



Quel patrimoine pour l'informatique? Introduction au numéro

Serge Abiteboul, Florence Hachez-Leroy

► **To cite this version:**

Serge Abiteboul, Florence Hachez-Leroy. Quel patrimoine pour l'informatique? Introduction au numéro. Patrimoine industriel, CILAC, 2020, Patrimoine industriel informatique. hal-02613465

HAL Id: hal-02613465

<https://hal.inria.fr/hal-02613465>

Submitted on 20 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quel patrimoine pour l'informatique ? Introduction au numéro

Serge Abiteboul, Inria & ENS Paris
Florence Hachez-Leroy, CRH-EHESS

Résumé : Introduction du Numéro 73 de la revue sur Patrimoine industriel informatique.

Concevoir un numéro thématique sur l'industrie informatique s'est imposé comme une évidence au regard de la place qu'elle a prise dans nos sociétés aujourd'hui. L'idée était de partir des premiers pas du développement de cette industrie en France et au-delà pour en saisir les traces matérielles et immatérielles, les lieux et les communautés consacrés à la production informatique. L'évidence ne fut pourtant pas simple à concrétiser. Il fallait d'abord définir le périmètre spatial, temporel et technique. Si le patrimoine mobilier a fait l'objet d'une attention rapide des professionnels de cette industrie et des musées, il n'en est rien du patrimoine immobilier sur lequel peu d'études ont été menées et pour lequel aucun auteur ne s'est senti vraiment armé pour se lancer à l'occasion de ce numéro. S'il existe une communauté d'historiens de l'informatique, ceux-ci ont encore peu interrogé la place du patrimoine de ce domaine.

S'intéresser au patrimoine d'une industrie, c'est en saisir les processus de patrimonialisation et comprendre quand, pourquoi et comment les acteurs ont construit « leur » patrimoine. La participation à ce numéro du projet *Software Heritage* et de la Société informatique de France, une association regroupant enseignants, chercheurs, ingénieurs, industriels, etc. du domaine, montre en elle-même l'intérêt porté par les informaticiens à cette question. On doit notamment à Maurice Nivat, à qui est dédié ce numéro, l'impulsion en France de cette idée de patrimoine informatique. Informaticien internationalement renommé et membre du CILAC, il était aussi passionné de patrimoine et conscient de la valeur historique et symbolique des lieux et des objets. Grâce à lui, ce numéro compte, parmi les auteurs, des acteurs français du monde de la R&D en informatique et inclut des articles qui offrent un regard inédit sur ces questions, comme celui de Jean-François Abramatic sur l'archéologie du Web. Le texte de Valérie Schafer, lui fait écho en s'interrogeant sur la conservation des archives du Web.

Le patrimoine industriel se caractérise par une nécessaire interdisciplinarité revendiquée depuis la naissance de ce champ disciplinaire¹ : c'est le choix, assumé ici, d'avoir demandé aux informaticiens de réfléchir à « leur » patrimoine, à ce qui fait sens pour eux qui en furent des acteurs importants. En conséquence, le propos est sans aucun doute inhabituel dans les pages de cette revue. Nombre d'auteurs ne sont pas des chercheurs en sciences humaines et sociales, mais ils se sont pliés avec enthousiasme à une réflexion bien loin de leur zone de confort. Non seulement ils ont eu à se pencher sur l'histoire de leur domaine, mais aussi sur son patrimoine, sur ses objets matériels et immatériels emblématiques.

Un domaine vaste à circonscrire

Pour reprendre la définition de la Société Informatique de France publiée sur le blog *Binaire* du journal *Le Monde* : « L'informatique est la science et la technique de la représentation de

¹ Maurice Dumas, *Archéologie industrielle en France*, Paris, Robert Laffont, 1980.

² <https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2014/01/19/l'informatique-la-science-au-coeur-du-numerique-1/>

³ La téléphonie sur IP consiste à communiquer par la voix via Internet ou sur tout autre réseau acceptant le

l'information d'origine artificielle ou naturelle, ainsi que des processus algorithmiques de collecte, stockage, analyse, transformation, communication et exploitation de cette information, exprimés dans des langages formels ou des langues naturelles et effectués par des machines ou des êtres humains, seuls ou collectivement »².

L'algorithme est un objet immatériel qui nous accompagne souvent sans que nous en ayons conscience mais dont la nature est parfois complexe à saisir. Quand on utilise, peut-être plusieurs fois par jour, son téléphone intelligent pour se rendre quelque part, on convoque un algorithme de plus court chemin. Le logiciel utilisé est basé sur cet algorithme. Cet algorithme, ce logiciel, cet objet numérique et son *design* participent tous du patrimoine immatériel et matériel universel des sciences et ses techniques.

L'informatique touche aujourd'hui pratiquement toutes les activités humaines, industrie, économie, société... Une conséquence en est que le contour du mot « informatique » devient flou. On lui invente des « presque » synonymes comme « sciences et technologie de l'information et de la communication », en voulant insister ici par exemple sur l'inclusion des télécommunications. Quand les téléphones mobiles sont des ordinateurs avec autant de puissance de calcul que les ordinateurs qui ont servi à calculer des trajectoires de fusées pour la lune, quand nous utilisons la téléphonie sur IP³, sommes-nous dans l'informatique ou ailleurs ? Saisir les transformations en cours induites par l'informatique dans notre société est l'un des objectifs des « Entretiens » de *Binaire* présentés dans l'article de Serge Abiteboul et Claire Mathieu. Les personnalités interrogées montrent, dans leurs champs de compétences, quels en sont les enjeux et les conséquences.

Un autre terme est devenu incontournable dans ce contexte : le numérique. Le point de départ du numérique est la numérisation des données qui peuvent ensuite être traitées informatiquement. Comme adjectif, *numérique* insiste donc sur l'utilisation de données numériques et de l'informatique : culture numérique, économie numérique, humanités numériques, etc. Il est donc tout sauf simple de dessiner la frontière entre le *numérique* et l'*informatique*. Un robot moderne n'est rien sans son guidage par un logiciel, mais il utilise aussi des moteurs et des capteurs de toutes sortes qui tiennent de la physique et des technologies. Une visite de musée virtuelle s'appuie sur l'informatique, mais se situe clairement en dehors de l'informatique.

Le champ d'étude est impressionnant, des serveurs informatiques aux ordinateurs personnels, des processeurs aux logiciels de toutes sortes, des algorithmes à la pensée informatique, en passant par les humains qui construisent cette science, par les entreprises qui mettent sa technologie au point, jusqu'aux lieux où tout cela se met en place.

L'histoire de l'informatique résulte donc du croisement entre la recherche scientifique, des innovations techniques, puis leurs appropriations et leurs transformations sociales. Elle est dépendante de progrès et de transitions réalisés successivement ou conjointement dans de nombreux domaines :

- les mathématiques pour, par exemple, la calculabilité et la théorie de la complexité ;
- la technique avec la création de nouvelles machines, les ordinateurs ;
- la physique sur les semi-conducteurs et la miniaturisation des transistors ;
- la conception de nouveaux objets et de leurs usages comme les téléphones intelligents ou les stimulateurs cardiaques ;
- la gestion avec l'organisation des entreprises autour de leurs systèmes d'information ;

² <https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2014/01/19/l'informatique-la-science-au-coeur-du-numerique-1/>

³ La téléphonie sur IP consiste à communiquer par la voix via Internet ou sur tout autre réseau acceptant le protocole TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

- les communications devenues numériques du téléphone mobile à la fibre, etc.

Quand l'informatique devient si essentielle pour notre société, la préservation et l'étude de son patrimoine s'impose. Mais quel patrimoine ? Par réalisme, nous nous focaliserons ici sur un périmètre relativement restreint, au cœur de l'informatique. Nous excluons donc des objets comme les téléphones intelligents, les jeux numériques, les dispositifs médicaux numériques, les robots, etc., même s'ils sont construits autour de processeurs qui sont des *general purpose computers*⁴, et de logiciels qui leurs permettraient de revendiquer d'être de véritables objets informatiques. Il était impossible d'être exhaustif.

Quel champ chronologique ?

Le visiteur qui se promène dans un musée consacré à l'informatique ne peut qu'être frappé par la profondeur du champ historique revendiqué : les tablettes sumériennes y côtoient la machine à tisser Jacquard, aux côtés d'autres objets de calcul : abaque romaine ou machine à calculer de Malassis.

Si l'on se place du point de vue du calcul mathématique, il est effectivement légitime de remonter aussi loin⁵, et ce d'autant plus que de nombreux supports écrits retrouvés dans les périodes anciennes (tablettes, tessons, etc.) se révèlent être des comptes utilisés pour le commerce. De même, les premiers ordinateurs ayant été conçus pour être de supercalculateurs, leur filiation avec les premiers artefacts de calcul, comme les abaques romains et les bouliers chinois, est cohérente. Ce n'est donc pas un hasard si figurent dans les collections d'objets informatiques les premières machines de calcul mécaniques, comme la pascaline, créée en 1645 par Pascal, et la machine à calculer de Leibniz de 1671, ainsi que les machines à tisser avec des programmes sur bandes perforées (1801, système Jacquard). Les logiciels s'inscrivent dans cette filiation et étendent le champ d'application⁶ du domaine.

Nous souhaitons privilégier, dans ce numéro, la période après 1939, celle de l'émergence de véritables ordinateurs et non plus de simples machines à calculer. Quelques articles dérogent à ce choix mais ils rendent compte, de fait, de la profondeur historique de ce champ et des filiations revendiquées par les acteurs.

Selon la littérature, on peut dater l'apparition des premiers « vrais » ordinateurs, ceux qui incluaient toutes les grandes fonctions des ordinateurs modernes, du milieu du XX^e siècle⁷. La différence entre machine à calculer et ordinateur repose sur la présence, dans ce dernier, d'un programme enregistré. On arrive assez rapidement à une architecture des ordinateurs classiques organisée autour de :

- un dispositif de calcul : l'unité arithmétique et logique en charge de l'exécution des opérations de base demandées ;
- une mémoire centrale, entrepôt des programmes et des données à traiter ;
- une unité de contrôle responsable de l'orchestration des calculs et du fonctionnement harmonieux des programmes ; et
- des périphériques pour communiquer avec le monde extérieur (écran et imprimante par exemple).

⁴ Un ordinateur est *general purpose*, universel en français, s'il peut réaliser une suite arbitraire d'instructions (un programme), c'est-à-dire n'importe quel calcul. En réalité, cette universalité est limitée par la quantité de mémoire dont il dispose et le temps que l'on veut bien accorder à un calcul particulier.

⁵ Clarisse Herrens Schmidt, 2007.

⁶ Gilles Dowek, 2007.

⁷ Robert Ligonnière, 1987.

Les premiers ordinateurs : de l'électromécanique aux circuits intégrés

L'histoire de l'informatique se caractérise à la fois par des interactions étroites et durables entre science et technique/industrie et une dimension d'emblée internationale. L'informatique, comme science, trouve ses racines dans les mathématiques, dont la communauté scientifique est marquée, depuis l'Antiquité, par des échanges « internationaux ». Elle s'en distingue par l'usage des algorithmes et leur implémentation sous forme de programmes. Cette rupture est réalisée pour la première fois par la mathématicienne, ou devrions-nous dire la première « informaticienne », Ada Lovelace, qui conçoit en 1843 une série de programmes pour la machine à calculer de Charles Babbage. A la fin du XIX^e s., des claviers ont été ajoutés pour entrer les données et les calculateurs mécaniques sont actionnés par l'électricité, puis certains mécanismes sont remplacés par de l'électromécanique. La machine à statistique mise au point par Herman Hollerith pour le Bureau américain du recensement en est un parfait exemple. Grâce aux cartes perforées, l'opération de recensement passa alors de 9 à 3 ans, illustrant le rôle de la mécanographie. Une nouvelle industrie est alors apparue pour développer des machines de mécanographie : aux États-Unis, Hollerith fonde en 1896 la *Tabulating Machine Company*, transformée en 1911 en *Computing-Tabulating-Recording Company* (CTR), et rebaptisée en 1924 *International Business Machines* (IBM). Elle s'installe en France en 1914. Powers Accounting Machine Company est créée en 1911 par des membres du bureau du recensement. En France toujours, la formation de la Compagnie des Machines Bull, en 1931, bénéficie de cette dynamique et enclenche une concurrence avec IBM.

A la fin des années 1930, un saut technique a permis des progrès décisifs : les circuits électroniques, les tubes à vide, les condensateurs et les relais remplacent leurs équivalents mécaniques et le calcul numérique se substitue le calcul analogique. John Vincent Atanasoff et Howard Aiken aux États-Unis, Konrad Zuse en Allemagne, Alan Turing au Royaume-Uni participent à la création de ces nouvelles machines dont le rôle de deux d'entre elles, pendant la Seconde Guerre mondiale, a été très important : Enigma et Colossus. Enigma, conçue par les Allemands, chiffrait les messages militaires, Colossus, créée par les Britanniques, parvint à les décrypter. La première génération d'ordinateurs était née.

Au sortir de la guerre, l'informatique a principalement deux types d'usage : le calcul scientifique pour des usages militaires et civils et, prenant la place de la mécanographie, l'aide à la gestion des entreprises.

Dans la période suivante, trois autres innovations font date du point de vue du matériel : le remplacement du tube électronique par le transistor à partir de 1957 puis l'usage des circuits intégrés, dont l'invention simultanée, en 1958, revient à Jack Kilby, de *Texas instrument*, et Robert Noyce de la *Fairchild Semiconductor*, fondateur en 1963 d'*Intel*. Les premiers ordinateurs dotés de circuits intégrés sont construits à partir de 1963. Ils ouvrent la voie au développement des mini-ordinateurs. L'invention du microprocesseur en 1971 par deux chercheurs d'*Intel*, Marcian Hoff et Stan Mazor, permet ensuite de mettre sur un seul circuit intégré l'ensemble des composants nécessaires et jusque-là interconnectés. Les progrès engendrés sont nombreux : augmentation de la vitesse de fonctionnement et de la fiabilité, réduction des coûts, de la consommation énergétique et de la taille des ordinateurs, avec l'apparition des micro-ordinateurs.

Parmi ceux-ci, nous retiendrons le premier dans l'ordre chronologique, le Micral, conçu en 1973 par le bureau d'études français R2E, *Réalisations et Études Électroniques*, avec le microprocesseur Intel 8008, pour les besoins de l'INRA et développé ensuite avec Bull.

Plusieurs articles abordent cette histoire du matériel informatique : Florence Hachez-Leroy et Pierre Paradinas donnent un aperçu de l'histoire de l'informatique au travers des premières expositions qui lui ont été dédiées, de l'enrichissement des collections au sein des musées de

sciences et techniques et de la création de musées consacrés exclusivement à ce domaine. Isabelle Astic développe le cas du musée des Arts et métiers tandis que Michel Mouyssinat relate l'histoire de la collection Malassis en lien avec celle d'IBM Europe. Philippe Duparchy, président d'Aconit, illustre la place importante des associations dans la préservation de ce patrimoine. Enfin Jean Davoigneau, dans un entretien, précise les difficultés rencontrées dans la description des machines informatiques, en raison de leur complexité et de la prolifération des objets utilisant les technologies informatiques.

Une industrie entre mutation et ruptures rapides

L'histoire industrielle à partir des années 1950 se dessine en creux dans l'histoire de la recherche informatique : selon les pays, celle-ci est menée dans les laboratoires publics et dans (et avec) les entreprises du domaine, lesquelles développent en continu de nouveaux produits au sein de leurs laboratoires ou en finançant les laboratoires publics. La circulation des chercheurs entre public et privé est particulièrement forte aux États-Unis qui attirent les meilleurs chercheurs.

Au sortir de la guerre, l'industrie et la recherche publique françaises entretiennent peu de contacts entre elles pour concevoir des ordinateurs, contrairement à l'Angleterre, l'Allemagne et les États-Unis où recherche, industrie civile et activités militaires convergent dans cet objectif.

Dans les années 1950-1960, les États-Unis acquièrent une position dominante à l'échelle internationale dans le secteur du matériel informatique, grâce leurs universités et leurs entreprises. Parmi elles, IBM crée la rupture avec le lancement de la série IBM 360, en 1965, dont les six machines de la gamme ont été conçues pour couvrir l'ensemble des besoins de sa clientèle. Véritable produit commercial (et non plus série limitée), la série 360 introduit la notion de compatibilité de ses machines et oblige ses concurrents à accepter ou non sa norme. Le succès est énorme, renforcé par la série IBM 370 qui lui succède en 1971. Big Blue, surnom d'IBM, fait dès lors cavalier seul au niveau mondial et devant les sept autres entreprises américaines de ce secteur : Burroughs, Control data Corporation, General Electric, Honeywell, Radio Corporation of America (RCA), Scientific Data Systems et Universal Automatic Computer (UNIVAC).

En France, l'entreprise française Bull, malgré des années de croissance remarquables dans les années 1950 et la prise en compte précoce du tournant de l'électronique, se trouve affaiblie face à la domination d'IBM sur le marché informatique. Sa prise de contrôle par General Electric, en 1964, est symbolique des difficultés de l'industrie électronique française. Pour tenter de remédier à cette situation et développer une indépendance nationale et européenne dans ce domaine, le général de Gaulle décide de lancer le plan Calcul en 1966.

Afin de mener à bien cette mission, un nouveau grand organisme public de recherche est créé, l'Institut de Recherche en Informatique et Automatique (Iria), devenu depuis Inria, ainsi qu'une compagnie d'informatique privée aidée par l'État : la Compagnie internationale pour l'informatique (CII), avec l'aide de Thomson et de la Compagnie Générale d'Électricité (CGE). La CII commence par revendre les machines d'un partenaire américain le temps de concevoir les siennes comme la ligne de produits Mitra 15 (1971). Elle fusionne avec Honeywell-Bull en 1975, et l'entreprise est rebaptisée Bull S.A. en 1982. Nationalisée en 1983, elle est privatisée en 1994 et rachetée par ATOS lors d'une OPA amicale en 2014.

Dans cette période, plusieurs régions en France voient se développer des pôles spécialisés dans la micro-informatique autour d'entreprises et d'organismes de recherche : Télémécanique à Grenoble (conversion d'une usine) et Hewlett Packard à Eybens (1975), Honeywell-Bull à Belfort et Angers (1960, 1961), Texas Instruments à Villeneuve-Loubet

(1960), Motorola et CII à Toulouse, (1968, 1969), et IBM à Montpellier et Orléans (1965). Certaines entreprises font appel à des architectes renommés comme IBM avec Marcel Breuer, pour concevoir son centre d'études et de recherches, à La Gaude, près de Nice (1962)⁸.

A Toulouse, la société américaine Austin Europe est chargée de la construction de l'usine Motorola comme de l'ensemble des établissements de la compagnie, selon une norme partout identique de 5 pieds 6 pouces. Le site est particulièrement sécurisé en raison de la présence de produits dangereux nécessaires à la fabrication des composants électroniques. Notons également l'installation d'une des premières usines de fabrication de transistor en 1962 à Aix-en-Provence par la Société européenne de semi-conducteurs (SESCO), filiale de Thomson et de General Electric, à laquelle s'ajouta celle de Saint-Égrève, près de Grenoble, lorsque l'entreprise devient SESCOSEM.

Nous n'aborderons pas ici l'histoire du développement des entreprises informatiques en France. Néanmoins, parce que le patrimoine industriel s'incarne dans des usines et que cet aspect reste à approfondir, nous citerons l'exemple de Bull et de ses lieux de production⁹, dont le rapide développement est visible au travers de ses implantations : la production fut d'abord répartie entre un petit nombre d'usines rachetées notamment à un sous-traitant : Paris-Gambetta (1931--1970), Lyon (1941-1967), Vendôme (1953-1964), Les Andelys (Bull 1955-1963), Saint-Quentin (1956-1964)¹⁰, le Mouy (1956-1961). En 1961, l'usine d'Angers est construite pour la fabrication des Gamma 3 ; elle a employé jusqu'à 3200 employés en 1983. Elle récupère l'activité des usines précédentes et partage l'activité croissante de l'entreprise avec un nouveau site à Belfort (1960-1991). Là, Bull s'implante dans les anciens bâtiments de l'industrie textile DMC et y transfère l'activité de Lyon. Différents bâtiments seront construits – atelier de fabrication, bureaux, local de réception et d'expédition, restaurant d'entreprise – dont une partie a été détruite au profit d'un parc de stationnement dans le cadre de la reconversion du site en Technopôle¹¹. En 1984, une nouvelle usine est construite à Villeneuve d'Ascq.

L'histoire de Bull et de son patrimoine historique est relatée par Mathieu Barrois. L'article de Christiane de Fleurieu, avec l'exemple de Paribas, permet quant à lui de comprendre comment s'est passé le passage de la mécanographie à l'informatique au sein du secteur bancaire, et comment certains objets font sens pour les salariés. La collaboration entre université et entreprise est illustrée par Antoine Matrimon avec le cas de l'université de Lille et de l'entreprise GemPlus, leader dans la fabrication des cartes à puce.

Des premiers logiciels à l'ubiquité des systèmes actuels

L'histoire de l'informatique c'est aussi la très riche histoire des algorithmes et des logiciels. Les premiers logiciels à la fin des années 1940 utilisaient des instructions en code binaire. Ils ont cédé la place aux logiciels en langage d'assembleur, puis dans les années 1950-60 à des langages évolués comme Fortran, COBOL et BASIC¹². L'adoption de ces langages se base sur le développement de la technologie des compilateurs qui traduisent les programmes en langage machine. Depuis les années 1980, les langages évolués de deuxième génération comme Lisp, Prolog et C++ se développent sur la base de nouveaux paradigmes comme la

⁸ <https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/merimee/EA06141158> et M. Bastian et al., « IBM France La Gaude Laboratory Contributions to Telecommunications: Part 2, », *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 31, n° 2, p. 18-30, April-June 2009.

⁹ <https://www.cairn.info/revue-entreprises-et-histoire-2005-3-page-9.htm>

¹⁰ <https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/merimee/IA02002905>

¹¹ <https://inventaire.hautsdefrance.fr/dossier/usine-de-mecanique-de-precision-mopco-puis-bull-puis-usine-de-cosmetiques-soprocros/87af9d37-3d6e-4af3-b5e2-14b45e784ffa>

¹² **Formula Translator** (1954) est le plus ancien langage de programmation de haut niveau utilisé principalement pour le calcul scientifique. Il est notamment suivi en 1958 par le **Common Business Oriented Language** (COBOL), très utilisé dans les secteurs de la banque, des assurances et des grandes administrations.

programmation fonctionnelle, logique ou orientée-objet. S'imposent aussi des langages d'interrogation de données comme SQL¹³. Dans ce domaine, les sociétés de services et d'ingénierie informatiques (SSII) prennent un rôle de plus en plus important et l'on voit de grosses entreprises se doter de services dédiés¹⁴. Ces entreprises d'informatique civile émergent dans les années 1960 et leur spectre d'activités s'élargit rapidement : conseil, ingénierie de système, infogérance, édition de logiciels, etc. L'infogérance informatique concerne la gestion des systèmes d'information et permet à une entreprise de confier tout ou une partie de sa gestion à un prestataire externe spécialisé. Ce service est aujourd'hui devenu central dans l'organisation de notre société, qu'il s'agisse de l'industrie, des sociétés de service, des systèmes de santé, de l'administration publique, etc. En France, les SSII se regroupent au sein d'une organisation professionnelle, Syntec informatique, en 1970¹⁵. Ce champ, qui recouvre aussi celui de l'industrie des produits logiciels, reste à explorer du point de vue de l'histoire et du patrimoine.

Les logiciels étaient, au début de l'informatique, attachés au matériel ; on ne les pouvait les acheter séparément. A la fin des années 1960, s'est répandue l'idée de les vendre séparément. Depuis, l'histoire de l'informatique conduit à une industrie de logiciels utilisés massivement comme des traitements de texte, des tableurs, ou des systèmes de bases de données. Ces logiciels utilisent des progrès continus en algorithmique parallèle et distribuée, en calcul intensif, en géométrie computationnelle, etc. Leur préservation et les conditions de leur conservation sont développées dans l'article de Roberto di Cosmo consacré au projet Software Heritage et la notice de Gilles Dowek. Cette question est aussi au cœur du texte de Len Shustek et du Computer museum dont il est le directeur.

Le saut dans le monde d'Internet

Déjà, à partir des années 1960, une rupture majeure est induite par la connexion entre eux des ordinateurs pour les faire travailler « en réseau ». Une série de progrès scientifiques dus notamment à Paul Baran et Leonard Kleinrock (la commutation par paquet), Louis Pouzin (le datagramme), Vinton Cerf et Bob Kahn (le protocole TCP/IP), ont conduit à la création d'un réseau de réseaux, Internet, au dessus de toute une infrastructure de systèmes de télécommunications. Aujourd'hui, plus de la moitié de la population mondiale accède à Internet.

Internet connecte des centaines de millions de machines. Avec le World Wide Web (le Web, appelé parfois la Toile en français), Tim Berners-Lee et Robert Cailliau développent à la fin des années 1980 et au début des années 1990, alors que les Français sont sur Minitel, un système hypertexte pour connecter des « contenus », c'est-à-dire des documents distribués sur des serveurs d'Internet. Toute la puissance du système consiste en la possibilité de passer d'un document à un autre avec un lien hypertexte. Tous ces contenus finissent par former une gigantesque bibliothèque numérique mondiale. Pour s'y retrouver, comme dans toute bibliothèque, il faut un index. C'est ce que procurent les moteurs de recherche du Web. Système hégémonique aujourd'hui, Google annonce en 2020 indexer 130 000 milliards de pages.

¹³ Le *Structured Query Language*, en français langage de requête structurée, est un langage informatique normalisé servant à exploiter des bases de données relationnelles.

¹⁴ Voir le n°40 d'*Entreprises et histoire* cité en bibliographie.

¹⁵ Désignées, dans les années 1980, par l'expression Sociétés de services et de conseils en informatique (SSCI), elles sont appelées « Entreprises de services du numérique » (ESN) depuis 2013 à la demande de Syntec informatique.

Après les réseaux de machines (Internet), et les réseaux de contenus (le Web), sont apparus les réseaux d'utilisateurs, avec les réseaux sociaux, depuis les années 2000. En 2019, six d'entre eux comptent plus d'un milliard d'utilisateurs actifs : Facebook, Youtube, WhatsApp, WeChat, Messenger, et Instagram. Relier des machines, des contenus, d'humains, la notion de réseau est centrale en informatique. Là encore, cela nous conduit à d'autres frontières de ce numéro qui mériteront d'être explorées à l'avenir.

Il était bien sûr exclu de couvrir de manière exhaustive une histoire aussi riche. Ce numéro spécial s'entend comme un aperçu dans un champ patrimonial très vaste, en grande partie encore à investir, en particulier pour ce qui est des usines de production de matériel informatique et de stockage des données. La question de la place des logiciels et d'Internet est soulevée et les auteurs s'interrogent ou apportent des solutions pour leur préservation. Les articles permettent de comprendre l'évolution globale du patrimoine informatique au sein d'entreprises de production de matériel comme Bull et GemPlus, d'entreprises utilisatrices comme BNP-Paribas, et à l'échelle des musées, des associations et de collectionneurs.

Bibliographie indicative

- Abiteboul S., Dowek G., *Le temps des algorithmes*, Le Pommier, 2017.
- Aspray W., *Computing Before Computer*, Ames, Iowa State University Press, 1990.
- Breton P., *Histoire de l'informatique*, Paris, La Découverte, 1987.
- Campbell-Kelly M., *Une histoire de l'industrie du logiciel*, Paris, Vuibert, 2003.
- Cerruzi P.E., *A History of Modern Computing*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 2003.
- Entreprises et histoire, De l'informatique aux systèmes d'information dans les grandes entreprises*, 2010/3, n° 60.
- Entreprises et histoire, Les sociétés de services et d'ingénierie informatiques*, 2005/3, n° 40.
- Cortada J. W., *IBM. The Rise and Fall and Reinvention of a Global Icon*, MIT Press, 2019.
- Cortada J. W., *Before the Computer: IBM, NCR, Burroughs, and Remington Rand and the Industry They Created, 1865-1956*, Princeton University Press, 2016.
- Dowek G., *Les Métamorphoses du calcul. Une étonnante histoire de mathématiques*, Paris, Le Pommier, 2007.
- Griset P. et Beltran A., *Histoire d'un pionnier de l'informatique : 40 ans de recherche à l'Inria*, Paris, EDP, 2007.
- Herrenschmidt C., *Les trois écritures. Langue, nombre, code*, Paris, Gallimard, 2007
- Lignonnière R., *Préhistoire et histoire des ordinateurs*, Paris, Robert Laffont, 1987.
- Lilen H., *La saga du micro-ordinateur : une invention française*, Vuibert, 2003.
- Mazataud P., « Deux greffons fragiles sur l'industrie de Toulouse : Motorola et la Compagnie internationale pour l'Informatique », *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 46-2, 1975, p. 123-155.

Mounier-Kuhn P.-E., *L'Informatique en France, de la seconde guerre mondiale au Plan Calcul. L'émergence d'une science*, Paris, PUPS, 2010.

Mounier-Kuhn P.-E., « Les collections informatiques en France », *Revue des Arts et métiers*, janv. 1993, n°2.

Neumann C., Paloque-Berges C., Petitgirard L., « Cnam. Un lieu d'accueil, de débat et d'institutionnalisation pour les sciences et techniques de l'informatique », *Technique et Science Informatiques*, 2016, vol.35 n°4-5, p. 584-600.

La Revue, musée des arts et métiers, n°

Schafer V., *La France en réseaux : la rencontre des télécommunications et de l'informatique, 1960-1980*, t. I, Paris, Club informatique des grandes entreprises françaises-Nuvis, 2012.

Schafer V., Thierry B., *Le Minitel : l'enfance numérique de la France*, Paris, Nuvis, 2012.

Woolley Benjamin, *The Bride of Science: Romance, Reason, and Byron's Daughter*, McGraw-Hill, 1999.

Icono

Fig. Exemplaire d'une pascaline, signée par Pascal en 1652, conservée au musée des arts et métiers. David.Monniaux, CC BY-SA 2.0,

Data center Poudrerie Arras