

# Les métiers de l'automatique et de l'informatique industrielle

## 1. Histoire de l'automatique et de l'informatique industrielle

### Définition de l'automatique

L'automatique est l'ensemble des méthodes scientifiques et des moyens technologiques utilisés pour la conception de systèmes pouvant fonctionner sans intervention humaine lors de leur phase de fonctionnement normal

### Histoire de l'automatique

L'histoire des systèmes automatisés peut être divisée en trois grandes périodes.

#### **Première période (L'aube de l'automatique) : de l'antiquité au milieu du XIX e siècle**

Cette période est marquée par :

La clepsydre (une horloge à eau) qui fut inventée par un mécanicien grec appelé Ctésibios à Alexandrie (en Égypte) au III e siècle avant J.-C.

A la fin du III e siècle avant J.-C., l'ingénieur grec Philon de Byzance utilise un principe similaire que celui de la clepsydre pour concevoir une lampe à huile à niveau constant.

Le premier siècle après J.-C a été marqué par l'invention du système de porte automatique par l'ingénieur grec Héron d'Alexandrie.

Plusieurs siècles plus tard, en 1642 le physicien français Blaise Pascal invente la première machine à calculer « Pascaline »,

En 1788, l'ingénieur écossais James Watt invente un régulateur à boules qui a pour but de maintenir, constante, la vitesse de rotation d'une turbine à vapeur.

En 1801, le français Joseph-Marie Jacquard invente son métier à tisser à cartes perforées.

#### **Deuxième période (du XIX e siècle au XX e siècle)**

La deuxième période de l'automatique, à partir du XIX e siècle, est caractérisée par la théorie du bouclage et par les applications de l'algèbre de Boole. Les premiers travaux sur le bouclage sont dus au physicien écossais Maxwell (en 1868), au mathématicien anglais Routh (en 1872) et au

mathématicien allemand Hurwitz (en 1890), qui ont tous deux donné leur nom à un critère algébrique de stabilité.

L'étude analytique de la stabilité du régulateur de Watt fut initiée par Maxwell en 1868 et complétée en 1876 par Wichnegradsky. L'étude des systèmes bouclés doit beaucoup à l'approche fréquentielle de Nyquist, Bode, Black, Nichols, Hall et Evans, qui ont donné leur nom à des représentations et ont publié la plupart de leurs résultats à la fin de la seconde guerre mondiale.

### **Troisième période**

La troisième période de l'automatique débute avec les années 50. L'apparition des ordinateurs et des calculateurs numériques révolutionne le monde de l'automatique. La puissance de calcul disponible fait naître les méthodes dites de l'automatique « moderne ».

**Aujourd'hui**, l'automatisation permet de remplacer l'homme, aussi bien dans les tâches opérationnelles qu'informationnelles, car les systèmes automatisés permettent d'améliorer :

- la sécurité : ils réalisent des opérations trop complexes ou trop dangereuses qui ne peuvent pas être confiées à l'homme (par exemple: le contrôle des centrales nucléaires),
- le confort : ils remplacent l'homme pour réaliser des opérations répétitives ou pénibles à son travail, ou dans sa vie quotidienne (électroménager, boîtes de vitesse automatiques, etc.),
- la qualité : ils accroissent la précision et limitent les erreurs (gestion électronique de moteur thermique, ABS, applications militaires, etc.),
- la productivité : ils permettent d'augmenter les cadences (chaîne de montage, atelier automatisé, etc.).

L'homme demeure indispensable pour le pilotage des opérations du système : il assure les tâches informationnelles, bien qu'il soit soulagé des tâches opérationnelles.

### **Définition de l'informatique**

L'informatique est un domaine d'activité scientifique, technique et technologique concernant le traitement automatique de l'information, via un programme, par des machines: ordinateurs; systèmes embarqués, robots, automates, etc.

## Définition de l'informatique industrielle

L'informatique industrielle est une branche de l'informatique appliquée qui couvre l'ensemble des techniques de conception et de programmation de systèmes informatisés à vocation industrielle qui ne sont pas des ordinateurs.

## Histoire de l'informatique

Le terme « informatique » date de 1962. Il vient de la contraction des mots « information » et « automatique ». L'histoire de l'informatique est justement marquée par la volonté des hommes d'automatiser certaines tâches longtemps réalisées à la main, en particulier le calcul.

Le boulier est la plus ancienne machine à calculer inventée en Chine au cours du **premier millénaire** avant J.-C.

**1642-1644** Blaise Pascal invente une machine à calculer (« la Pascaline ») capable d'additionner et de soustraire des nombres de huit chiffres.

**1673** Gottfried Wilhelm von Leibniz s'inspire de la Pascaline et invente une machine capable de multiplier et diviser sans utiliser les additions successives. Elle ne sera construite qu'en 1694, faute de trouver un artisan assez habile.

**1801** Joseph Marie Jacquard invente des cartes pour commander le tissage de motifs sur les métiers à tisser. On peut considérer cette invention comme le début de la programmation.

Un peu plus tard, en **1833**, Charles Babbage, inspiré par le métier à tisser de Jacquard, construit une machine encore plus élaborée que les machines à calculer de l'époque : la machine est capable d'exécuter toutes les opérations et de stocker les résultats. C'est à son associée, la mathématicienne Ada Byron (Ada Lovelace), que l'on doit un peu plus tard les principes de base de la programmation. Elle l'aide à concevoir les « diagrammes » pour faire fonctionner la machine. Il semblerait que c'est Ada Byron qui conçoit le premier langage informatique pour la machine à différences de Babbage (elle donnera d'ailleurs son nom au langage de programmation Ada), mais d'autres biographes pensent qu'elle a seulement corrigé une erreur de Babbage.

**En 1890**, l'Américain Hermann Hollerith utilise un appareil similaire pour dépouiller les résultats du recensement américain. Sa société, Tabulating Machine Company, deviendra plus tard IBM.

**1936** Alan Mathison Turing publie un ouvrage qui définit les limites théoriques de l'ordinateur. Il présente le modèle des machines de Turing et construit (mathématiquement) la première machine universelle. Il prouve également l'absence de méthodes algorithmiques (indécidabilité algorithmique) pour résoudre certains problèmes comme le problème de l'arrêt ou le problème de la décision. Alan Turing se suicidera en 1954, en mangeant une pomme imbibée de cyanure. Une légende souvent rapportée dit que cet épisode est à l'origine du logo d'Apple.

**1937** Le premier ordinateur, nommé ABC pour Atanasoff-Berry Computer est conçu par John Vincent Atanasoff avec son étudiant Clifford Berry .Il a été testé avec succès en 1942.

Les idées d'Atanasoff furent reprises dans l'ENIAC, souvent considéré ainsi à tort comme le premier ordinateur. En effet, Eckert et Mauchly, concepteurs de l'ENIAC, brevètent leur invention comme le premier ordinateur (« first digital computer »), mais un procès dans les années 1970, juge qu'ils n'ont fait que reprendre les idées de l'ordinateur ABC, et consacre ainsi Atanasoff comme l'inventeur du premier ordinateur électronique.

**1940** Pour décrypter les messages de l'armée Allemande, les Anglais mettent au point sur le site de Bletchley Park les calculateurs Robinson et Colossus sous la direction du mathématicien Alan Turing. Ce sont les premières machines qui intègrent les concepts d'arithmétique binaire, d'horloge interne, de mémoire tampon, de lecteurs de bande, d'opérateurs booléens, de sous-programmes et d'imprimantes. Tout ceci sera classé « Secret défense » jusqu'en 1975.

**1941** Konrad Zuse fait fonctionner le premier ordinateur du monde, le Z3 (ou Zuse 3). Encore largement méconnu, il est l'un des pères de l'informatique en ayant développé le premier calculateur électromécanique Z1 en 1938. Le Z3 fut détruit en 1944 par les bombardements alliés et servait à produire des calculs pour une usine aéronautique allemande. Il concevra aussi et réalisera entre 1942 et 1946 le premier langage de haut niveau nommé Plankalkül. Ce langage est extrêmement innovant, mais en dehors du courant principal du développement de l'informatique. Il demeure donc très largement inconnu.

**1943** Création du ASCC Mark I (Automatic Sequence-Controlled Calculator Mark I) à Harvard par Howard Aiken et son équipe, avec le soutien d'IBM. C'est un énorme calculateur électromécanique (3000 relais, 800 km de câbles) qui permet de faire 3 opérations sur 23 chiffres par seconde. Cette machine est très proche dans son principe de fonctionnement des plans de la machine analytique de Babbage. Le programme est lu depuis une bande de papier ; les données à traiter peuvent être lues depuis une autre bande de papier ou un lecteur de cartes.

**1943** L'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) est créé par John W. Mauchly et John Presper Eckert . Il sera opérationnel en 1946. Son poids est de 30 tonnes pour des dimensions de 2,4x 0,9 x 30,5 mètres occupant une surface de 67 mètres carrés. Il fut utilisé pour des calculs ayant servi à mettre au point la bombe H. Son principal inconvénient était sa programmation : l'ENIAC était en effet uniquement programmable manuellement avec des commutateurs et des câbles à enficher.

**1944** John Von Neumann a donné son nom à « l'architecture de von Neumann » utilisée dans la quasi-totalité des ordinateurs modernes. Cela est dû au fait qu'il est, en 1944, le rapporteur des travaux pionniers en la matière (First Draft of a Report on the EDVAC 1). Le modèle de calculateur à programme auquel son nom reste attaché et qu'il attribuait lui-même à Alan Turing, possède une

unique mémoire qui sert à conserver les logiciels et les données. Ce modèle, extrêmement innovant pour l'époque, est à la base de la conception de nombre d'ordinateurs. EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) est l'un des tout premiers ordinateurs électroniques. Contrairement à l'ENIAC, il opère en mode binaire plutôt que décimal.

**En 1945**, aux États-Unis, naît l'ENIAC (Electronic Numerator Integrator and Computer), le premier véritable ordinateur de l'histoire. Il se différencie de toutes les machines précédentes pour deux raisons : D'abord, il s'agit d'une machine électronique. Il n'y a plus de rouages mécaniques ; l'information est transportée par des électrons, des particules chargées d'électricité, qui se déplacent très vite ; De plus, c'est une machine programmable. Cela signifie qu'on peut enregistrer des instructions qui s'exécuteront sans intervention de l'homme. Cet ordinateur est très imposant : il pèse 30 tonnes et occupe une surface d'environ 100 m<sup>2</sup>.

**En 1948**, l'invention du transistor, un circuit très compact qui ne craint pas les chocs et ne chauffe pas, va accélérer le développement des ordinateurs. Les besoins en programmes informatiques augmentent et de nouveaux métiers apparaissent : programmeur, analyste, ingénieur système. L'industrie du logiciel émerge peu à peu. Dans les années 1950, les premiers langages évolués apparaissent : le Cobol et le Fortran, par exemple, rendent les ordinateurs beaucoup plus faciles à programmer.

**1951** Grace Murray Hopper conçoit le premier compilateur, nommé A-0 System. À partir de 1957, elle travaille pour IBM, où elle défend l'idée qu'un programme devrait pouvoir être écrit dans un langage proche de l'anglais plutôt que d'être calqué sur le langage machine, comme l'assembleur. De cette idée naîtra le langage COBOL en 1959.

**1954** Création du Fortran, premier langage de programmation à être implémenté sur un ordinateur.

**1962 Philippe Dreyfus invente le mot « informatique », mot-valise né de la contraction des mots « information » et « automatique ».**

**1963** Création de la souris par Douglas Engelbart du Stanford Research Institute.

**En 1964**, les circuits intégrés (souvent appelés puces) sont à base de silicium, un matériau très abondant dans la nature et qui favorise la miniaturisation des composants électroniques. Cela permet de réduire la taille et le prix des ordinateurs.

**Fin 1969** Début du réseau Arpanet, renommé plus tard Internet.

**En 1971**, le premier microprocesseur (Intel 4004) sort des ateliers de la société américaine Intel. Il contient 2 300 transistors et exécute 60 000 instructions par seconde. En comparaison, un microprocesseur moderne comme l'Intel Pentium 4 comprend plusieurs dizaines de millions de transistors et exécute plusieurs milliards d'instructions par seconde.

**1973** Commercialisation du Micral, le premier micro-ordinateur. Il a été développé de 1972 à 1973 par R2E, jeune société Française dirigée par André Truong, mais c'est François Gernelle qui en est l'inventeur. Cet ordinateur ne possédait ni clavier ni écran et était commandé par des interrupteurs.

**1975** L'Altair 8800 du constructeur américain MITS est un micro-ordinateur basé sur le microprocesseur Intel 8080A vendu en kit électronique à quelques milliers d'exemplaires pour les particuliers en 1975. Il est considéré par les Américains comme le premier micro-ordinateur. La société Microsoft est fondée en avril 1975 sous le nom original de Micro-Soft, par deux étudiants américains, Bill Gates et Paul Allen.

**1976** Steve Jobs, Steve Wozniak et Ronald Wayne fondent la société Apple. Apparition du premier supercalculateur : le Cray I.

**En 1981**, IBM lance le PC (pour Personal Computer, qui signifie « ordinateur personnel »). Le PC révolutionne la micro-informatique car c'est un ordinateur compatible, c'est-à-dire que tous les logiciels écrits pour cette machine fonctionnent avec un autre ordinateur PC, quelle que soit sa marque et sa date de fabrication. De nombreux logiciels d'application (traitement de texte, gestion de base de données, etc.) sont rapidement disponibles, parmi lesquels ceux de la société Microsoft de Bill Gates, fondée en 1975.

**En 1984**, les systèmes Macintosh d'Apple Computer sont les premiers à être dotés d'une interface graphique : au lieu d'avoir à taper des commandes fastidieuses au clavier, l'utilisateur peut maintenant se servir d'une souris et cliquer sur des icônes. La première version de Windows, commercialisée par Microsoft en **1985**, s'en inspire pour rendre l'utilisation des PC plus conviviale. À la fin des années **1980**, les premiers ordinateurs portables font leur apparition. Ils sont plus légers et moins encombrants que ce qu'on appelle désormais par opposition les « ordinateurs de bureau » et présentent l'avantage de pouvoir être transportés facilement.

**1985** Apparition du CD-ROM.

**1989** Tim Berners-Lee invente le World Wide Web (WWW) pour que les chercheurs puissent partager les informations au sein du CERN 'European Organization for Nuclear Research'.

**1994** Le site de vente Amazon est fondé par Jeff Bezos.

**1997** Deep Blue bat Gary Kasparov. Deep Blue est un superordinateur spécialisé dans le jeu d'échecs, développé par IBM. C'est la première fois qu'un ordinateur bat un champion du monde d'échecs.

**1998** La société Google, Inc. est fondée le 27 septembre 1998 dans la Silicon Valley, en Californie, par Larry Page et Sergey Brin, créateurs du moteur de recherche Google.

**2001** Wikipédia est une encyclopédie numérique ouverte, libre, multilingue, consultable gratuitement sur internet et en évolution permanente grâce à de très nombreux contributeurs bénévoles. Son succès est considérable et sa croissance exponentielle : créée en janvier 2001 par Jimmy Wales, elle est devenue un des 10 sites les plus consultés au monde.

**2004** Mark Zuckerberg fonde « The Facebook », initialement à l'adresse thefacebook.com, le 4 février 2004. L'inscription était alors limitée aux étudiants de l'université Harvard.

**2005** Youtube est créé par Steve Chen, Chad Hurley et Jawed Karim, trois anciens employés de PayPal. Il est racheté par Google en octobre 2006.

**2006** Twitter est ouvert au public le 13 juillet 2006.

**2010** Steve Jobs présente sa dernière nouveauté, l'iPad 1.

## 2. Applications de l'informatique

L'informatique a envahi la plupart des domaines de l'activité humaine. Parmi les principaux secteurs d'activités, on peut citer :

- **Le domaine de gestion** : l'informatique intervient dans les banques, les finances, la bourse, les assurances, la comptabilité et dans la gestion des entreprises (facturation des produits, suivi des commandes, gestion des stocks, gestion des clients, etc.).
- **Le domaine industriel** : les ordinateurs peuvent être utilisés pour contrôler un (ou des) robot(s), une chaîne de fabrication, une usine entière. Selon le cas, un seul ordinateur contrôle, un ou plusieurs équipements, ou plusieurs ordinateurs communiquent, par un réseau informatique, pour contrôler ensemble, l'ensemble des équipements industriels.
- **Le domaine scientifique et ingénierie** : l'informatique est souvent utilisée par les scientifiques (physiciens, chimistes, ingénieurs..) pour leurs travaux de recherche.
- **Les domaines de la téléphonie, des communications et des médias** : le passage de la technologie analogique à la technologie numérique a transformé en profondeur ces domaines. En effet, le codage numérique permet la transmission du texte, de la voix, du son, des images fixes et vidéo ainsi que leur traitement par ordinateur.
- **Le domaine d'Internet et de Multimédia** : l'Internet est un outil de communication, de travail, de loisir, d'information et de formation. Le multimédia est un domaine d'application occupant une grande place en informatique.

### **3. Automates programmables**

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique, programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter, en temps réel et en ambiance industrielle, des procédés logiques.

Les Automates Programmables Industriels (noté API en abrégé) sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

### **4. Domaines d'applications de l'API**

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire, ...) et à piloter des robots industriels. L'API peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.