



Monde contemporain: vers une société dématérialisée

Dr. Abderrahmane GUENCHOUBA

Maître de Conférences "A"

Faculté des Sciences sociales et humaines

Université Ziane Achour Djelfa

Résumé :

Il n'est plus besoin de rappeler l'importance de l'information dans notre société. Et pratiquement tout un chacun aujourd'hui comprend la valeur stratégique des données, à tel point qu'elles tendent à se restructurer autour de l'information et des réseaux qui la véhiculent. Domestiquer les données, savoir les gérer, pouvoir les protéger est certes une attitude nécessaire face au nouveau phénomène de l'information, mais la communauté scientifique prend conscience que cela est insuffisant. Il faut pouvoir mettre en réserve une grande partie de cette information pour le long terme, il faut trouver des solutions pour la soustraire à l'effet du temps et pouvoir la retrouver et la retraiter à tout moment. C'est là que l'automatisation des données prend toute sa dimension. Cependant, l'énorme progression de l'information fait de cette automatisation une zone de croissance totalement sous-estimée même par les professionnels. Aujourd'hui, la tendance est à assimiler numérisation et protection.

Il convient alors de considérer l'automatisation des données comme une matière à part entière, incontournable pour le futur de notre recherche. C'est en fait la dématérialisation étudiée dans cet article.

ملخص:

يدرك الجميع اليوم أهمية المعلومات في مجتمعنا والقيمة الاستراتيجية للبيانات التي نميل إلى إعادة هيكلتها حول المعلومات والشبكات التي تنقلها. كما أن تسخير البيانات وإدارتها والقدرة على حمايتها هي بالتأكيد الموقف الواجب اتخاذه، غير أن الأوساط العلمية تدرك أن ذلك غير كاف، وأنه ينبغي الحفاظ على أكبر قدر من هذه المعلومات على المدى الطويل، وأن نجد الوسائل لتجنب تأثرها بعامل الوقت وأن نكون قادرين على استردادها وإعادة معالجتها في أي وقت نشاء. هذا هو البعد الكامل لما يسمى بأتمتة البيانات، ومع ذلك فإن التطور الهائل للمعلومات يجعل من هذه الأتمتة مجال نمو غير مئتمن تماما حتى من قبل المتخصصين، ويبقى الاتجاه اليوم نحو الموازنة بين المسح الضوئي والحماية.



ينبغي إذا أن تصنفأتمتة البيانات كمجال منفصل، ضروري لمستقبل بحوثنا وتلك هي الفرضنة (إزالة الطابع المادي) موضوع هذا البحث.

INTRODUCTION

De prime à bord, tout le monde s'accorde à ce que les données constituent le patrimoine principal de l'ère de l'information. La manière dont elles sont exploitées et protégées définit le pouvoir dans la société de l'information.

Dans cet article, nous allons aborder le sujet par l'importance des données. Qu'appelle-t-on données ? Quelles valeurs ont-elles ? Quelles sont les données traitées ? Dans quel but et de quelle manière ? C'est l'objet de la première section. Ensuite nous nous intéresserons aux systèmes qui traitent cette information : Comment fonctionne un automate ? Et qu'est-ce qu'un réseau informatique ? C'est la deuxième section qui présente les principes de fonctionnement des automates et des réseaux. Après avoir répondu à toutes ces questions, nous aurons dit ce que nous savons de cette automatisation, mais aussi de ce que l'on peut s'y attendre demain.

SECTION 01 :Automatisation de l'information

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont actives et se diffusent dans tout le tissu politique, économique et social. Très peu de secteurs y échappent, et pour cause : l'information est le premier ingrédient de l'activité productive et de la vie sociale. Les secteurs de la distribution, de la banque et de la finance, bien sûr, mais aussi bien d'autres domaines, tels que la santé, l'éducation ou la vie associative, sont profondément affectés par les nouvelles technologies de l'information et de la communication. L'enseignement est un cas représentatif. Depuis Jules Ferry¹, le contenu des connaissances a considérablement changé, mais la technique d'enseignement reste la même : le professeur, devant son tableau noir, est face à ses élèves². Avec les nouvelles technologies, l'enseignement connaît une profonde transformation, en facilitant l'accès des élèves à une

1Jules Ferry, né en 1832 à Vosges en France et mort en 1893, est un homme politique français. Il est considéré comme le promoteur de « l'école gratuite et obligatoire »

2Jules Ferry, (11/06/2013)(18:44), http://fr.wikipedia.org/wiki/Jules_Ferry



masse d'informations à laquelle le professeur n'a pas toujours accès lui-même et en permettant l'établissement de contacts à très longue distance, entre professeurs et élèves.

1) Une troisième révolution industrielle

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication constituent l'une de ces vagues technologiques fondamentales qui ponctuent l'histoire, et que les historiens qualifient de révolutions industrielles¹.

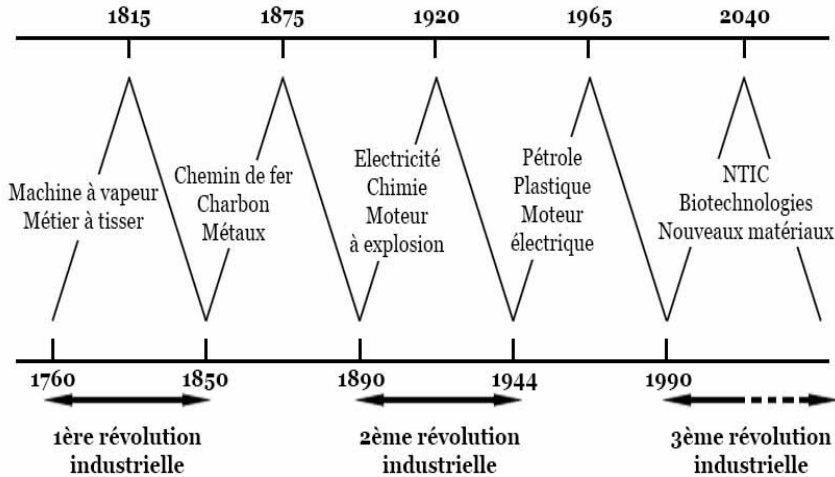
Depuis l'ère préindustrielle (18^{ème} siècle), l'être humain s'est soucié surtout de la nourriture (l'agriculture). La société préindustrielle a été caractérisée par des activités liées à l'extraction des ressources, et à l'utilisation de la force physique (force musculaire humaine ou animale) et la tradition (spécialité de génération en génération). Ainsi, dans la quête éternelle au pouvoir, celui-ci revenait à ceux qui détenaient la terre.

La première révolution industrielle marquer l'ère industrielle (19^{ème} siècle). Cette révolution est née en Grande-Bretagne avec la sidérurgie, la machine à tisser et la machine à vapeur. Elle est associée à la ressource du charbon, et au moyen de transport qu'est le chemin de fer. Le premier souci étant la production (la machine), la société industrielle a été caractérisée par des activités liées à la fabrication d'objets par la machine et leur commercialisation. Ainsi, et toujours dans la quête au pouvoir, celui-ci revenait à ceux qui détenaient l'argent.

La deuxième révolution industrielle marque l'ère postindustrielle (20^{ème} siècle). Elle est associée au pétrole, à l'expansion de l'électricité, du moteur à combustion et de l'industrie chimique. L'un des traits essentiels de la société postindustrielle est l'importance allouée au savoir. Le premier souci étant le déplacement, le pouvoir revient à ceux qui possèdent le pétrole.

Après l'introduction de l'informatique dans l'ère postindustrielle aux Etats-Unis, le premier souci est devenu la circulation de l'information, et le pouvoir revenait à ceux qui détenaient les informations. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication s'inscrivent alors, dans une troisième révolution industrielle selon l'historien

¹D. PLIHON, *Le nouveau capitalisme*, Ed. 3, La découverte « Repères », Paris, 2009, p. 06



François Caron¹. Cette vague technologique est loin d'être achevée et embrasse l'ensemble du champ des sciences de la vie.

Innovations technologiques²

L'avènement de la société de l'information, marque une rupture totale avec le passé, toutefois l'agriculture et l'industrie ne sont pas négligées. Ainsi, la tradition et l'expérience ne suffisent plus, il faut avoir accès à l'information devenue l'élément essentiel, et donc posséder l'information, c'est avoir l'ultime pouvoir. Les traits essentiels de cette société, en plus du savoir, sont donc relatifs aux informations et aux outils de leurs communications (l'ordinateur et les télécommunications).

Les nouvelles technologies concernent notamment trois domaines : la téléphonie, l'audiovisuel et l'informatique. L'origine de cette mutation technologiqueremonte au second conflit mondial, avec la découverte de l'ordinateur et de l'informatique, résultat de la

1D.Plihon, *op. cit.*,p. 06

2D.Plihon, *op. cit.*,p. 06, p. 07



recherche de fortes capacités de calculs par les Anglais pour déchiffrer les messages secrets allemands et par les Américains pour concevoir la bombe atomique¹.

Ce que nous vivons aujourd'hui avec les technologies de l'information et de la communication et plus précisément avec Internet, constitue la deuxième étape de cette révolution technologique. La troisième étape a quant à elle déjà débuté : c'est celle des bases de données qui capitalisent des connaissances, et qui constituent un enjeu de développement considérable.

En outre, les technologies de l'information et de la communication agissent sur l'ensemble de la société. Les précédentes révolutions industrielles avaient profondément modifié l'agriculture d'abord, puis l'industrie manufacturière. Tout comme le chemin de fer au 19^{ème} siècle et l'automobile au 20^{ème} siècle, la consommation de masse des nouvelles technologies de l'information et de la communication transforme déjà notre civilisation en ce 21^{ème} siècle, grâce au réseau universel et à la technologie numérique. Une société émerge, dans laquelle l'information et les connaissances acquièrent une place stratégique².

Non seulement les technologies de l'information et de la communication facilitent et accélèrent la transmission des informations et des connaissances, mais elles bouleversent également les modalités d'élaboration du savoir scientifique et technique. Dans les sciences du vivant, la numérisation se prête à une codification extrêmement détaillée, ouvrant la voie à des recherches jusqu'ici impossibles à réaliser, allant même jusqu'aux calculs intensifs pour la simulation d'œuvres irréalisables. De même, la numérisation facilite des rapprochements et des combinaisons nouvelles, permettant d'obtenir la modularité « des objets, des méthodes, des organisations », qui est la voie royale pour créer toujours plus de variété et pour innover³.

1Idem

2P. PETIT, L'économie de l'information, les enseignements des théories économiques, La Découverte«Recherches», Paris, 1998, Repris par D. PLIHONop. cit., p. 08

3P. VELTZ, Le nouveau monde industriel, Gallimard, Paris, 2000, Repris par D. PLIHONop. cit., p. 08



Depuis la fin du 19^{ème} siècle, on a assisté à une explosion d'innovations en matière de machines de bureau. Le principe du clavier est adapté (il a commencé à être utilisé sur des machines à écrire). Les « comptomètres¹ » comportent donc des touches représentant des chiffres là où traditionnellement il fallait tourner des roues (comme dans la machine de Pascal) ou faire coulisser des curseurs dans des rainures².

Sur un ensemble donné d'informations, il existe généralement un ensemble fini de symboles appelé alphabet et dont ces derniers sont appelés caractères. Un ensemble ordonné de ces caractères s'appelle mot. Le fait de représenter le dit ensemble d'informations revient alors à représenter chaque information par un mot.

2) La représentation des informations

S'il est un domaine complexe en matière de supports documentaires, c'est bien celui de l'emploi des caractères dès que l'on communique avec une tierce personne. Mais à bien y réfléchir, cette difficulté de manipulation des caractères est sans doute chose normale car la notion de caractère est sujette à interprétations différentes selon que l'on est linguiste ou typographe européen (avec caractères alphabétiques) ou arabe (sans la notion de majuscule/minuscule), mais aussi selon que l'on dispose, ou non, d'une machine où taper un "É" ne pose pas de problème. Et ce qui est vrai pour les hommes, l'est aussi pour les machines. Celles-ci ont leurs propres codages (c'est-à-dire la façon de remplacer un caractère par un nombre). C'est ce qui existe encore aujourd'hui : le codage des caractères consiste donc à affecter un numéro (un code) à un caractère ou une lettre.

Quelle que soit la nature de l'information, elle peut toujours être représentée sous la forme d'un ensemble de symboles. Depuis des siècles, l'homme a appris à écrire, à compter et à manipuler les lettres et les nombres. En particulier, il s'est donné les moyens pour permettre l'écriture de ces lettres et nombres par des symboles. En effet, pouvoir représenter les lettres et les nombres de manière symbolique sur un papyrus ou sur une feuille de

1Le Comptomètre, ou Comptometer est la première machine à calculer à clavier direct à avoir connu un grand succès

2Petite histoire de l'informatique, (14/12/2013)(18:44), <http://www.ensci.com/createur-industriel/ateliers-de-projets/j-l-frechin/petite-histoire-de-linformatique/Petite Histoire de l'Informatique>



parchemin revêt un intérêt pratique évident : mémorisation de l'histoire, comptage de bétail, recensement d'individus¹...

L'homme emploie une langue naturelle dont les deux supports sont la voix et le document écrit. Ceci nécessite un alphabet (lettres, chiffres, signes de ponctuation,...), une syntaxe qui donne naissance aux mots, et une assignation sémantique qui donne un sens aux mots.

L'information est une représentation de la connaissance. Elle n'est pas la connaissance elle-même. L'information en tant que savoir communicable doit être mise à la disposition de tout le monde. C'est un flux constant qu'il s'agit d'organiser pour le rendre accessible à ceux qui en expriment le besoin.

En rudiments, nous pouvons dire qu'un alphabet est un ensemble fini de symboles. Ainsi, l'utilisation d'un système de numération permet de passer d'une représentation symbolique : « l'entité nombre entier », à une représentation concrète : un mot écrit sur un alphabet de chiffres. Dès lors, on pourra s'intéresser non seulement aux propriétés arithmétiques des nombres mais aussi aux propriétés syntaxiques de leurs représentations. La question fondamentale étant clairement de déterminer s'il existe un lien entre ces deux types de propriétés. Par exemple, en base décimale, le fait pour un entier « n » d'être divisible par dix se visualise trivialement sur la représentation décimale de n. En effet, il suffit de regarder si le dernier chiffre est ou non zéro. Dans cette situation, il y a donc un lien fort entre une propriété arithmétique des nombres « être divisible par dix », et une propriété syntaxique de leurs représentations « se terminer par zéro »².

2.1) Présentation du binaire

L'usage d'encoches pour le calcul pratiquées sur des os date de 20000 ans³. Avec 10 chiffres (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), on parle alors de base décimale (ou base 10). Toutefois dans

1M.Rigo, *Automates et systèmes de numération*, Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège [En ligne], Vol. 73, 2004, Numéro 5-6, pp. 249-262,(09/11/2013)(18:08), <http://popups.ulg.ac.be/0037-9565/index.php?id=391>

2C.PIGUET, H. Hügli, *op. cit.*, pp. 03-18

3C.PIGUET, H. Hügli, *op. cit.*, p. 03



des civilisations plus anciennes ou pour certaines applications actuelles d'autres bases de calcul ont et sont toujours utilisées comme¹ :

- la base sexagésimale (60), utilisée par les Sumériens (cette base est également utilisée dans le système horaire actuel, pour les minutes et les secondes)
- la base vicésimale (20) et la base quinaire (5), utilisées par les Mayas
- la base duodécimale (12), utilisée par les anglo-saxons dans leur système monétaire jusqu'en 1960 (un pound "£" représentait vingt "shilling" et un "shilling" représentait douze "pence". Le système d'heure actuel fonctionne également sur douze heures (notamment dans la notation anglo-saxonne)
- la base binaire (2), utilisée par l'ensemble des technologies numériques.

Pour les machines électroniques actuelles, basées sur le phénomène physique : le courant électrique « PASSE » ou le courant électrique « NE PASSE PAS », la traduction de ce phénomène est possible grâce au langage « binaire » qui utilise un alphabet à deux symboles {0, 1}.

En tout état de cause, tout système de numération est défini par un alphabet qui est un ensemble de signes (les chiffres) et une syntaxe qui est l'ensemble des règles de fabrication des nombres. Un nombre est ainsi un ensemble de chiffres.

Vers la fin des années 1930, Claude Shannon² démontra qu'à l'aide de « contacteurs » (interrupteurs) fermés pour « vrai » et ouverts pour « faux », il était possible d'effectuer des opérations logiques en associant le nombre 1 pour « vrai » et le nombre 0 pour « faux »³. Ce codage de l'information est nommé base binaire. C'est avec ce codage que fonctionnent les ordinateurs et généralement toutes les nouvelles technologies. Il consiste à utiliser deux états (représentés par les chiffres : 0 et 1) pour coder les informations.

Le terme bit (b avec une minuscule dans les notations) signifie « binary digit », c'est-à-dire 0 ou 1 en numérotation binaire. Il s'agit de la plus petite unité d'information manipulable par

1Le codage binaire, (08/11/2013)(21:24), <http://www.commentcamarche.net/contents/95-le-codage-binaire>

2Claude Elwood Shannon, né en 1916 à Petoskeyaux USA et mort en 2001, est un ingénieur en génie électrique et mathématicien. Il est l'un des pères, si ce n'est le père fondateur, de la théorie de l'information

3Le codage binaire, Op. cit.



une machine numérique. Il est possible de représenter physiquement cette information binaire : par un signal électrique, magnétique ou lumineux, qui, au-delà d'un certain seuil, correspond à la valeur 1; par des aspérités géométriques dans une surface ; ou grâce à des bistables, c'est-à-dire des composants électroniques qui ont deux états d'équilibre (l'un correspond à l'état 1, l'autre à l'état 0).

Matériellement, on peut coder facilement deux valeurs différentes par une tension électrique: une tension haute représentera l'une des deux valeurs et une tension basse, l'autre valeur. De ce fait, les machines électroniques utilisent principalement la base 2 et donc les deux chiffres 0 et 1. Cette unité d'information qui peut valoir 0 ou 1 est donc le bit.

L'octet¹ (en anglais byte ou B avec une majuscule dans les notations) est une unité d'information composée de 8 bits. Il permet par exemple de stocker un caractère, tel qu'une lettre ou un chiffre.

Ce regroupement de nombres par série de 8 permet une lisibilité plus grande, au même titre que l'on apprécie, en base décimale, de regrouper les nombres par trois pour pouvoir distinguer les milliers. Le nombre « 9000000 » est par exemple plus lisible que « 9000000 ».

Une unité d'information composée de 16 bits est généralement appelée mot (en anglais word). Une unité d'information de 32 bits de longueur est appelée mot double (en anglais double word, d'où l'appellation dword). Pour un octet, le plus petit nombre est 0 (représenté par huit zéros 00000000), et le plus grand est 255 (représenté par huit chiffres « un » 11111111), ce qui représente 256 possibilités de valeurs différentes.

L'organisme international IEC²(International Electrotechnical Commission) a émis en 1998 les unités standardisées suivantes :

- Un Kiloctet (KO ou KB) = 1000 Octets
- Un Mégaoctet (MO ou MB) = 1000 KO = 1 000 000 Octets
- Un Gigaoctet (GO ou GB) = 1000 MO = 1 000 000 000 Octets
- Un Téraoctet (TO ou TB) = 1000 GO = 1 000 000 000 000 Octets

1R. STRANDH, I. DURAND, *Architecture de l'ordinateur*, Dunod, Paris, 2005, p. 5

2International System of Units - Prefixes for binary multiples, (14/12/2013)(15:53), <http://physics.nist.gov/cuu/Units/binary.html>



2.2) Machines automatiques

Un traitement rationnel de l'information consiste à l'utilisation de méthodes précises, fondées, reproductibles sur la représentation binaire de cette information.

On entend par machine automatique, toute machine capable de mettre en œuvre ces méthodes dans un langage qu'elles peuvent « comprendre ». En l'occurrence, le langage binaire qui permet à toute information qu'elle soit texte, image ou son (et mêmes odeurs, saveurs et toucher, signaux émis par le cerveau...), d'être représentée sous une forme manipulable par la machine en fonction de sa technologie.

Selon le Petit-Robert l'informatique est la Science du traitement [automatique] rationnel de l'information, elle est considérée comme le support des connaissances dans les domaines scientifiques, économiques et sociaux, notamment à l'aide de machines automatiques. Et toujours selon le Petit-Robert, une machine est un objet fabriqué, destiné à transformer l'énergie et à utiliser cette transformation, à la différence de l'appareil et de l'outil, qui ne font qu'utiliser cette énergie.

Actuellement, les machines automatiques décrivent essentiellement toute machine électronique de traitement de l'information. Il est intéressant de remarquer que le sens premier du terme signifie : « ce qui ordonne, met en ordre », d'où le terme français très adapté qu'est le mot : ordinateur.

Une automatisation est donc une technique ou un ensemble de techniques ayant pour but de réduire ou de rendre inutile l'intervention d'opérateurs humains dans un processus où cette intervention était coutumière¹. Il n'y a évidemment pas d'automatisation lorsque l'opérateur humain est remplacé par la force animale, ni lorsqu'un processus artificiel est substitué à un processus naturel. L'automatisation désigne uniquement une transformation de processus exclusivement créés par l'homme : techniques ou ensemble de techniques. Elle tend donc à économiser l'intervention humaine sous toutes ses formes² :

1J. VAN DEN BROEK D'OBRENAN, *Automatisation*, Encyclopédia Universalis 2013
2Idem



- Apport d'énergie.
- Appréciation, mesure et surtout évaluation de grandeurs (substitution d'un automatisme aux perceptions sensorielles).
- Décision simple à partir de critères (substitution d'un traitement d'information au jugement de l'intelligence).
- Organisation, gestion, optimalisation (substitution d'un traitement d'information, de mémoires auxiliaires, de systèmes autodidactiques, au jugement de l'intelligence éduquée et assistée d'une documentation).

Ainsi, l'automatisation peut s'appliquer à des processus qui ne mettent en œuvre aucune énergie physique appréciable : détection, contrôle et mesures, calculs en temps réel. En d'autres termes, et à mesure que le processus se déroule, il y'a une gestion en temps réel pour contrôler l'économie, un diagnostic, une reconnaissance des formes (identification à partir de multiples critères), et tout ça en vue d'assurer la conduite du dit processus. L'automatisation peut atteindre divers degrés de complexité dont la classification a été établie.

Les composants de l'automatisation sont situés dans l'architecture générale d'un système automatisé. L'homme a créé des machines pour automatiser son travail. Si les premières machines ont été conçues pour réaliser une tâche précise (conversions de monnaie, distribution de l'essence, fabrication de tissus, recensement de population,...), seuls les ordinateurs sont capables d'exécuter des travaux très différents. On peut considérer que les tentatives d'automatisation des calculs remontent à quelques siècles, mais les premiers véritables ordinateurs n'ont été construits qu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale¹.

Outils universels par excellence, les ordinateurs qui ont envahi la vie courante, sont employés dans la plupart des activités humaines : industrie, commerce, recherche, enseignement, médecine, loisirs... . Leur exploitation dans des domaines si variés découle de la souplesse introduite par la programmation.

Donc, étudier l'automatisation et les machines automatiques, revient à étudier l'ordinateur (calculateur) : machine automatique la plus symbolique et la plus populaire.

1C.PIGUET, H. Hügli, *op. cit.*, pp. 27-31



3) L'ordinateur comme modèle d'étude

En 1946¹, l'ENIAC, acronyme de « Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer », est le premier ordinateur entièrement électronique construit pour être Turing-complet² (système formel ayant au moins le pouvoir des machines de Turing³). Il est

considéré comme le premier ordinateur électronique programmable. Le principe est une idée portant sur des calculs qui pourraient être réalisés électroniquement. Le principal problème d'ingénierie étant la durée de vie des tubes électroniques. C'est l'armée américaine qui construisit le projet pour les besoins du laboratoire de recherche en balistique. L'ordinateur continua à fonctionner jusqu'à son arrêt en 1955⁴.

L'ENIAC reçoit l'attention des journaux notamment à cause de sa taille imposante, mais d'une certaine manière, il n'est pas la fine fleur de son ère. Contrairement au Z3, il doit être recâblé pour exécuter un nouveau programme. De plus, l'ENIAC utilise des registres décimaux et non binaires. Sa capacité est de 20 nombres à dix chiffres signés permettant chacun de réaliser 5000 additions simples chaque seconde (pour un total de 100000 additions par seconde). Il ne peut en revanche gérer que 357 multiplications ou 38 divisions par seconde. Il utilise des tubes à vide⁵.

D'autres idées ont été produites par la suite et l'impact de personnes telles « John VON NEUMANN »⁶ ont profondément influé le développement des ordinateurs suivants. Certaines améliorations ont eu lieu, notamment un système primitif permettant d'enregistrer un programme dans une mémoire en lecture seule, une idée proposée par VON NEUMANN.

1C. PIGUET, H. Hügli, *op. cit.*, pp. 71-72

2*Idem*, pp. 79-80

3L'anglais Alain Turing, né en 1912 et mort en 1954, décrit (sans la construire) la « machine de Turing » comme un appareil universel équipé d'un programme enregistré et capable d'exécuter n'importe quel algorithme

4Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer, (25/12/2014)(16:47), http://fr.wikipedia.org/wiki/Electronic_Numerical_Integrator_Analyser_and_Computer

5C. PIGUET, H. Hügli, *op. cit.*, pp. 76-82

6John Von Neumann, né en 1903 à Budapest en Autriche-Hongrie et mort en 1957, est un mathématicien et physicien. Il a apporté d'importantes contributions tant en mécanique quantique, qu'en analyse fonctionnelle, en théorie des ensembles, en informatique, en sciences économiques...

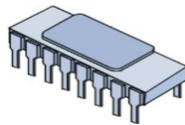


Ensuite est venue l'invention du transistor¹ dans les laboratoires de BELL². Puis, le premier réseau de télécriteurs : SABRE (Semi Automated Business Related Environment), réseau à but commercial réalisé par IBM³. Il relie 1200 télécriteurs à travers les États-Unis pour la réservation des vols de la compagnie American Airlines.

L'invention en 1958⁴ du circuit intégré par « Jack KILBY », employé par TI (Texas Instruments), permit de jeter les bases du matériel informatique moderne. Ce dernier avait tout simplement relié entre eux différents transistors en les câblant à la main. Il ne faudra par la suite que quelques mois pour passer du stade de prototype à la production de masse de puces en silicium contenant plusieurs transistors. Cette découverte a valu à KILBY un prix Nobel de physique en 2000.

Les circuits intégrés analogiques, pour leurs composants les plus simples, peuvent être de simples transistors encapsulés les uns à côté des autres sans liaison entre eux, jusqu'à des assemblages réunissant toutes les fonctions requises pour le fonctionnement d'un appareil dont il est le seul composant.

Les circuits intégrés numériques, pour leurs composants les plus simples, sont des « portes logiques »⁵ (ET, OU, NON). Les plus complexes sont les microprocesseurs, et les plus denses sont les mémoires.



Microprocesseur

1Un transistor est un composant électronique. C'est un dispositif semi-conducteur à trois électrodes actives, qui permet de contrôler un courant (ou une tension) sur une des électrodes de sorties. Il peut être utilisé comme interrupteur dans les circuits logiques, comme amplificateur de signal, ou pour stabiliser une tension, moduler un signal

2Les Laboratoires Bell — Bell Telephone Laboratories ou AT&T Bell Laboratories —, plus connus sous l'appellation de « Bell Labs », furent fondés en 1925 et implantés à Murray Hill dans l'État américain du New Jersey. En 2009, ils font partie du centre de recherche et développement « d'Alcatel-Lucent ». Jusqu'en 2012 « Bell Labs » avait déposé plus de 29 000 brevets

3International Business Machines Corporation, connue sous l'abréviation IBM, est une société multinationale américaine présente dans les domaines du matériel informatique, du logiciel et des services informatiques

4Jack Kilby, (08/11/2014)(21:12), http://fr.wikipedia.org/wiki/Jack_Kilby

5Une porte est un circuit ayant au moins une (et souvent plusieurs) entrée et exactement une sortie. Les valeurs des entrées et de la sortie sont les valeurs logiques vrai et faux. Dans le domaine de de l'ordinateur, il est fréquent d'utiliser « 1 » pour vrai et « 0 » pour faux



Pour pouvoir comprendre la structure générale et le fonctionnement d'un ordinateur, nous devons passer en revue quelques éléments fondamentaux concernant la programmation et l'algorithmique afin de bien présenter le vocabulaire utilisé. L'objectif étant de mettre en évidence les différentes phases qui interviennent dans la résolution d'un problème avec une machine automatique.

Puisque le rôle de l'informatique est de résoudre des problèmes à l'aide d'une machine automatique, un problème s'exprime sous la forme d'un énoncé qui spécifie les fonctions que l'on souhaite réaliser. Par exemple définir toutes les fonctions d'un traitement de texte. Pour résoudre un problème, les spécialistes du traitement automatique de l'information utilisent la notion d'algorithme.

Un algorithme est défini comme étant une séquence d'instructions très simples, chronologiques, et finies dans les temps, qui sont exécutables par un processeur déterminé.

Résoudre donc un problème avec une machine automatique, consiste à construire une séquence d'instructions pour cette machine. Cet algorithme serait transcrit à partir d'un langage compris par la machine, appelé « langage de programmation ».

En informatique la machine avec laquelle les problèmes sont résolus, est l'ordinateur. Ses caractéristiques doivent donc être connues, tout particulièrement son langage de programmation (les instructions qu'elle est capable d'exécuter), l'alphabet permettant de coder les instructions, ainsi que les données et les outils permettant d'exécuter ces instructions.

Les instructions d'un ordinateur sont les instructions machines, elles constituent le langage de programmation de l'ordinateur : le langage machine¹.

En résumé, résoudre un problème avec un ordinateur consiste à l'exprimer sous la forme d'une séquence d'instructions machines qui doivent être soumises aux outils permettant l'exécution de cette séquence. C'est cette séquence d'instructions machine exécutables par l'ordinateur qui est appelée « le programme machine ».

1A. CAZES, J. DELACROIX, *op. cit.*, p. 3



3.1) Structure d'un ordinateur (ordinateur)

L'ordinateur est une machine à part. Contrairement à toutes les autres réalisations humaines, elle n'a pas d'utilité prédéterminée; son comportement est défini par programme, et celui-ci peut être modifié à [presque] tout moment. C'est donc un automate programmable.

L'ordinateur cible nous servant de support descriptif est un ordinateur de type « Von Neumann » qui caractérise bien la quasi-totalité des ordinateurs actuels. Il est composé des éléments suivants :

- Une mémoire centrale pour le stockage des informations (programme et données).
- Un microprocesseur ou processeur central pour le traitement des informations logées dans la mémoire centrale.
- Des unités de contrôle des périphériques et des périphériques.
- Un bus de communication entre ces différents modules.

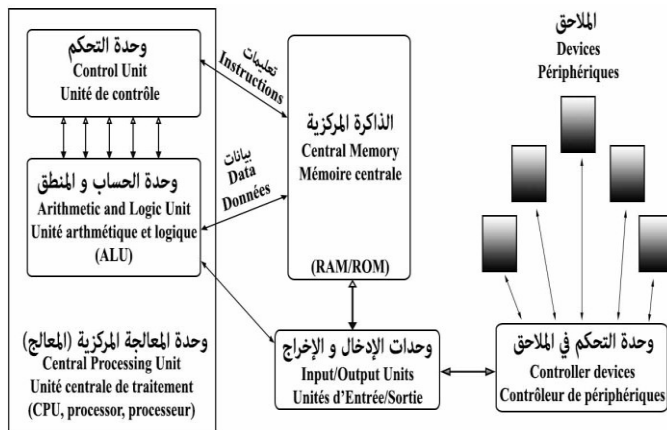


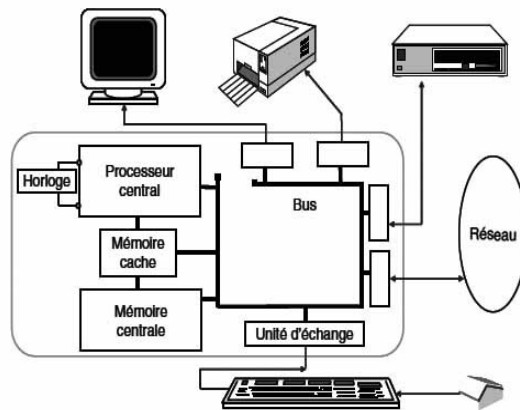
Schéma général d'un ordinateur (Architecture de Von Neumann)

On trouve selon l'architecture de « Von Neumann » deux parties principales :

- L'Unité Centrale (UC) comprenant les modules : processeur central (microprocesseur ou CPU), mémoire centrale, les unités d'échange et les bus de communication entre ces différents modules.



- Les périphériques avec lesquels dialogue le processeur au travers des unités d'échange (ou contrôleurs). On distingue en général : les périphériques d'entrée tels que le clavier ou la souris, les périphériques de sortie tels que les imprimantes et les moniteurs de visualisation, et les périphériques d'entrée et de sortie tels que les disques magnétiques ou les modems pour accéder aux réseaux de communication.



Structure matérielle générale d'un ordinateur¹

3.2) Fonctionnement d'un ordinateur

L'ordinateur et les mécanismes de la pensée humaine sont conçus selon des plans analogues. Ils disposent d'un milieu interne où les informations circulent, s'échangent, se combinent et où les décisions s'échafaudent. Ils sont aussi en contact avec le monde extérieur grâce aux dispositifs qui leur fournissent les données sous une forme qui leur est compréhensible et grâce aux dispositifs qui peuvent traduire les résultats de leurs travaux sous une forme claire à l'être humain.

L'ordinateur comprend donc un milieu interne constitué de circuits électroniques (pour l'acheminement et l'analyse des informations, pour l'exécution des calculs, et pour les commandes des organes de communication avec le monde extérieur), et des moyens de communication avec le monde extérieur, contrôlés par le milieu interne. Ces moyens

1A. CAZES, J. DELACROIX, *op. cit.*, p. 4



assurent la transmission des informations, des instructions, des données, des ordres de fonctionnement et des résultats. Ils sont constitués par des appareils susceptibles de lire, de traduire, de produire un langage compréhensible à la fois par l'homme et la machine.

L'ordinateur utilise aussi des langages d'instructions (généralement des langages de programmation), qui permettent à l'utilisateur de lui donner des ordres. Le langage élémentaire, appelé aussi langage machine, est celui qui est défini lors de la conception de la machine, il est constitué d'un répertoire de codes dont le nombre s'établit suivant le type de machine considéré.¹

SECTION 02 :Convergence numérique

La valeur de notre civilisation se déplace inévitablement vers une sphère immatérielle, et des évidences s'imposent à nous jour après jour et modifient notre rapport au réel. La miniaturisation, la vitesse et le déploiement inéluctable des matériels informatiques édifient une société digitale basée sur l'information et la communication. Ainsi, l'argent disparaît au profit des cartes magnétiques, les employés sont remplacés par des machines interactives, des ordinateurs pilotent les avions et aiguillent les trains, et enregistrent les messages. Ce qui fait que l'informatisation de la société s'accompagne d'une dématérialisation massive des informations. Toutefois, la question qui se pose est est-ce qu'on peut vraiment faire confiance à une machine et à sa fiabilité ?

La nouvelle société, qui entre dans l'ère de l'information, tire profit de ce saut technologique. Ainsi, la dématérialisation de l'information, la rend plus facile à échanger et moins coûteuse à maîtriser. Mais malgré ce succès incontestable des technologies numériques, les systèmes qui reposent sur ces techniques sont vulnérables puisque par construction, le contenu numérique est indépendant du support physique sur lequel il est inscrit. La question de la protection de données doit se poser, car le monde numérique est volatil (on peut facilement le dupliquer, le falsifier, ou le détruire).

Additivement à cela, les équipements peuvent dysfonctionner, car les enregistrements numériques sont lus et écrits avec du matériel informatique, à base de logiciels qui sont des

¹P. DEMARNE, M. ROUQUEROL, *Les ordinateurs*, Ed. 9, Presses universitaires de France, Paris, 1985, pp. 13-15



programmes informatiques qui ne sont jamais exempts d'erreurs de conception ou d'utilisation.

Pour cela, cette société a besoin de garantir la sécurité des données comme elle a toujours protégé les hommes et les biens contre les caprices de la nature et contre les autres hommes.

1) Unesociété dématérialisée

Notre société, devient de plus en plus dépendante des technologies numériques. L'information constitue le patrimoine numérique des individus, des organisations et des Etats. Nouvelle valeur de civilisation, l'information numérique, traitée et sauvegardée par les ordinateurs, communiquée via des réseaux de télécommunication, est à considérer comme une ressource stratégique de grande importance.

1.1) Dématérialisation

Le numérique étend et modifie les frontières temporelles et géographiques traditionnelles. Et cela bouleverse toutes les habitudes, impose de nouveaux modes de fonctionnement et de nouvelles valeurs de société, tout en créant des changements sans précédent et en instaurant un nouvel ordre numérique. Une dématérialisation des transactions et des services autorise des formes d'organisation, d'échanges et d'activités économiques innovantes.

Le plus phénoménal est que le savoir que détenaient jadis quelques hommes savants, puis qui a rempli de gigantesques bibliothèques, se retrouve virtuellement dans la main de chaque individu. Ce tour de force, qui permet de rendre l'information accessible depuis n'importe quel point sur Terre, est bien sur le bienfait du traitement automatisé des données.

« Si l'on imagine un défi qui aurait été lancé il y a deux mille ans : il s'agit de trouver un moyen de faire tenir tout le contenu d'une encyclopédie dans un coffret de la taille d'une main. Le gagnant du concours, deux mille ans plus tôt, aurait suggéré qu'on change de support, en passant des tablettes d'argiles, encombrantes, à un support ultrafin, souple et résistant.

On inventa plus tard le papier. Une réponse à notre défi ne tient plus cette fois dans la réduction du support ou de l'écriture (on pourrait écrire vraiment tout petit et utiliser une



énorme loupe pour lire) mais dans une étape supplémentaire, qui demande un nouvel effort intellectuel.»¹

La réponse aujourd’hui est le fait de distinguer les données de leur support. C’est l’informatique qui requiert la séparation de l’information de l’interface (dans le cas de l’encyclopédie traditionnelle en papier, l’interface est l’encre sur le papier).

Les symboles dessinés par les caractères permettent à chacun d’accéder au savoir. Il s’agit déjà d’une première étape dans l’abstraction puisque la connaissance intellectuelle a été transcrite sous forme de mots.²

L’interface informatique (celle de l’ordinateur) est un écran qui affiche l’information en allumant des points pour tracer des caractères en fonction des nécessités de l’utilisateur. La performance consiste alors à construire un support d’information pure et un interpréteur d’information, qui transforme les informations codées sur le support en lettres sur l’écran³.

En outre, les réseaux⁴ informatiques permettent de délocaliser l’information et d’y accéder à distance.

Le défi repris ci-dessus, est une bonne illustration du phénomène de dématérialisation, qui consiste donc à distinguer dans une page de texte, le support (le papier) du contenu (l’information).

L’automatisation du traitement de l’information est la vocation première de l’ordinateur. Et le remplacement du traitement du papier par des procédés informatiques garantit des réductions de coûts incontestables : les transactions financières dont la plupart se font avec des cartes magnétiques, en sont l’exemple personifié.

De ce fait, la dématérialisation de l’information rend possible le codage de toute information sous la forme binaire.

1.2) Evolution

L’apparition des marchés électroniques a permis d’augmenter de manière spectaculaire le volume des transactions traitées, et par corollaire, le traitement automatisé des

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, p. 8

2Idem

3C’est une solution pour le défi ci-dessus cité

4Nous verrons plus loin, en détail, la notion de « réseaux »



données est vu ajouté un degré supplémentaire d'abstraction, dont le but est de réduire encore plus le coût de la circulation et du traitement de l'information. Ainsi, l'information circule dans des fils électriques ou par les ondes électromagnétiques.

De cette façon, on se rend compte que l'information est partout. Et de même qu'il est possible, pour les transactions financières de distinguer l'information et le support papier pour ne plus stocker que l'information, on peut numériser une photo ou un disque en ne retenant que la couleur de chaque grain de la photo ou la vibration du son émis chaque fraction de seconde. Alors qu'il fallait une cassette spéciale pour l'audio ou pour la vidéo, un papier spécial pour le texte ou la photo. Lorsque tout est numérisé, il suffit d'une machine capable d'interpréter l'information numérisée et de restituer par l'interface adaptée, écran ou haut-parleur, une information perceptible par nos sens, c'est-à-dire des images et des sons¹. La machine dont il est question, est l'ordinateur qui a été défini au niveau de la section précédente, et dont le coût devient de plus en plus insignifiant.

L'évolution des technologies conduit à une véritable révolution dans le mode de pensées des échanges tant économiques que sociaux et culturels. D'ailleurs, le concept récent de l'entreprise étendue, relatif à la délocalisation d'activités d'une entreprise, se généralise jusqu'à l'individu, auteur ou acteur d'une dématérialisation de l'entreprise.²

La numérisation des données entraîne le stockage, le traitement et la transmission. Le stockage consiste généralement à créer des « bases de données », dans lesquelles les informations sont reliées entre elles par des liens. Lorsque ces bases deviennent vraiment gigantesques, on parle d'entrepôts de données.³ La difficulté consiste en l'organisation de ces données. Et bien sûr, il est possible d'échanger des données en temps réel entre deux individus situés sur deux continents différents.

Autre évolution du traitement automatisé des données, est que celui-ci permet de s'attaquer à des problèmes qui paraissent autrefois insolubles du fait de leur trop grande complexité. L'exemple d'une entreprise dans le secteur de la distribution qui doit livrer l'ensemble de son réseau dispersé sur tout un pays. Ses camions doivent passer

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, p. 10

2S. GHERNOUTI-HÉLIE, *Sécurité internet – Stratégies et technologies*, Dunod, Paris, 2000, p. 3

3E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, même page



périodiquement dans chacun des points du réseau pour réapprovisionner les magasins. Pour minimiser les coûts de transport, il est intéressant de planifier les tournées des camions. Ce problème peut paraître évident si on se limite à trois ou quatre sites, voire une dizaine. Mais lorsque le nombre de magasins dépasse quelques dizaines, il paraît difficile de trouver à la main une solution optimale. L'automate programmable simulera éventuellement l'ensemble des solutions possibles jusqu'à trouver la meilleure. Il pourra aussi proposer une solution prenant en compte certaines contraintes. Mieux, il sera capable de réagir face à une situation imprévue en suggérant rapidement de nouveaux itinéraires.¹

En conséquence à ces évolutions, les entreprises comme les particuliers s'empresent de transformer toutes leurs données en données numérisables. Ces derniers développent de nouvelles formes d'organisation dont souplesse, flexibilité et réactivité sont des conditions primordiales. L'information représente la connaissance et la valeur d'une entreprise. Alvin Toffler², sociologue américain mondialement connu pour ses observations des bouleversements de notre société, considère que l'accès et la maîtrise de l'information constituent un nouveau pouvoir, au même titre que la force ou l'argent.³

2) Une société de télécommunication

La grande couverture géographique du monde de la téléphonie lui permet de desservir un très grand nombre d'utilisateurs. Ce réseau permet de transporter aujourd'hui non seulement les données vocales, mais aussi les données informatiques.

De la sorte, les infrastructures de télécommunication sont l'ensemble des moyens de transmission à partir desquels des services de communication peuvent être développés. En effet, on dissocie les voies et les techniques d'acheminement des solutions télécommunication offerts aux clients⁴. Il est possible par exemple, d'exploiter une infrastructure existante sans en être propriétaire et offrir à partir de cette facilité de transport des applications particulières.

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, p. 11

2Alvin Toffler, né en 1928 à New York, est un écrivain, sociologue et futurologue. Il est l'un des futurologues les plus célèbres de notre temps. Beaucoup de ses livres sont devenus des best-sellers mondiaux

3E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, même page

4S. GHERNOUTI-HÉLIE, *op. cit.*, p. 15



«La disponibilité d'équipements multimédias, d'infrastructures de communication performantes, ainsi que la convergence des mondes de l'audiovisuel, de l'informatique et des télécommunications, contribuent à réaliser la notion de chaîne d'information entièrement numérisée. Celle-ci représente la continuité numérique existante, tant au niveau de l'infrastructure de transport qu'au niveau au contenu, entre toutes sources d'information et ses utilisateurs.»¹

Au début des années 1990², le vice-président des Etats-Unis Al Gore³, présenta un plan de développement des télécommunications baptisé « Autoroutes de l'Information ». Cette judicieuse métaphore, assimile la circulation de ces informations numériques à celles des voitures sur des voies de circulation de grande capacité. Le réseau mondial « Internet », bénéficie aujourd'hui de cette infrastructure de télécommunications véhiculant les données multimédia dans tous les pays à la vitesse de la lumière. Ces autoroutes de l'information représentent des agencements qui acheminent d'un point à un autre et à hauts débits, des informations consignées dans plusieurs supports différents.

De ce fait, le concept d'autoroute de l'information intègre la mise à disposition du grand public, via des infrastructures de communication performantes, d'un ensemble de services d'intérêt général ou de services marchands. Ils sont sensés contribuer au bien-être des individus et peuvent être relatifs à la santé, l'éducation, la culture, l'aménagement du territoire, l'administration ou la presse.⁴ Le débit des grandes artères de ces autoroutes, associé à la capillarité du réseau, permet à chaque foyer d'avoir accès instantanément à des données provenant de tous les coins du monde.

Ainsi, notre planète ressemble à un village. Les étudiants de l'université d'Alger et de l'université de Annaba travaillent sur le même exposé, les clients visualisent les catalogues de

1S. GHERNOUTI-HÉLIE, *op. cit.*, p. 15

2Les Autoroutes de l'Information: vers la Société de l'Information, (02/01/2014)(17:47), <http://www.figerg.com/Publications/auto.htm>

3Albert Arnold Gore, Jr., plus connu sous le nom d'Al Gore, né en 1948 à Washington, est un homme politique et homme d'affaires. En 2007, il est co-lauréat, avec le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), du Prix Nobel de la paix pour « leurs efforts afin de mettre en place et diffuser une meilleure compréhension du changement climatique causé par l'homme, et de jeter les bases des mesures nécessaires pour contrecarrer un tel changement »

4S. GHERNOUTI-HÉLIE, *op. cit.*, même page



produits sur Internet puis commandent et payent au travers du réseau, les entreprises envoient leurs déclarations fiscales, sociales, douanières par Internet. Les réseaux informatiques, en participant à ce village planétaire, réduisent les distances entre les gens, comme l'ont fait auparavant le télégraphe, le téléphone, la télécopie et la télévision au travers des reportages en direct.

3) Une société de l'information

Ce que les moyens de communication, depuis leur début, ont en commun, c'est qu'ils transmettent une information passée, récente, près ou lointaine, lui font éventuellement subir des transformations, à un solliciteur ou s'en servent. Depuis l'apparition de l'automate, quelle que soit cette information, elle est codée et stockée sous la forme standard d'une succession de « 0 » et de « 1 ». Vu sous cet angle, un livre, ou le résultat d'une opération complexe, ou une toile dessinée sont équivalentes.

« Collecter », « stocker », « transmettre », et « traiter », requièrent plusieurs procédés qui font appel de moins en moins à l'homme et de plus en plus à la machine. En effet, une information recueillie peut être stockée dans le cerveau humain, dans un livre, sur un CD-ROM, ou dans le disque dur d'un ordinateur. Elle peut être aussi transmise par la parole, par la poste, par satellite, ou par fibre optique. Et elle peut aussi être traitée, de manière automatique ou intelligente, par un automate ou par l'homme. Par la suite, l'information peut commander une action sans intervention humaine, ou engendrer une prise de décision donnant un ordre.

Tout ceci, introduit le nouveau concept appelé « Société de l'Information », caractérisé par l'utilisation massive et à grande échelle de l'information dans tous les actes de la vie par le biais des technologies de l'information et de la communication.¹

Qui dit société de l'information peut prétendre à plusieurs significations, selon le contexte dans lequel il se trouve. Dans un contexte technique, il s'agit des technologies des télécommunications, notamment l'informatique et les télécommunications (traitement de

¹UIT, *Comprendre la cybercriminalité : Guide pour la cybersécurité pour les pays en développement*, 2009, p. 11



l'information, et gestion des connexions, diffusion et transmission des données). Dans un contexte socio-politique, il s'agit de la sphère des activités humaines, susceptibles d'être accomplies au moyen des outils d'information. Dans un contexte économique, il s'agit des défis que fait surgir un nouveau marché induit par le processus technologique.

La communauté des chercheurs a commencé à utiliser cette définition au début des années 1970, en observant l'impact des technologies des télécommunications dans la société. Plus tard, dans le domaine de l'économie, on a utilisé ces termes afin de définir et d'étudier les potentialités du nouveau marché. Mais la société de l'information a été officialisée au niveau mondial en 1995 seulement, avec la conférence du G7 entièrement consacrée à ce thème.¹

L'informatisation de la société peut être considérée comme une phase de l'ampleur des révolutions industrielles du 19^{ème} siècle. En même temps se développent des droits tels que le droit de l'information, et le droit à l'information, et ce, afin de garantir les libertés dans cette nouvelle société. Si l'information circule plus vite et devient plus accessible, les risques liés à sa diffusion et à son utilisation augmentent aussi. Il est si simple de copier un document, en appuyant sur une touche, alors qu'auparavant il fallait prendre ou copier le document papier. Par ailleurs, il devient très simple pour une institution qui a installé un réseau téléphonique numérique de savoir combien de temps chaque employé passe au téléphone et avec qui. L'information existe et est stockée automatiquement dans de nombreux autocommutateurs. Il suffirait d'exploiter cette mine d'informations qui s'enrichit au fur et à mesure de l'utilisation du téléphone pour contrôler le personnel.

Tout le monde peut constater à quel point les infrastructures de communication et le matériel informatique ont gagné en robustesse et en fiabilité. Mais malgré cela, tous les utilisateurs des NTIC vivent quotidiennement avec des bogues et des virus. Même les plus grands fournisseurs d'accès à Internet sont susceptibles de tomber en panne pendant de longues heures. Les organisations qui mettent tous leurs systèmes de prise de commande

1A. GIANMATTEO, *La société de l'information déstabilise-t-elle l'Etat-Nation ? Analyse comparative du développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans l'âge de la mondialisation*, Thèse de Doctorat en sciences politiques, Université libre de Bruxelles, 2004, p. 23



entre les mains de l'informatique, prennent des risques qui peuvent mener à l'immobilité ou à la perte d'années de réflexion et d'écriture. C'est le côté sombre de la société de l'information.

SECTION 03 :Systèmes d'information

L'édification des enjeux du traitement automatisé des données peut se voir à travers le modèle de compréhension de notions simples sur le fonctionnement des systèmes d'information. Ces derniers représentent l'ensemble des données d'une organisation et de ses infrastructures matérielles et logicielles¹. Dans la société de l'information, les systèmes d'information représentent son patrimoine essentiel.

En outre, tous les éléments qui interviennent dans la chaîne de traitement de l'information, depuis l'ordinateur jusqu'à la toile mondiale, peuvent avoir des défaillances qui menacent la sécurité de tout système d'information. Il paraît de ce fait, nécessaire de fournir quelques éléments pour clarifier la complexité des systèmes informatiques. Ce sera un passage en revue sommaire du fonctionnement d'un système de traitement automatique des données, et du fonctionnement des réseaux. Cette section représente en fait une complémentarité de la première section de ce chapitre, relativement à tout traitement automatisé de l'information.

1) Hardware

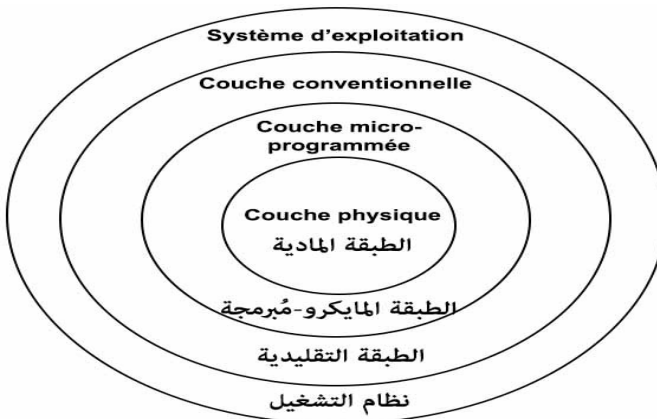
Concernant l'Organisation des systèmes de traitement automatisés des données dans les nouvelles technologies, et comme nous l'avons déjà exposé pour l'ordinateur, ils sont considérés avant tout comme des machines capables de manipuler rapidement des informations codées sous leur forme binaire (suite de « 0 » et de « 1 »). Et comme présenté dans la section précédente, la dématérialisation de l'information rend possible le codage de la plupart des informations sous cette forme.

Dans l'état actuel des technologies, les automates sont généralement des systèmes électroniques dont le cœur, le microprocesseur, est composé de millions de transistors. Pour gérer cette complexité, on utilise des modèles en couche qui permettent aussi de diviser les tâches lors de la conception d'un système automatisé complet. Le modèle en couche est

1S.SERVIGNE, *Systèmes Informatiques - Conception, architecture et urbanisation des systèmes d'information*, Encyclopédia Universalis 2013



mieux appréhendé lorsque l'on effectue un parallèle avec le fonctionnement d'une entreprise. Pour un client externe, l'entreprise lui apparaît telle qu'une boîte noire qui n'est accessible qu'à travers son service commercial. Le système dans cette boîte noire est tel que le client passe commande à un vendeur. Celui-ci va alors transmettre au responsable du département production la demande de son client, c'est une autre boîte noire pour le vendeur. A nouveau, celui-ci demandera aux différentes unités de productions de produire les pièces nécessaires à la mise à disposition du produit fini. Pour chaque intermédiaire de la chaîne, les départements (d'autres boîtes noires) avec lesquels il dialogue apparaissent comme des entités cohérentes qui rendent des services mais dont le fonctionnement interne demeure caché. Ceci permet à chacun de se concentrer sur sa tâche : le client achète, le vendeur vend, le responsable du département production gère ses ressources et les ouvriers produisent. Ceci permet aussi de faire abstraction de la complexité interne des processus. Le client recherche un produit pour ses caractéristiques et ne s'intéresse a priori pas au fonctionnement de l'entreprise fournisseur. Pour l'architecture des machines automatisées, le modèle pourrait être le suivant :¹



*Modèle en couches d'un système de traitement automatique*²

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, pp. 15-16

2 *Idem*, p. 16



1.1) Couche physique

Du point de vue technologique, les machines automatisées sont des systèmes électroniques. Et comme nous l'avons vu plus haut¹, un ordinateur est construit à partir de blocs de base appelés portes logiques. En effet, ils sont construits à partir d'un assemblage plus ou moins complexe de circuits logiques capables de manipuler des informations sous la forme binaire, ce sont les portes logiques. Les différents composants électroniques sont bien entendu interconnectés par des bus afin de permettre l'échange des informations entre les différents modules de traitement.

La couche physique indique les circuits logiques qui représentent le fondement matériel de l'ordinateur.

1.2) Couche microprogrammée

L'approche actuelle pour les ordinateurs stipule qu'il n'existe plus de circuits logiques spécialisés sauf pour des applications très spécifiques comme le traitement du signal, contrairement aux premières machines automatisées qui utilisaient pour tous les calculs des circuits logiques spécialisés, comme par exemple, les opérations de multiplication réalisées par un circuit spécifique.

L'architecture de la couche microprogrammée constitue l'architecture de base de la machine (micro-architecture ou micromachine). La programmation au niveau de cette couche est souvent complexe (contraintes temporelles, particularités des composants logiques, synchronisation, décomposition d'instructions machine en micro-instructions...), souvent le microprogramme est écrit en ROM. Et la couche microprogrammée dépend complètement de la couche physique sous-jacente, car en fonction de l'architecture interne de l'UC, elle permet de coder chaque instruction du niveau machine (binaire) en une suite de micro-instructions élémentaires. Chaque micro-instruction est codée sur un certain nombre de champs, et chaque champ indique l'activité d'un signal interne à l'UC.

Dans l'UC, une mémoire de commande (ROM), invisible à l'utilisateur, contient le texte correspondant à toutes les instructions machine. L'exécution d'une micro-instruction nécessite l'existence de plusieurs sous-cycles permettant de synchroniser les différentes

¹Voir Section 01, « L'ordinateur comme modèle d'étude »



actions. Ces sous-cycles sont obtenus grâce à des circuits retards internes. Les différentes phases sont déclenchées par une horloge dont la fréquence (exprimée en Hertz¹), caractérise la vitesse de fonctionnement du microprocesseur. L'enchaînement des micro-instructions est semblable à l'enchaînement des instructions machine. La règle générale est la séquence mais des ruptures conditionnelles ou non peuvent intervenir. Une micro-instruction spéciale de fin permet à un circuit spécial (le micro-séquenceur), d'exécuter l'instruction suivante.

1.3) Couche conventionnelle

Cette couche constitue le niveau le plus bas auquel l'utilisateur a accès. Elle se place au-dessus de la couche microprogrammée, et est aussi connue par les noms de couche machine ou langage-machine. Souvent, cette couche se réfère à l'architecture du microprocesseur (registres internes, modes d'adressage, types d'instructions...), ce qui évite au programmeur d'aller toucher à la couche microprogrammée. Et par rapport à cette dernière, elle offre des mécanismes de protection et un espace mémoire, dont la taille dépend du microprocesseur utilisé.

Enfin, c'est la couche microprogrammée qui interprète les instructions de la couche conventionnelle.

2) Software

Dans l'ordinateur, la correspondance entre un traitement à effectuer et les « 0 » et « 1 » stockés en mémoire n'est pas élémentaire. La distance est grande entre ces codes et le programme d'une tâche écrit dans un autre code plus évolué (langage de programmation).

La programmation se développe dans l'urgence d'exploiter les machines nouvellement créées en cherchant à leur confier des tâches utiles et économiquement intéressantes.² En effet, dans une machine, ce ne sont pas toutes les parties qui sont visibles à l'utilisateur. Cela permet aux fabricants de sortir de nouveaux modèles de machines avec une implémentation différente tout en gardant d'anciens modèles de programmation. Ce qui implique qu'un programme peut continuer à tourner sur les nouveaux modèles sans modification.

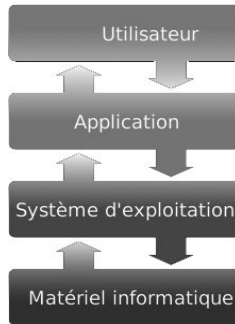
1Actuellement, les fréquences sont souvent exprimées en MHz (Méga Hertz) et GHz (Giga Hertz)

2C.PIGUET, H. Hügli, op. cit., p. 90



On distingue généralement deux types de programmes fonctionnant sur unemachine automatisée, le système d'exploitation et les programmes d'application.¹

Ce genre de programmes est pratiquement présent dans tous les dispositifs électroniques de la nouvelle technologie (ordinateur, téléphone mobile, télévision numérique, décodeur TV numérique, console de jeu, guichet automatique, imprimante, modem, GPS, machine à laver, appareil photo numérique, pilote automatique...).



Correspondance entre logiciel et matériel

2.1) Systèmes d'exploitation

Qui ne connaît pas les systèmes d'exploitation « Windows », et « Unix » ? Un système d'exploitation (SE ou OS pour le terme anglais Operating System), est chargé d'assurer la liaison entre les ressources matérielles, l'utilisateur et les applications². Aussi, lors de l'accès d'un programme à une ressource matérielle, il n'envoie pas nécessairement des informations spécifiques au périphérique, il lui suffit juste d'envoyerles informations au SE, qui se charge de les transmettre au périphériqueconcerné via son driver³.

Ainsi, le SE permet de dissocier les programmes et le matériel, et ce, pour simplifier la gestion des ressources et offrir à l'utilisateur une interface « homme/machine » simple lui permettant de s'affranchir de la complexité de la machine physique.Par conséquent, il

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE,*op. cit.*,p. 19

2Exemple d'application : traitement de texte, tableur, traitement d'image, jeu vidé...

3Un driver ou un pilote, est un programme permettant à un système d'exploitation de reconnaître un matériel et de l'utiliser.En l'absence de pilotes, il faudrait que chaqueprogramme reconnaisse et prenne en compte lacommunication avec le type de périphérique



constitue un intermédiaire entre le matériel et l'utilisateur, en se chargeant de la traduction de commandes sophistiquées en commandes élémentaires directement compréhensibles par la machine.

Le système d'exploitation constitue donc le cœur de l'ensemble des logiciels présents sur un automate programmable.¹ Il est composé généralement d'un noyau (le kernel), d'un interpréteur de commande (le shell), et d'un système de fichiers. Le « kernel » représente les fonctions fondamentales du SE telles que la gestion de la mémoire, des processus², des fichiers, des entrées-sorties principales, et des fonctionnalités de communication. Le « shell » permet la communication avec le système d'exploitation par l'intermédiaire d'un langage de commandes. Et le système de fichiers permet l'enregistrement des fichiers dans une arborescence.

Le rôle du système d'exploitation est de gérer directement les ressources de l'automate et de les allouer en fonction des besoins. Les programmes situés plus haut dans le modèle en couches d'un système de traitement automatique, comme les programmes d'application, ne dialoguent pas avec la machine réelle qui ne dispose que d'instructions très élémentaires.

2.2) Programmes d'application

Les programmes d'application constituent la partie la plus visible des logiciels. Ce sont des programmes d'automates programmables conçus pour résoudre les besoins des utilisateurs. En effet, ils réalisent les fonctions utiles d'un système de traitement automatisé des données, c'est-à-dire celles qui permettent à un utilisateur de travailler effectivement. Ce sont donc des logiciels³ qui fonctionnent en présence d'un système d'exploitation, et qui permettent à l'utilisateur de produire, de mieux lire, de mieux présenter, de publier, et de communiquer... Ils sont en général, écrits par des éditeurs de logiciels tels que Microsoft, Oracle, Adobe..., ou par les utilisateurs, en particuliers des programmeurs.

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, op. cit., p. 19

2Ensemble d'instructions à exécuter

3Un logiciel de traitement de texte, un programme de messagerie électronique ou un logiciel de comptabilité constituent quelques exemples de programmes d'application



3) Traitement automatisé des communications

Quand on parle des nouvelles technologies de la communication, on remarque queles postes téléphoniques fixes, devenus des terminaux en vente libre, ont de multiples fonctions. Les fonctions internes de gestion du réseau téléphonique sont automatisées et traitées par une informatique omniprésente. Ce réseau qui répondait essentiellement aux besoins des échanges de la parole, s'est fortement diversifié avec la mise en œuvre des réseaux de données imbriqués et interconnectés par lignes téléphoniques. En effet, le réseau téléphonique s'est avéré constituer une bonne infrastructure pour transmettre des informations autres que la parole bien que sa bande de fréquences soit limitée. Divers services tels que la télécopie (ou fax), le vidéotex, les serveurs vocaux et le courrier électronique sont apparus. Le vidéotex permettait, à un débit très faible, un dialogue interactif avec une base de données. Il nécessitait un terminal spécial et utilisait un couplage du réseau téléphonique et d'un réseau de transport des données numérisées. Ce service a été supplanté par le Web sur Internet au cours des années 1990¹.

C'est au début des années 1960 que sont apparues les premières connexions de terminaux distants à des ordinateurs.² C'est ce qui a permis de partager des ressources informatiques entre plusieurs utilisateurs éventuellement éloignés géographiquement, à une époque où les ordinateurs n'étaient pas aussi répandus qu'aujourd'hui. L'origine de ce qu'est devenu le réseau Internet aujourd'hui vient du souhait exprimé dès 1962 par les autorités états-uniennes, et spécialement l'Advanced Research Projects Agency (ARPA³), de disposer d'un système de communication qui résisterait à une attaque nucléaire massive émanant de l'Union Soviétique. L'Université de Californie à Los Angeles (UCLA) élabora alors à partir de 1969⁴ le réseau ARPANET en validant ce projet basé sur le concept des réseaux à commutation de paquets. Ce sera un réseau de communication imaginé pour être capable d'interconnecter des bases militaires malgré la destruction probable de certains centres

1D. DROMARD, D. SERET, Réseaux Informatiques, Encyclopédia Universalis 2013

2E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, op. cit., p. 20

3Agence gouvernementale spécialisée en R&D (Recherches & Développement) technologique

4N. ARPAGIAN, La Cybersécurité, Presses universitaires de France, Paris, 2010, p. 11



d'interconnexions en cas de guerre. Ce concept de réseau, ne possédant pas d'autorité centralisée, s'agissait d'un réseau maillé sur lequel transiteraient des paquets de données.

Par la suite, l'adoption de cette technologie par les universitaires et les chercheurs donna naissance aux précurseurs d'Internet.

Depuis, des « réseaux grande distance » ou WAN (Wide Area Network) se sont mis en place pour échanger des données entre ordinateurs, quelle que soit leur localisation. Conçus essentiellement pour la transmission de données informatiques, ils s'appuyaient sur l'infrastructure du réseau téléphonique. L'opérateur de ce dernier proposait soit des liaisons établies à la demande, soit des liaisons permanentes pour les entreprises ayant des trafics importants à écouler.

Dans ce contexte, les besoins des professionnels se caractérisent essentiellement par : premièrement la rapidité et l'interactivité des échanges commerciaux et le traitement informatique en temps réel (pour la conduite des systèmes industriels automatisés), deuxièmement la connectivité généralisée qui permet à n'importe quelle machine de communiquer avec n'importe quelle autre (même depuis l'extérieur), troisièmement l'intégration des services et enfin le mélange des différents types d'information.

Ainsi, le multimédia est devenu un service interactif en plein essor. En effet, l'utilisation massive des échanges de données à distance, nécessite des débits de plus en plus élevés et des accès rapides à tous les moyens de télécommunication, avec bien sûr un besoin de la sécurité dans les transmissions d'information et la garantie de l'intégrité des données transmises.

3.1) Concepts de réseaux

Si un groupe de personnes décide de partager des informations disponibles sur leurs ordinateurs en les connectant, et en échangeant ces informations entre tous ces ordinateurs. Le résultat serait un ensemble d'interfaces capables de communiquer les unes avec les autres au travers d'un « réseau ». Ce réseau aura encore plus de valeur et d'utilité s'il est connecté à d'autres réseaux, à d'autres ordinateurs, et, par conséquent, d'autres utilisateurs. Donc sommairement, un réseau est un groupe d'entités en communication. Le réseau consiste alors en l'échange des informations.



Toute communication repose sur la transmission d'un signal entre un émetteur et un récepteur. La nature de ce signal peut être très diverse : son, lumière, oscillation électrique... La plupart des signaux sont analogiques. Ils reposent sur des grandeurs physiques continues, c'est-à-dire qui peuvent prendre des valeurs quelconques entre deux instants.¹

L'évolution de l'informatique et l'avènement de la micro-informatique ont débouché sur la création de réseaux dont l'infrastructure elle-même appartient à ensemble donné. Ces réseaux, appelés réseaux locaux ou LAN (Local Area Network), permettent la communication entre des machines situées à courte distance. Les réseaux locaux ont des technologies spécifiques, différentes des réseaux grande distance. Ainsi, ces réseaux d'ordinateurs connectent physiquement un certain nombre d'ordinateurs et autres périphériques entre eux s'ils sont réunis en un même lieu. Les LAN peuvent aussi se connecter à d'autres réseaux grâce à des appareils tels que les « routeurs » qui gèrent les flux d'informations entre les réseaux.

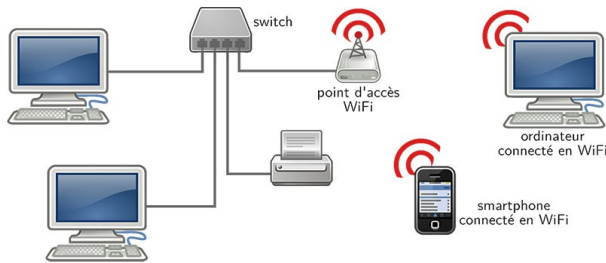


Schéma d'un réseau local

« Ethernet »², solution de réseau local conçue vers le milieu des années 1970³ par Digital, Intel et Xerox, a donné naissance à de très nombreux produits pour les institutions et les particuliers. Les réseaux locaux, ouverts sur l'extérieur, sont interconnectés (via des passerelles) aux autres réseaux (publics ou privés). Par exemple, le réseau d'une entreprise est constitué le plus souvent de plusieurs réseaux locaux reliés entre eux, soit par des liaisons grande distance commercialisées par les opérateurs, soit par des liaisons Internet louées à des fournisseurs d'accès.

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, op. cit., p. 21

2Ethernet est un protocole de réseau local à commutation de paquets

3D. DROMARD, D. SERET, op. cit.



Les années 1990¹ ont vu apparaître les réseaux WAN sans fil. Il s'agit de l'avènement du réseau téléphonique cellulaire, conçu au départ pour les communications vocales puis adapté à la transmission des données. La première génération du téléphone cellulaire était analogique et ne transportait que de la parole, la deuxième génération a introduit la parole numérisée puis la transmission des données numériques (systèmes GSM et GPRS)², la troisième génération de téléphonie mobile (UMTS)³ offre des services multimédia à haut débit selon la distance et la vitesse de déplacement des mobiles. Par exemple, le débit est limité à 384 kilobits par seconde (kbit/s) dans un train à grande vitesse (TGV), 512 kbit/s dans une automobile mais peut atteindre 2 Mbit/s pour un piéton situé à moins de dix kilomètres de la station de base. Actuellement une quatrième génération⁴ a été aussi mise en place pour assurer l'intégration des différents réseaux, fixes ou mobiles. Ces réseaux restent physiquement séparés, mais l'utilisateur passe de l'un à l'autre sans s'en apercevoir, c'est-à-dire sans avoir à se déconnecter de l'un avant de se reconnecter à l'autre.

Dans le cas des réseaux informatiques qui permettent l'échange d'informations à distance, celles-ci sont transmises sous forme numérique (suite de zéros et de uns). Ce qui permet de limiter au maximum le problème des distorsions puisque le signal ne peut prendre que deux valeurs définies (0 ou 1).

Dans certains de ces cas, la transmission de données est très simple puisque l'on dispose d'un support permettant d'acheminer directement les données de l'émetteur vers le destinataire, comme par exemple deux ordinateurs directement reliés par un câble

1D. DROMARD, D. SERET, op. cit.

2Le GPRS (General Packet Radio Service) est une extension du protocole GSM (Global System for Mobile Communications) qui a pour rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles. Le GPRS ajoute par rapport au GSM la transmission par paquets

3Le GPRS qui est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM et complémentaire de celui-ci, permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G ou 2G+. Le G est l'abréviation de génération et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (2e génération) et l'UMTS (3e génération) qui est l'abréviation de Universal Mobile Telecommunication System

4La 4e génération des standards pour la téléphonie mobile permet le « très haut débit mobile », c'est-à-dire des transmissions de données à des débits théoriques supérieurs à 100 Mb/s, voire supérieurs à 1 Gb/s



informatique. Cependant, dans la réalité on dispose rarement d'un lien direct, car il faut très souvent passer par des intermédiaires.

« Si l'on effectue un parallèle de ces réseaux avec les transports routiers, on peut comparer les réseaux informatiques aux routes et autoroutes. Celles-ci doivent permettre d'aller de n'importe quel point à n'importe quel autre. Pourtant, dans un souci d'économie, d'espace et d'argent, on n'a pas construit de routes entre deux villes quelconques. Au contraire, on a construit quelques axes majeurs permettant de relier les villes principales à leurs plus importantes voisines. Ensuite, de manière locale, de plus petits axes permettent de rejoindre les villes de plus petite importance. Pour l'automobiliste, la perte de temps est minime mais il lui faut en contrepartie disposer d'une carte pour se guider et parvenir à la destination finale. »¹

C'est selon cette similitude que se fait le partage des ressources dans un réseau. Le but dans le domaine des technologies de la communication étant le même. L'origine donc des réseaux informatiques est de permettre une multitude de solutions qui permettent à des machines de communiquer.

3.2) Communication dans les réseaux

La communication, quelle que soit la forme qu'elle prend, nécessite un consensus sur les moyens. Le téléphone, à titre d'exemple, n'aurait pas été si vulgarisé si les techniques utilisées par les opérateurs de différents pays étaient incompatibles. La transmission de données obéit aux mêmes règles, puisqu'il faut souvent faire communiquer des systèmes qui diffèrent soit par le type de matériel utilisé, soit par les logiciels installés. Toutefois, et pour pallier à la difficulté de la multiplicité des matériels, le consensus a été d'adopter des usages de communication communs. Ainsi, pour faire communiquer des machines identifiées par leurs adresses, il a été nécessaire de définir un grand nombre de règles concernant la structuration du dialogue, le format des messages transmis, l'enchaînement logique des messages, le codage de l'information, le rythme de la transmission... qui sont un ensemble de règles, assimilables à celles de la grammaire définissant la construction des phrases dans une langue. Cet ensemble est appelé protocole de communication. Ce dernier est exécuté par un

1E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, pp. 21-22



programme (logiciel de communication) installé sur les équipements qui communiquent. Afin d'assurer un maximum d'interopérabilité entre équipements différents, les instances de normalisation ont travaillé à la définition des protocoles de communication à l'échelle internationale. Leurs travaux ont abouti à la définition d'un modèle abstrait d'architecture de communication qui est aujourd'hui une référence de structuration des matériels et des logiciels de communication.¹

La multiplicité des matériels et des logiciels disponibles a conduit ici encore à l'adoption d'un modèle en couche. L'objectif de ce type d'architecture est de simplifier la conception des systèmes d'information exploitant les fonctionnalités des réseaux informatiques et de permettre l'évolution d'une partie du système sans remettre en cause la totalité. Concrètement, il s'agit de dégager les programmeurs des particularités techniques de tel ou tel support en leur offrant des interfaces standards. L'exemple type de la communication par couche, est celle d'un commandant de l'armée désireux d'écrire à un de ses homologues dans une autre caserne. Il élabore le contenu du message, puis dicte le courrier à un secrétaire qui se charge des formalités concernant par exemple le papier à en-tête. La lettre est transmise à un soldat pour la mettre sous pli, écrire l'adresse et la poste. Le postier emmène la lettre vers destination. Un autre soldat responsable dans la caserne de destination la remet au secrétaire du commandant destinataire, qui à son tour la remet à ce dernier pour lecture. Le secrétaire, le soldat ou le postier sont assimilés chacun à une couche du modèle de communication. Ils fournissent des services aux couches adjacentes, effectuent éventuellement une transformation (mise en forme...), mais pour chacun d'eux tout se passe comme s'ils dialoguaient directement avec leur homologue.²

Un modèle très général pour les réseaux grande distance, baptisé OSI (Open System Interconnection), ou modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts, a été élaboré par des instances internationales comme l'OSI et l'IUT. Ce modèle proposé par le CCITT (Consultative Committee for International Telephone and Telegraph) est le type du modèle de communication en couche. Organisé en sept couches, il a le mérite de proposer une architecture complète de ce que pourrait être un système de communication idéal. Il

1D. DROMARD, D. SERET, *op. cit.*

2E. LÉOPOLD, S. LHOSTE, *op. cit.*, pp. 24-25



fournit une base commune de discussion dans l'élaboration des différentes normes d'interconnexion. Certes, les technologies ont beaucoup évolué mais les principes de base du modèle d'architecture défini restent respectés dans toutes les architectures contemporaines.¹ Ainsi, le modèle OSI est une façon standardisée de segmenter en plusieurs blocs le processus de communication entre deux entités. Chaque bloc résultant de cette segmentation est appelé couche. Une couche est un ensemble de services accomplissant un but précis.

Parallèlement, dans la communauté Internet, de nombreuses solutions pragmatiques, décrites dans les RFC (Request For Comment), ont été proposées et expérimentées. Chaque RFC, repérée par un numéro unique, traite d'un sujet particulier. Beaucoup de RFC sont devenues des standards de facto pour les équipements réseaux.² Le protocole de communication le plus répandu aujourd'hui est le protocole TCP/IP.

CONCLUSION

Les technologies informatiques influencent notre perception de l'espace et modifient notre usage des métaphores spatiales. Avec le système des vidéoconférences par exemple, des personnes physiquement éloignées participent à des échanges comme si elles se trouvaient au même endroit. De ce fait, nous constatons que les NTIC transforment notre façon de concevoir et de réaliser l'ensemble des activités humaines en induisant des modifications structurelles importantes puisque tous les objets sont devenus manipulables électroniquement au travers des informations les modélisant. Cette modélisation, qui consiste en la numérisation, permet de créer une image digitale ou double numérique de toute entité numérisée peu importe sa nature. Donc toute information : image, voix, données, est numérisable et possède une représentation telle quelle a été montrée au chapitre précédent. On associe plus physiquement l'information associée à son contenant (support de représentation et de stockage), et donc les coûts de sa sauvegarde et de sa diffusion ne représentent qu'un faible taux par rapport à ceux de sa conception. On peut travailler sur ce genre de données à différents endroits et en même temps, et donc la notion

¹D. DROMARD, D. SERET, *Idem*

²Request for comments, (11/06/2014)(14:14),
http://fr.wikipedia.org/wiki/Request_for_comments



de donnée originale perd son sens propre, car étant dupliquables de façon parfaite et à l'infini.

On constate que la véritable révolution technologique s'est produite grâce à cette numérisation de l'information, dont les conséquences dépassent largement le cadre des télécommunications. Car bien que la communication des informations soit bien développée, les technologies numériques uniformisent la production, le traitement et le transfert des données. Ces traitements, associés à d'autres techniques telle que la compression des données, tel que le fait « Internet », combinent informatique, télécommunications et audiovisuel, ce qui permet la continuité numérique de toute chaîne d'information.

Actuellement, toute institution a recours aux services de l'informatique et des télécommunications pour avoir sa position dans cette société de l'information. Toute discipline ou domaine d'activités est affecté par cette nouvelle dimension de traitement de l'information. Qu'en serait-il vraiment dans un avenir proche ?