrière à six jours. Les ingénieurs météorologistes cherchent à reculer cette limite qui, d'après certains spécialistes (Mayet, 1991), ne pourrait jamais excéder les 15 jours. Cela est dû aux multiples micro-causes dont on doit tenir compte afin de pouvoir prévoir le temps qu'il fera dans le futur. Cette impossibilité de prévoir le temps à l'avance découle de notre incapacité

¹³ Celui-ci est également connu, il s'appelle *argumentum ad numerum*

¹⁴ *argumentum ad antiquitatem*, voir davantage dans Sears (non daté).

de tenir compte de toutes ces micro-causes¹⁵ et ce, dans le niveau de détail requis.

9. La régression vers la moyenne

Nous devons cette notion à Sir Francis Galton (1822-1911) qui déclara qu'un événement extraordinaire devait forcément être suivi d'un phénomène ordinaire et *vice-versa*. Il définit un événement extraordinaire comme étant un événement qui s'écarte significativement de la moyenne. Par exemple, des pères de grande taille tendent à avoir des enfants moins grands et *vice-versa* (McKean, 1985).

En guise de conséquence pratique, blâmez un employé et il fera mieux la prochaine fois, félicitez-le et il régressera. Dans le cadre de la gestion des entreprises, on dit souvent que «le succès engendre l'échec». Le «paradoxe d'Icare» (voir Miller, 1990) stipule que le succès apporte invariablement une perte du sens des réalités et une baisse de la flexibilité, ce qui entraîne le déclin de l'organisation.

Chez nous, nous avons une expression qui s'apparente de ce phénomène: «la queue du chien» et la fameuse histoire de la queue du chien qu'on garda quarante ans dans un roseau pour s'apercevoir qu'elle restera courbée quoi qu'on fasse. Un autre dicton, en dialectal, μ ?????d'd? , nous ramène au même concept.

¹⁵ Lorenz qui est à l'origine de la théorie du Chaos, appelle ce phénomène l'«effet du papillon» (même le battement d'ailes d'un papillon peut être la cause d'une tempête tropicale des années plus tard).

10. L'association et la causalité

L'être humain confond souvent association (lien logique entre deux faits ou événements) et causalité (rapport de cause-à-effet entre deux faits ou événements).

L'occurrence simultanée de deux événements ne signifie pas nécessairement que les deux événements sont liés ou que l'un a causé l'autre. Ainsi, il existe encore des personnes qui sont prêtes à jurer que leau embouteillée réduit les risques de mettre au monde un bébé trop petit (Paulos, 1992). Certains arguent que les enfants qui ont de plus grands pieds sont meilleurs en orthographe. C'est vrai, mais simplement parce qu'ils sont plus âgés. Il existe un lien logique entre ces deux données mais aucun lien de cause-à-effet.

11. Les mathématiques

Nombreuses sont les personnes qui ne comprennent pas les mathématiques et qui se laissent tromper par les chiffres et leur ordre de grandeur, ce que Paulos (1989, 1992) appelle les analphabètes mathématiques.

Pensez à ce médecin spécialiste qui est enthousiasmé par «un traitement sûr à 99%, qui n'avait qu'une chance sur un million de laisser des séquelles».

«Dans la même phrase, raconte Paulos (1989), il disait deux choses complètement différentes: une chance sur un million et 1% de chances [...]. Ce spécialiste avait plus de 10 ans d'études supérieures derrière lui et ne se rendait même pas compte de lénormité de son erreur».

Confronté à un gros nombre un peu abstrait, une personne peut toujours y ajouter un signe de dinar (DT). Curieusement, ça confère une certaine réalité!

Supposez qu'un homme voyage d'un point A à un point B séparés par une distance de 400 km à la vitesse de 60 km/h. Arrivé au point B, il rebrousse chemin en direction du point A à la vitesse de 30 km/h. Quelle a été sa vitesse moyenne durant tout le voyage aller-retour? Presque à tous les coups, l'intuition nous pousse à croire que la réponse est: 45 km/h. La réponse correcte (obtenue en divisant la distance totale par le temps total) n'est pas loin de 40 km/h.

Pourtant, il est maintenant établi que des maths, nous en faisons tous. Sinon, comment expliquer qu'un individu peut avoir conscience que s'il ne met pas assez de force dans son élan, il ne pourra jamais enjamber un ruisseau, ni traverser une rue?

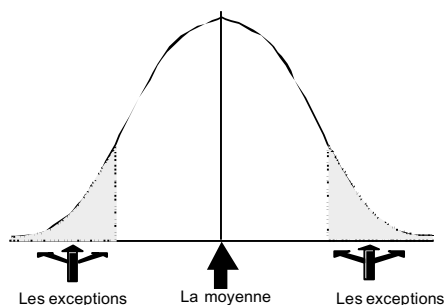
Nous n'avons pas besoin de savoir inonder nos cellules d'adrénaline quand nous avons peur et nous ne savons pas quand il faut décider de traverser la rue alors que notre système nerveux effectue des centaines de calculs (des maths encore!) en fonction de la largeur de la chaussée, de la vitesse des véhicules en circulation et du poids à déplacer si nous sommes chargés ou accompagnés d'enfants, avant de prendre la décision.

C. Les exceptions

Nous ne sommes pas tous également limités. Certains d'entre nous bénéficient de facultés supérieures à la moyenne. D'autres sont bien en dessous.

Les jeunes virtuoses doués peuvent distinguer jusqu'à 50 ou 60 sons différents simultanément. Certains ont un plafond d'abstraction si élevé qu'il leur devient impossible de communiquer aisément avec le commun des mortels. Certains autres peuvent mémoriser une matrice de 50 nombres en 3 minutes. Et bien rares sont les personnes qui sont dotées de l'intelligence de René Descartes, de Coper-

nic ou d'Albert Einstein. Ce phénomène obéit à la loi de Gauss¹⁶.



Alors que la plupart des êtres humains se situent aux alentours de la moyenne, certains se trouvent aux deux extrémités. Nous aimerions tellement croire que chacun de nous peut devenir un virtuose, un génie, un surdoué, une exception dans au moins un domaine. Pourtant, d'après Simon, il suffirait que quelqu'un se consacre à un domaine en l'étudiant pendant une dizaine d'années pour qu'il devienne un expert de classe mondiale dans ce domaine.

D. La théorie de l'énaction

La réalité existe-t-elle?

Dans la conception de la théorie de l'énaction (de l'anglais *to enact*, signifiant constituer de façon active, accomplir une action, amorcer un acte, etc.), la perception n'est pas

¹⁶ La Loi de Gauss veut que la répartition d'une population «normale» puisse être représentée selon une courbe en cloche (voir la figure ci-dessus). Né en 1777 en Allemagne, Carl Friedrich Gauss observa que dans une population donnée, si on classe les individus selon une caractéristique (leur taille, leur poids, leur QI, leur niveau de compétence, leur durée de vie, etc.), on s'aperçoit que, plus on s'approche de la moyenne sur le critère considéré, et plus il y a d'individus. Plus on s'en éloigne, et moins il y en a. Aux deux extrémités, il n'y a presque personne. La représentation graphique de cette réalité s'appelle une courbe de Gauss et prend la forme d'une cloche (voir davantage sur <http://perso.wanadoo.fr/maliphane/Management/Management.htm>, consulté le 67 avril 2006).

ce que la personne subit, mais ce que la personne fait. La perception est guidée par l'action (plutôt que le contraire). La perception, plutôt que d'être ressentie et passive, devient active, et la substance de l'expérience perceptuelle est déterminée par ce qu'une personne fait, est capable de faire, est prête à faire, veut faire, ou sait comment faire. La perception acquiert donc pleinement ses deux sens, celui de l'action (ou processus, ou activité) et celui du produit (résultat de l'action) (Jacob, 2006).

Le courant sous-jacent de la théorie de l'énaction est généralement ramené aux travaux de Francisco J. Varela (1946-2001) qui peuvent être résumés en trois concepts centraux: (1) l'«autopoïèse», (2) l'«énaction» et (3) la «sunyata» (Duquaire, 2003).



Francisco J. Varela
(1946-2001).

La théorie de l'énaction se situe dans un croisement entre la théorie de l'autopoïèse (Maturana et Varela, 1980) et une pensée inspirée du bouddhisme; elle se situe par ailleurs entre les computationnalistes (les cognitivistes) et les connexionnistes.

1. Les premiers défendent l'idée que l'esprit opère comme un système de règles formelles. Les premiers travaux de McCulloch et Pitts (1943) ont en effet inspiré les autres tenants des computationnalistes dont les plus célèbres sont, entre autres, Herbert Simon, Noam Chomsky, Jerry Fodor et John McCarthy. Pour les computationnalistes, on peut décrire le fonctionnement de l'esprit (*mind*) en utilisant la métaphore de l'ordinateur et le monde est vu comme un ensemble des symboles régis par des lois formelles et universelles composant une grammaire.

L'hypothèse centrale du mouvement computationnaliste est que la cognition est une représentation mentale; l'esprit opère en manipulant des symboles qui représentent des manifestations de la réalité ou qui repré-

sentent la réalité d'une certaine façon, implicitement stable, fixe et figée (Van der Horst, non daté).

2. Les deuxièmes, les connexionnistes, dont, entre autres, Marvin Minsky, Daniel Dennett et Douglas Hofstadter, défendent l'idée que la cognition est une émergence globale issue de propriétés appliquées localement à des neurones interconnectés entre eux. Pour eux, la technologie qui sert de métaphore n'est plus l'ordinateur mais un réseau de neurones.

L'hypothèse centrale du mouvement connexionniste est que plusieurs tâches cognitives (telles que la vue et la mémorisation) sont gérées par des systèmes composés de divers composants qui, lorsque connectés entre eux par des règles, manifestent des comportements prédéfinis (Van der Horst, non daté).

Insatisfait des théories computationnalistes et connexionniste, Varela s'inspira du bouddhisme et notamment de la «voie moyenne» de Nagarjuna, le *Madhyamika* et proposa une nouvelle théorie, intermédiaire, la théorie de l'énaction.

Pour Varela, il existe une distinction entre la «structure», formée par l'ensemble des composants physiques du système, et l'«organisation», définie par des relations entre ces mêmes composants (Duquaire, 2003).

Le système, selon Varela, jouit de deux caractéristiques essentielles. D'abord, il dispose de la régénération des composants et régit le maintien d'une frontière, dynamique, délimitant un espace physique. Ces deux caractéristiques définissent le concept d'autopoïèse. La frontière étant dynamique, il devient ardu de distinguer entre l'environnement et le système (en termes systémiques) et, par conséquent, entre ce qui provient de l'environnement et ce qui provient du système. Le système et l'environnement forment donc une unité, tout comme le font la perception et l'action. Ils évoluent ensemble et l'un est dépendant de l'autre.

Les échanges entre l'environnement et le système sont définis comme des «couplages structurels» (Varela, 1979).

Toujours selon Varela, le système et l'environnement forment un couplage. Quand le couplage système-environnement est stable, il définit une unité autopoïétique.

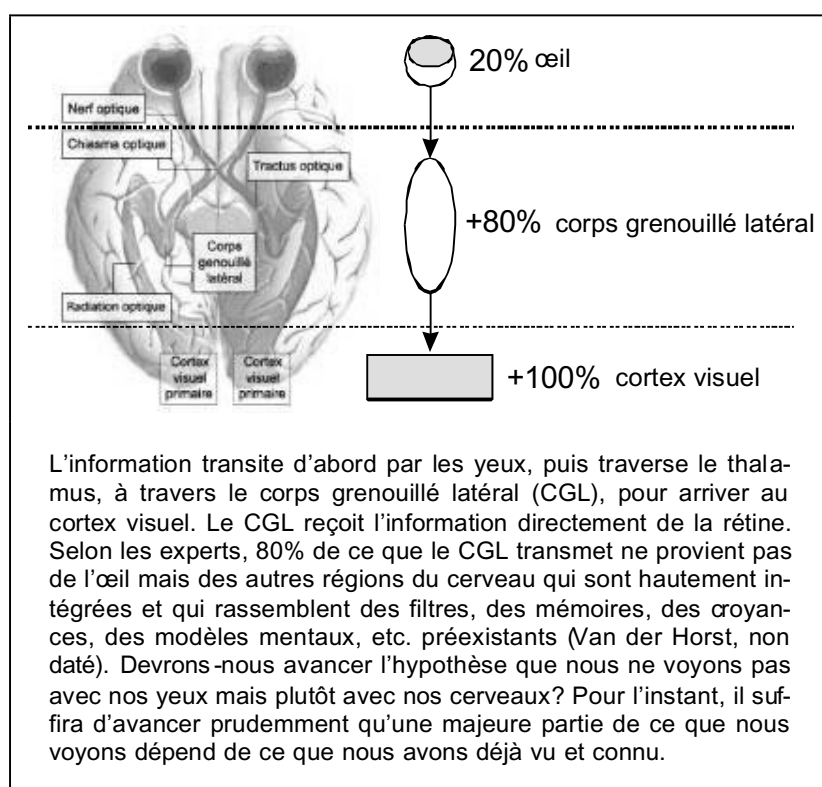
Comme il existe une multitude de systèmes (d'êtres humains), il existe une multitude de couplages possibles. Il existe par conséquent une multitude de conceptualisations de l'environnement. En extrapolant, on obtient que le monde est différent pour chaque système vivant. On ne perçoit donc pas, pas plus qu'on ne construit un monde; on perçoit et on construit son propre monde «lié à un "soi perceptuel" qui est doté d'une volonté, d'une orientation et d'un style spécifiques» (Mathieu, 1999).

Il découle qu'il est difficile de comprendre la cognition sans référence aux systèmes au sein desquels les processus cognitifs s'activent (Varela et al., 1991).

Plusieurs exemples sont donnés dans la littérature pour illustrer les manifestations ou l'applicabilité de la théorie de l'éraction:

1. Deux chercheurs américains, Held et Hein (1963), ont élevé des chatons dans l'obscurité et ne les ont exposés à la lumière que dans des conditions contrôlées. Les chatons furent répartis en deux groupes. Le premier pouvait se déplacer librement mais était attaché à un petit chariot où le second groupe était installé. Les deux groupes partageaient donc la même expérience visuelle, mais le second était entièrement passif. Après quelques semaines de ce traitement, les chatons du premier groupe se comportèrent normalement, mais ceux qui avaient été transportés se comportèrent comme s'ils étaient aveugles: ils se cognèrent aux obstacles et tombaient sans cesse. Selon Varela (1996), cette expérience accrédite la thèse selon laquelle la perception visuelle ne se fait pas grâce à l'extraction d'informations dans le monde extérieur, mais grâce au guidage visuel de l'action.

- Si des populations habituées à vivre depuis la naissance dans des forêts tropicales où la limite du regard s'arrête à quelques mètres de l'observateur étaient transportées subitement dans de vastes plaines dépourvues de végétation, ces individus essaieraient de toucher de la main le sommet des montagnes qui leur apparaîtraient à l'horizon, car ils seraient incapables de concevoir la notion de distance (Sacks, 1996).



L'application de ces idées en gestion a été tentée par plusieurs auteurs, dont, par exemple, Karl Weick pour qui, «the human creates the environment to which the system then adapts [...] It is the enacted environment and nothing else, that is worked upon by the processes of organizing»

(Weick, 1969; p. 64). Pour lui, l'énaction se réfère à la constitution de l'environnement par les acteurs (p. 70).

Une autre réflexion sur l'importance de cette théorie dans l'étude de l'apprentissage organisationnel est offerte par Scharmer (2000).

La vérité existe-t-elle dans notre environnement ou dans notre cerveau? En tout état de cause, et comme dans la série télévisée X-Files, «The Truth is Out There». Mais il y aura toujours cette citation de John Wheeler applicable à l'origine de toute vérité¹⁷:

«To my mind, there must be at the bottom of it all, not an utterly simple equation, but an utterly simple IDEA. And to me that idea, when we finally discover it, will be so compelling, and so inevitable, so beautiful, we will all say to each other, 'How could it have ever been otherwise?»



III. Le recours: Les outils

Pour pallier ses limitations, et aussi pour s'alléger des tâches jugées trop ingrates, l'être humain s'est mis à créer des outils souvent en s'inspirant de la nature. Ces outils servent soit à

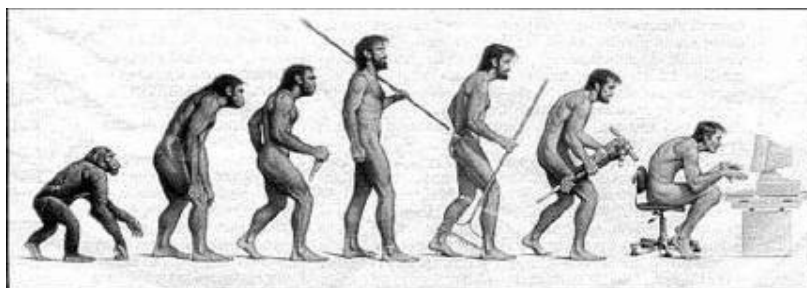
¹⁷ Tirée d'une émission de télévision américaine datant de 1985 et animée par John Wheeler (*The Creation of the Universe*), un spécial sur la science écrit par Timothy Ferris, voir [The "2001" principle, http://www.2001principle.net/2001text.htm](http://www.2001principle.net/2001text.htm), consulté le 29 mai 2006.

multiplier ses capacités soit à reculer les barrières de ses limitations.

Mais bien avant les outils, l'homme a dû se contenter de ses mains, qui comme les singes, ont des doigts opposables. Les mains et les outils sont des signes d'intelligence, comme dirait Aristote, plus de trois siècles av. J.C.:

«Ce n'est pas parce qu'il a des mains que l'homme est le plus intelligent des êtres, mais c'est parce qu'il est le plus intelligent qu'il a des mains. En effet, l'être le plus intelligent est celui qui est capable de bien utiliser le plus grand nombre d'outils: or, la main semble bien être non pas un outil, mais plusieurs. Car elle est pour ainsi dire un outil qui tient lieu des autres. C'est donc à l'être capable d'acquérir le plus grand nombre de techniques que la nature a donné l'outil de loin le plus utile, la main»¹⁸.

Dans le même ordre d'idées, André Leroi-Gourhan, décrit dans son livre *Le Geste et la Parole* (1964-1965), l'évolution de l'humain à travers l'évolution de son cerveau et de la main. La description couvre l'évolution allant des premières formes de traitement de l'information aux cartes perforées jusqu'aux ordinateurs et leurs mémoires¹⁹.



¹⁸ Aristote, *Les parties des animaux*, traduction sous la direction de P. Louis, Ed. Budé, 1956, pp. 136-137.

¹⁹ Voir aussi Bromberger (1986).

Quant à nous, nous catégorisons les outils en deux classes:

A. La première classe d'outils

La première classe est composée des outils qui aident l'être humain à faire ce qu'il ne peut faire de lui-même. Ces outils ajoutent une nouvelle dimension à sa vie. Par exemple, la scie l'aide à couper le bois proprement, la roue l'aide à déplacer des objets trop lourds, l'avion lui permet de voler (inspiré, bien évidemment de loiseau), le scaphandre lui permet de sonder les profondeurs sous-marines, etc.

B. La deuxième classe d'outils

La deuxième classe est composée des outils qui aident l'être humain à faire ce qu'il peut faire mais plus rapidement, plus économiquement ou plus efficacement.

Par exemple, l'automobile l'aide à se déplacer plus vite qu'il ne pourra jamais marcher ou courir, le marteau lui permet d'enfoncer des clous sans se percer les doigts, le levier lui permet de soulever des poids qui auraient nécessité le concours de plusieurs hommes, les technologies de l'information. etc.

C. Le rôle des technologies de l'information

La plupart des technologies de l'information connues²⁰ servent à étendre le champ de nos capacités limitées.

Ainsi, l'appareil photographique aide à immortaliser des moments «mémorables» (mémoire), le télescope, les jumelles et le microscope prolongent nos capacités visuelles,

²⁰ Dont, par exemple, la machine à calculer, l'appareil photo, la caisse enregistreuse intelligente, le photocopieur, le télécopieur, l'imprimante, l'ordinateur, le modem, la caméra, la table traçante, le récepteur radio, le téléphone, l'antenne satellite, l'antenne radio ou le poste téléviseur qui sont toutes des exemples de technologies de l'information.

le satellite, le téléphone et le télégraphe nous aident à communiquer à distance, etc.²¹

IV. Un outil particulier: L'ordinateur

Il va sans dire que si l'être humain n'était arrivé qu'à créer des outils qui font tout ce qu'il peut faire, nous serions aujourd'hui dans le même état d'ineptie que les prétendus dieux de l'Olympe. Malheureusement --ou heureusement--, ces outils ne démultiplient qu'une partie des capacités de l'être humain.

Considérons l'ordinateur par exemple. Que fait-il de mieux? Et qu'est-il incapable de faire que l'être humain peut faire?

A. Ce que l'ordinateur fait de mieux que l'être humain

L'ordinateur peut exécuter un nombre presque infini de tâches répétitives et abrutissantes, comme, par exemple, calculer la paye de 3.000 employés. Il peut exécuter les dites tâches à une vitesse bien supérieure et apparemment sans autres erreurs que celles introduites par l'être humain.

L'ordinateur peut également emmagasiner et traiter des informations en grandes quantités. Grâce aux ordinateurs une copie du Coran dont le transport d'une bibliothèque à une autre nécessitait huit chameaux au temps de l'ancienne civilisation islamique, peut désormais être stockée sur un simple CD (Askhita, 2000).

L'ordinateur peut nous assister dans les tâches complexes telles que le design optimal d'une structure architecturale. Il peut nous informer sur le tracé optimal de route entre Tunis et Bizerte en tenant compte des particularités topographiques du terrain et des conditions climatiques du pays. Il est capable de modéliser l'économie d'un pays de la taille de la Suède et contrôler et gérer des événements structurés

²¹ Avant l'avènement de ces technologies, les hommes parvenaient quand même à communiquer. Les Européens utilisaient les pigeons voyageurs, les Africains le tam-tam et les Américains les signaux de fumée (Louadi, 2005).

mais complexes tels le trafic dans une cité ou un parking souterrain, etc.

B. Ce qu'un ordinateur ne peut (encore) faire

L'ordinateur ne peut manipuler des informations qui ne lui ont pas été fournies. Il n'est pas capable de manipuler des informations qui ne sont pas quantifiables ou préalablement quantifiées par l'être humain. Autrement dit, il ne peut imaginer, penser, créer, avoir de l'intuition, rêver, etc.

Et même le «traitement des données» qu'on lui impute abusivement n'est à concevoir que dans son sens le plus étroit. Il est évident que le «traitement des données» informatique ne peut être assimilé au «traitement des données» humain. Le calcul de la superficie d'un rectangle tel que fait par l'humain sera de multiplier L (la longueur) par l (la largeur) étant entendu que les deux quantités sont ramenées à la même unité (le mètre par exemple). L'ordinateur calculera le produit $L \times l$ même si les deux quantités sont exprimées dans des unités différentes. A moins, bien sûr, qu'on le lui spécifie²².

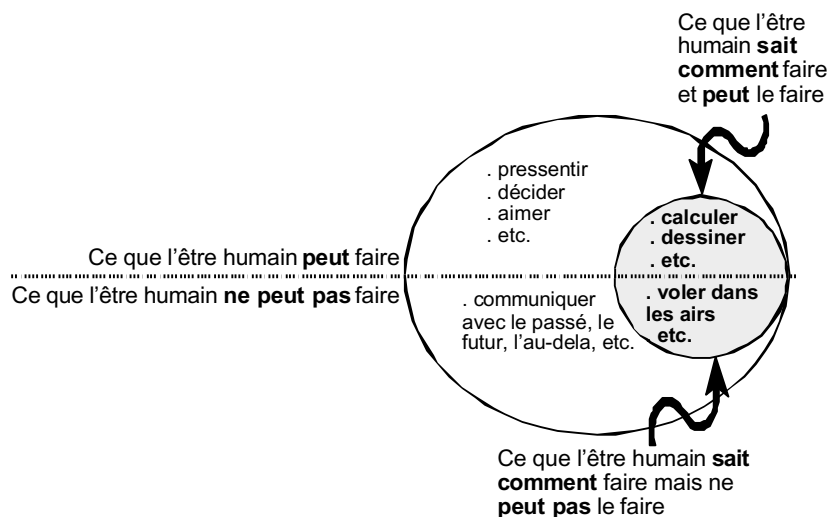
V. Conclusion

Nos limitations ne sont pas volontaires. Pas plus que ne le sont nos manières de communiquer, la manière avec laquelle nous interagissons et nous situons par rapport à notre environnement. La manière avec laquelle nous privilégions certaines aptitudes par rapport à d'autres n'est pas nécessairement consciente, quoiqu'elle soit appelée à changer dans certaines situations extrêmes où nos réactions sont différentes de celles qu'elles seraient dans des conditions «normales».

Pour résumer, soit l'univers des besoins humains tel que représenté par le diagramme ci-dessous. Cet univers se partage

²² Nous tenons à remercier le professeur Mohamed Ben Ahmed pour cet exemple.

entre les besoins que l'être humain peut satisfaire et ceux qu'il ne peut satisfaire.



Le petit cercle à l'intérieur représente ce que l'être humain a appris à la technologie. Ce cercle est appelé à devenir de plus en plus important.