





ARITHMOMÈTRE THOMAS DE COLMAR,
FABRICATION PAYEN, 1900
Collection Homo Calculus

LIGNE DE CODES HTML, 2015
James Osborne -Pixabay Licence

LA POUDRIÈRE NUMÉRIQUE
Christophe Kicien : Le 5 Studio - Groupe Decima

Revue semestrielle du CILAC

Dépot légal : mars 2020

ISSN : 0220-5521

Impression : Chirat (Roanne)

CILAC - BP 20115 - 75 261 PARIS cedex 06

Le CILAC laisse aux auteurs la responsabilité de leurs propos.

Toute reproduction, même partielle, est soumise à l'autorisation préalable du CILAC. Les textes et les clichés sont protégés par des copyrights.



archéologie

technique

mémoire

PATRIMOINE INDUSTRIEL

N° 73 - DÉCEMBRE 2018

CONTACTS

cilac@cilac.com

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : secretariat@cilac.com

ADHÉSIONS ET ABONNEMENTS : cilac@cilac.com

RÉDACTION DE LA REVUE : patrimoine-industriel@cilac.com

SITE WEB : webmaster@cilac.com

www.cilac.com

DIRECTRICE DE LA PUBLICATION

FLORENCE HACHEZ-LEROY,

PRÉSIDENTE DU CILAC

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION

PAUL SMITH

COORDINATION

FLORENCE HACHEZ-LEROY

CONCEPTION GRAPHIQUE

AGENCE LES PISTOLEROS

MAQUETTAGE

FRÉDÉRIC PILLET

COMITÉ DE RÉDACTION

GÉRAUD BUFFA, ANNE-LAURE CARRÉ,

SERGE CHASSAGNE, GRACIA DOREL-FERRÉ,

GENEVIÈVE DUFRESNE, MARIE-FRANÇOISE GRIBET,

FLORENCE HACHEZ-LEROY, JEAN-LOUIS KEROUANTON,

ANTOINE MONNET+, NICOLAS PIERROT,

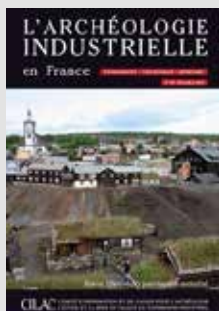
FRÉDÉRIC PILLET, PAUL SMITH, DENIS WORONOFF

ANCIENS NUMÉROS



PREMIÈRE SÉRIE
N°1 AU N°25 (1976/1994)

Téléchargeable sur
www.cilac.com au prix
de 15 € chaque.



DEUXIÈME SÉRIE
N°26 AU N°64 (1995/2014)

Les n°26, 28 et 29 sont épuisés.
Ils sont téléchargeables sur
www.cilac.com.
Les n°27, 30 à 64 sont à
commander sur www.cilac.com
ou auprès du secrétariat du
CILAC, au prix unitaire de 20 €,
frais de port inclus.



TROISIÈME SÉRIE
N°65 AU N° 72 (2015-2018)

Les n°65 à 72 sont à commander
sur www.cilac.com ou auprès
du secrétariat du CILAC, au prix
unitaire de 25 €, frais de port inclus.
Les tables chronologiques et
les tables par auteur sont
téléchargeables sur www.cilac.com

ABONNEMENT ET ADHÉSION

Directement sur le site internet www.cilac.com ou

À photocopier et à envoyer avec vos coordonnées postales et adresse mail à :

CILAC - BP 20115 - 75261 Paris cedex 06

Le CILAC est une association reconnue d'intérêt général, qui peut émettre des reçus fiscaux à ses donateurs, particuliers ou entreprises.

ABONNEMENT À LA REVUE,
SANS ADHÉSION AU CILAC
1 an, 2 numéros

- France 44 €
 Union européenne 48 €
Hors Union européenne,
nous consulter : cilac@cilac.com

ADHÉSION AU CILAC, SANS
ABONNEMENT À LA REVUE

- Personnes physiques25 €
 Personnes morales50 €
 Étudiants10 €
 Bienfaiteurs à partir de500 €

ADHÉSION AU CILAC, AVEC
ABONNEMENT À LA REVUE

- Personnes physiques47 €
 Personnes morales72 €
 Étudiants32 €
 Pays étrangers50 €
 Bienfaiteurs à partir de940 €

SOMMAIRE

5 ÉDITORIAL

Paul SMITH

6 AVANT-PROPOS

Roberto DI COSMO
Pierre PARADINAS

7 MAURICE, L'ART ET LE PATRIMOINE

Paule NIVAT

8 QUEL PATRIMOINE POUR L'INFORMATIQUE ?

Serge ABITEBOUL
Florence HACHEZ-LEROY

20 LE WEB A ÉTÉ PRODUIT PAR UNE « USINE » D'UN TYPE NOUVEAU

Jean-François ABRAMATIC

26 MUSÉES ET COLLECTIONS INFORMATIQUES

Florence HACHEZ-LEROY
Pierre PARADINAS

36 QUE DEVONS-NOUS COLLECTER POUR PRÉSERVER L'HISTOIRE DU LOGICIEL ?

Len SHUSTEK

40 LE CODE SOURCE DES LOGICIELS

Roberto DI COSMO

LES COLLECTIONS

46 L'INFORMATIQUE DE BNP PARIBAS

Christiane de FLEURIEU

52 LE PATRIMOINE HISTORIQUE DU GROUPE BULL

Mathieu BARROIS

58 IBM EUROPE : UNE COLLECTION AUX RACINES FRANÇAISES

Michel MOUYSSINAT

64 LES COLLECTIONS INFORMATIQUES DU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

Isabelle ASTIC

70 LA COLLABORATION ENTRE L'UNIVERSITÉ DE LILLE ET L'ENTREPRISE GEMPLUS

Antoine MATRION

72 EN FRANCE, À GRENOBLE, IL EXISTE UN PATRIMOINE INFORMATIQUE COMPLET

Philippe DUPARCHY

74 POUR PROTÉGER, IL FAUT RECONNAÎTRE, ET POUR RECONNAÎTRE, IL FAUT DÉNOMMER

Entretien avec Jean DAVOIGNEAU

POINTS DE VUE

78 CONSERVER LES DÉMONSTRATIONS, CONSERVER LES PROGRAMMES

Gilles DOWEK

80 À LA RECHERCHE DU WEB PERDU

Valérie SCHAFER

82 IMAGES DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

Serge ABITEBOUL
Claire MATHIEU

84 PROTECTIONS MONUMENTS HISTORIQUES 2018

88 LA VITRINE DU LIBRAIRE

90 RÉSUMÉS

BON DE COMMANDE DU NUMERO « PAPIER »

Patrimoine industriel Informatique existe aussi en version « papier » au prix de 25 € plus participation aux frais de port.

Vous pouvez le commander et payer en ligne sur le site internet du CILAC :

<https://www.cilac.com/numero-73-patrimoine-industriel-informatique>

ou

nous écrire à cilac@cilac.com

(paiement par virement ou par chèque possibles)

Créé en 1979, le CILAC est une association loi 1901 nationale, dédiée à la défense et à la valorisation du patrimoine industriel en France. Il rassemble plusieurs centaines de membres et sympathisants, répartis dans la quasi-totalité des départements, outre-mer inclus.

Le CILAC publie sur ses fonds propres, ou grâce à des mécénats ponctuels, la seule revue francophone entièrement dédiée à cette thématique, Patrimoine industriel.

Chaque numéro acheté est un soutien à l'association et aide au financement des numéros suivants.

Rejoignez-nous ! cilac.com/adherer-cilac

ÉDITORIAL

Paul SMITH

Secrétaire général du CILAC

Avec ce numéro thématique de la revue, coordonné par Florence Hachez-Leroy, en collaboration avec la Société informatique de France (SIF) et l'association *Software Heritage*, le CILAC s'aventure en des territoires patrimoniaux nouveaux, relativement peu explorés et cartographiés. Depuis la Seconde Guerre mondiale, l'informatique - la science et les technologies du traitement automatique de l'information par des algorithmes - s'est développée de manière exponentielle, révolutionnant tous les domaines scientifiques, financiers, industriels et commerciaux et s'embarquant dans les appareils globalisés de notre vie domestique. Sans parler d'archéologie industrielle « avancée », on n'a qu'à réfléchir un instant à comment nos propres champs d'étude ont été transformés par les bases de données, les systèmes d'information géographique, la photographie numérique, l'Internet, les scans 3D et autres répliques virtuelles...

Accompagnée par la miniaturisation, la croissance de puissances de calcul est devenue difficile à imaginer mais aujourd'hui, *grosso modo*, une requête google sur un smartphone lambda mobiliserait en quelques millisecondes l'équivalent de toute la puissance informatique utilisée par le programme spatial Apollo dans les années 1960. L'un des revers de cette médaille (il y en a d'autres...), c'est l'obsolescence extrêmement rapide des matériels et des logiciels. Mais, depuis les années 1980 surtout, quelques institutions, quelques associations, quelques collectionneurs, quelques musées et quelques entreprises se préoccupent de l'histoire de l'informatique et de ses patrimoines et c'est à des auteurs actifs dans tous ces milieux que nous devons les contributions réunies ici.

Pour les lecteurs et lectrices de *Patrimoine industriel*, un public sans doute plus féru en mines et manufactures qu'en arithmétique du second ordre, certains articles vont peut-être présenter des défis à leur littératie numérique ; d'autres vont ouvrir des perspectives insoupçonnées et vertigineuses sur des besoins d'archivage des codes source. Il n'empêche, voici rassemblés les premiers jalons d'un nécessaire regard patrimonial sur l'informatique. On regrettera bien évidemment l'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvés d'offrir une analyse de ces usines chinoises d'assemblage, dont les conditions de travail et les retombées néfastes sur l'environnement ont été maintes fois dénoncées. On peut regretter aussi l'absence d'inventaire et d'examen de ces forteresses refroidies que sont les « data centres », des centres de données dont certains (le Datadock au port autonome de Strasbourg, par exemple) s'installent dans des entrepôts industriels désaffectés. Mais ce numéro thématique, réalisé en particulier avec l'aide de Roberto Di Cosmo (*Software Heritage*), de Pierre Paradinas (SIF) et Serge Abiteboul (Arcep et Inria) membre de l'Académie des sciences et du Cilac, n'est qu'un début, un chantier ouvert et une suggestion de pistes encore à explorer. Nous pensons qu'en partageant plus largement ce dossier des patrimoines de l'informatique, il fera date.

Le CILAC est une association sans subvention publique et animée exclusivement par des bénévoles passionnés. Pour l'association, l'année 2019 a été particulièrement difficile, marquée par le décès, en janvier, de notre secrétaire général Louis André et par celui, en décembre, de notre vice-président Antoine Monnet. Ces pertes ont éprouvé le bureau, le conseil d'administration et tous les membres de l'association et n'ont rien fait pour assurer la régularité de la parution de cette revue. Nos excuses vont à tous nos adhérents et à tous les abonnés à la revue, pour le retard avec lequel paraît ce numéro, et nos remerciements aussi pour leur compréhension et leur patience.

AVANT-PROPOS

Roberto DI COSMO, Software Heritage
Pierre PARADINAS, Société informatique de France

Ce numéro de *Patrimoine industriel* est à la mémoire d'un très grand informaticien, Maurice Nivat, qui a marqué la naissance de l'informatique française par ses contributions scientifiques fondatrices et son engagement continu en faveur de l'enseignement de la discipline. Ses efforts sont aujourd'hui récompensés avec le retour de l'informatique au collège et au lycée et la création d'un CAPES-informatique.

De longue date, Maurice Nivat était très impliqué dans la défense du patrimoine. Il était vice-président de la Fédération des musées d'agriculture et du patrimoine rural et membre du CILAC. Pour lui, le patrimoine informatique avait une grande importance et il avait participé activement au colloque *Projet pour un musée informatique et de la société numérique*, organisé au CNAM en novembre 2012.

Cet événement a permis à l'ensemble des acteurs français du patrimoine informatique de mieux se connaître et de se constituer en réseau informel. Plusieurs années après, ce numéro de la revue du CILAC poursuit cet effort pour la reconnaissance de la valeur de ce patrimoine, en y ajoutant une dimension internationale.

Le patrimoine informatique se présente sous des formes multiples, de celles plus tangibles comme le matériel et tous les artefacts associés, à celles plus cachées, comme le code source des logiciels et des applications. La vitesse inédite de l'évolution de l'informatique et du numérique, la rapidité avec laquelle certaines innovations apparaissent et disparaissent, alors que d'autres perdurent pendant des décennies, et la dimension de la transformation qu'ils induisent sur la société en font des objets industriels très particuliers.

L'intérêt marqué autour des collections ACONIT et ATOS-Bull, et l'importance prise par le projet Software Heritage sont annonciateurs d'une prise de conscience collective de la valeur du patrimoine informatique. C'est une excellente nouvelle pour ce dernier.

MAURICE, L'ART ET LE PATRIMOINE

Paule NIVAT
Professeure de statistiques



À sa sortie de l'École Normale Supérieure, Maurice s'est inscrit à deux thèses, une en Math (le nom d'Informatique n'existait pas encore) et l'autre en Histoire de l'Art avec Marcel Durliat qui était alors le grand spécialiste de l'Art Roman dans le midi de la France. Très vite, il s'est rendu compte qu'il n'était pas possible de mener de front ces deux thèses et il a dû faire un choix douloureux entre ces deux orientations. Mais son amour de l'Art Roman ne l'a jamais quitté. Tous les étés il nous emmenait, les enfants et moi, sur les routes, à la découverte des grands monuments mais aussi à la recherche de petits édifices d'accès parfois sportif. Cela pouvait être en France, mais aussi en Espagne, en Italie, en Allemagne, etc.

Ayant visité pratiquement tous les monuments romans accessibles, il s'est alors intéressé à l'architecture rurale, et particulièrement à celle de la Haute-Marne où nous avons acheté une maison en 1973. Il a arpenté pendant plusieurs années le département, appareil photographique à la main. Il a lancé une grande campagne de sensibilisation auprès

des autorités départementales multipliant les articles dans la presse locale, et les expositions de photos (maisons rurales, lavoirs, fours à pain etc.) dans tout le département. Cela lui a valu de recevoir une médaille nationale en 1980, année du patrimoine.

Puis ayant découvert les forges de Haute-Marne, il s'est passionné pour l'architecture industrielle, et c'est comme cela qu'il est devenu membre du CILAC depuis les années 1980. Il en lisait avec passion les publications, et les rangeait ensuite soigneusement dans sa bibliothèque, parmi toutes les revues d'histoire de l'art dont il était très fier.

Je suis convaincue que Maurice aurait participé avec enthousiasme à ce numéro spécial du CILAC sur le Patrimoine informatique.



QUEL PATRIMOINE POUR L'INFORMATIQUE ? INTRODUCTION AU NUMÉRO

INTÉRIEUR DE LA POUDRIÈRE NUMÉRIQUE D'ARRAS, DANS LA CITADELLE VAUBAN, INSCRITE SUR LA LISTE DU PATRIMOINE MONDIAL ET CLASSÉE AU TITRE DES MONUMENTS HISTORIQUES, LA CITADELLE VAUBAN (1670) ABRITE UN DISPOSITIF DE HAUTE TECHNOLOGIE DANS LA POUDRIÈRE (1682) : UN CENTRE DE STOCKAGE DE DONNÉES INSTALLÉ PAR LA SOCIÉTÉ DECIMA EN 2014 ET ÉQUIPÉ D'UN PROCÉDÉ DE REFROIDISSEMENT PAR GÉOTHERMIE.
Christophe Kicien : Le 5 Studio - Groupe Decima

Serge ABITEBOUL

Directeur de Recherche
Arcep, Inria-Paris

Florence HACHEZ-LEROY

Maîtresse de conférences HDR,
Université d'Artois et
CRH, EHESS/CNRS

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.

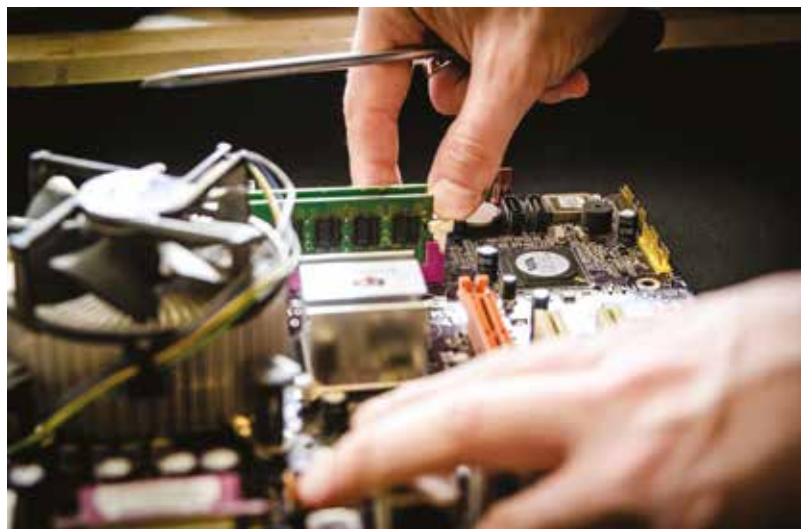
S'intéresser au patrimoine d'une industrie, c'est aussi en saisir les processus de patrimonialisation et comprendre quand, pourquoi et comment les acteurs ont construit « leur » patrimoine. La participation à ce numéro du projet *Software Heritage* et de la Société informatique de France, une association 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 de leur jeune domaine scientifique. 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 éloignée de leur zone de confort pour 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 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



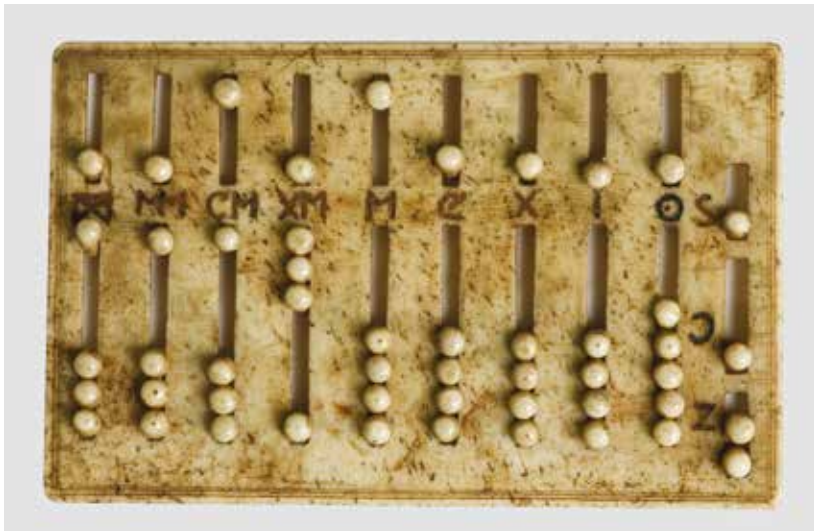
téléphone intelligent pour se rendre quelque part, on convoque un algorithme de plus court chemin. Le logiciel utilisé est fondé sur cet algorithme. Cet algorithme, ce logiciel, cet objet numérique et son *design* participent tous du patrimoine immatériel et matériel universel des sciences et des techniques.

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 : culture numérique, économie numérique, humanités numériques, etc. Il est donc tout sauf simple de dessiner la frontière entre *le numérique et l'informatique*. Un drone autonome est un objet numérique guidé par un logiciel, mais qui n'est rien sans ses moteurs et des capteurs de toutes sortes qui tiennent de la physique. Une visite de musée virtuelle s'appuie sur l'informatique, mais dépasse le champ de l'informatique.

INTÉRIEUR D'ORDINATEUR,
2013
Michal Jarmoluk - Pixabay
licence

1. Maurice Daumas, 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 protocole TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).



ABAQUE ROMAIN

CET ABAQUE ROMAIN EN IVOIRE, DATANT DU II^E SIÈCLE, EST CONSIDÉRÉ COMME L'UNE DES PREMIÈRES MACHINES À CALCULER. CHAQUE COLONNE (DE LA PREMIÈRE À LA HUITIÈME) REPRÉSENTE UNE PUISSANCE DE 10. UN NOMBRE SE LIT AVEC LES BOULES SE TROUVANT PROCHES DE LA TRANSVERSALE. LES OPÉRATIONS SE FONT PAR DÉPLACEMENT DES BOULES.

Inria / AMISA / Photo J.-M. Ramès

4. Un ordinateur est universel, *general purpose* en anglais, 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 Herrenschiidt, 2007.

6. Gilles Dowek, 2007.

7. Robert Ligonnière, 1987.

LA PASCALINE, OU MACHINE ARITHMÉTIQUE DE PASCAL À SIX CHIFFRES SANS SOUS NI DENIERS, 1652 A L'ÂGE DE 19 ANS, BLAISE PASCAL CONÇOIT SA PREMIÈRE MACHINE À CALCULER POUR AIDER SON PÈRE, COMMISSAIRE DES IMPÔTS. QUELQUES ANNÉES PLUS TARD, IL RÉALISE UNE SÉRIE DE MACHINES CAPABLES D'EFFECTUER ADDITIONS, SOUSTRATIONS ET RETENUES.

Collection musée des Arts et métiers, inv. 00823-0001 Rama, CC BY-SA 3.0 fr

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, de 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 médecine avec de nouveaux objets et leurs usages comme les stimulateurs cardiaques et les IRM ;
- la gestion avec l'organisation des entreprises autour de leurs systèmes d'information ;
- 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 justifieraient de les considérer comme 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 romain 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 (le très connu système Jacquard, 1801). 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



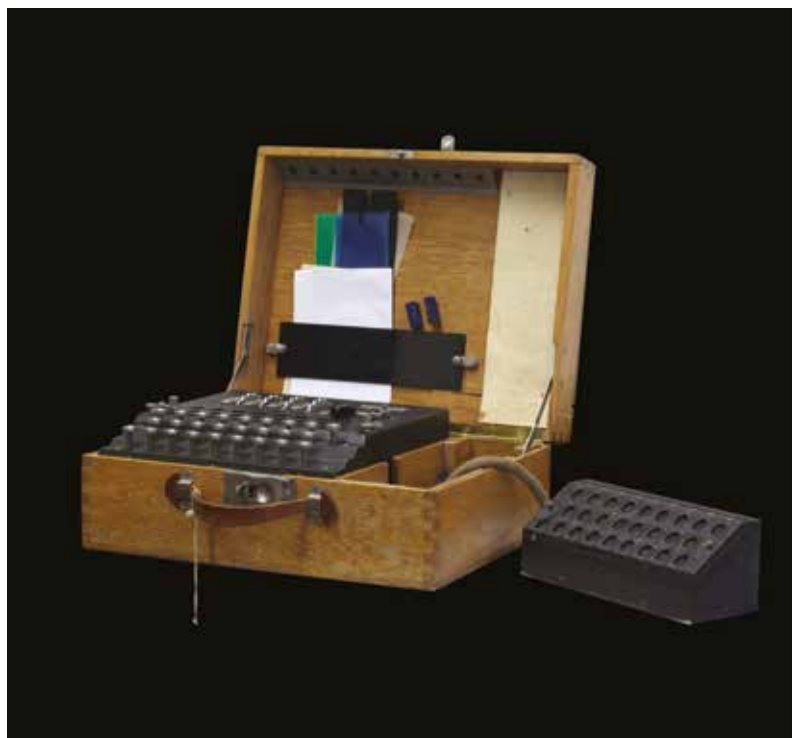
dernier, d'un programme enregistré. On arrive assez rapidement à une architecture des ordinateurs classiques organisée autour de :

- 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 ;
- des périphériques pour communiquer avec le monde extérieur (écran et imprimante par exemple).

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. À la fin du XIX^e siècle, 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 1933, bénéficie de cette dynamique et enclenche une concurrence avec IBM.

À la fin des années 1930, un saut technique permet des progrès décisifs : les circuits électroniques, les tubes à vide, les condensateurs et les relais rem-



placent leurs équivalents mécaniques et le calcul numérique se substitue au 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, est très important : Enigma et Colossus. Enigma, conçue par les Allemands, chiffre les messages militaires, Colossus, créée par les Britanniques, parvient 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 1963⁸. 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

UNE MACHINE ENIGMA

INVENTÉE PAR ARTHUR SCHERBIUS, À PARTIR DU BREVET DU NÉERLANDAIS HUGO KOCH (1919), ENIGMA EST UNE MACHINE ÉLECTROMÉCANIQUE PORTABLE UTILISÉE POUR CHIFFRER ET DÉCHIFFRER L'INFORMATION. ENIGMA FUT LARGEMENT COMMERCIALISÉE À PARTIR DE 1923 SOUS DIFFÉRENTES FORMES ET NOTAMMENT UTILISÉE PAR LES ALLEMANDS PENDANT LA SECONDE GUERRE MONDIALE. IL S'AGIT ICI D'UN MODÈLE MILITAIRE SUISSE, AVEC UNE CONSOLE DE LECTURE SUPPLÉMENTAIRE.
Rama, CC by-sa-2.0-fr



8. Geoffrey Owen, 2003.

LA VERSION CÉRAMIQUE DU
MICROPROCESSEUR INTEL 4004

LE 4004 D'INTEL EST
UN MICROPROCESSEUR
COMMERCIALISÉ À PARTIR DE
NOVEMBRE 1971. IL S'AGIT DE LA
PREMIÈRE INTÉGRATION RÉUSSIE
DE TOUTES LES FONCTIONS
D'UN PROCESSEUR SUR UN SEUL
ET UNIQUE CIRCUIT INTÉGRÉ.

Thomas Nguyen, CC BY-SA 4.0

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.

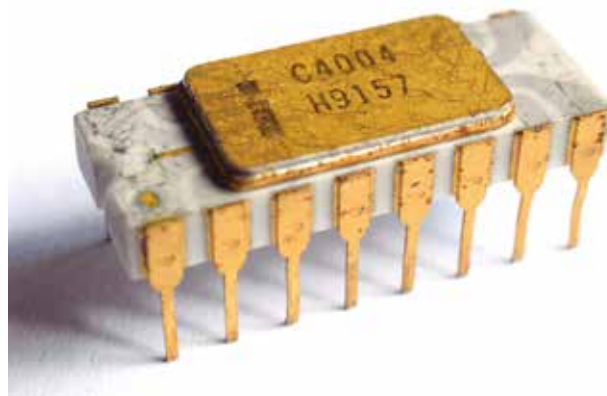
Plusieurs articles abordent cette histoire du matériel informatique : Florence Hachez-Leroy et Pierre Paradinas donnent un aperçu de l'histoire de l'informatique au travers des premières expositions qui lui ont été dédiées, de l'enrichissement des collections au sein des musées de sciences et techniques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

CIRCUIT IMPRIMÉ DÉDIÉ À
DES MACHINES PARALLÈLES
SPÉCIALISÉES POUR
L'EXPLORATION DES BANQUES
DE DONNÉES, NOTAMMENT
GÉNOMIQUES

Inria / Photo R. Lamoureux



veaux produits au sein de leurs laboratoires ou financent 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, devant les sept autres entreprises américaines de ce secteur : *Burroughs*, *Control data Corporation*, *General Electric*, *Honywell*, *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.



MODÈLE D'IBM 360

PETITE INSTALLATION TYPIQUE D'UN SYSTÈME IBM 360N COMPRENANT : À PARTIR DE LA GAUCHE, UN LECTEUR DE CARTE, QUATRE UNITÉS DE BANDE MAGNÉTIQUE ET UN CONTRÔLEUR, DEUX UNITÉS DE STOCKAGE DE DISQUE MAGNÉTIQUE ET LE PROCESSEUR (ICI UN MODÈLE 40) AVEC PANNEAU DE COMMANDE. L'OPÉRATRICE EST ASSISE DEVANT LE CLAVIER DE L'IMPRIMANTE À PORTÉE DU PANNEAU DE COMMANDE.
Archives IBM

9. <https://www.popculture.gouv.fr/notice/merimee/EAO6141158> et Michel Bastian et al., 2009.

QUEL PATRIMOINE POUR L'INFORMATIQUE ?

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)⁹.

À 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 néces-

LA C.I.I. [COMPAGNIE INTERNATIONALE POUR L'INFORMATIQUE]. 20 OCTOBRE 1973, AVENUE EISENHOWER, VUES EXTÉRIEURES DES LOCAUX. Pôle image de la Direction de la Communication - Marie de Toulouse, Archives municipales [15 Fi643]





MAQUETTE DU PROJET
DE L'USINE MOTOROLA,
À TOULOUSE, VERS 1965.
CARTE POSTALE N&B
Pôle image de la Direction de
la Communication - Marie de
Toulouse, Archives
municipales, [9Fi5173]



USINE MOTOROLA DE TOULOUSE

En 1928, les frères Paul et Joseph Galvin fondent la *Galvin Manufacturing Corporation* à Chicago, spécialisée dans le matériel de radio. Ils remportent un succès important en 1930 avec la Motorola, une radio pour automobile bon marché, puis avec une série de petites radios domestiques largement répandues dans les foyers américains. En 1947, l'entreprise change de nom et devient Motorola Inc., marque commerciale désormais bien connue. Elle amorce une stratégie de diversification et lance en 1948 le premier téléviseur à moins de 200 dollars. En 1956, elle se lance dans la production de semi-conducteurs et en équipe ses propres appareils radio. En 1974, elle fabrique son premier microprocesseur pour le vendre aux fabricants d'ordinateurs. Les premiers ordinateurs Apple Macintosh utilisent les puces informatiques Motorola les plus populaires, la série MC680x0. C'est dans cette dynamique commerciale que l'entreprise entreprend la conquête du marché européen.

VUE AÉRIENNE DE L'USINE
DE SEMI-CONDUCTEURS
MOTOROLA, DANS LES ANNÉES
1970. AU PREMIER PLAN L'USINE,
PUIS DES HABITATIONS DE
BELLEFONTAINE
ET DE LA REYNERIE
Fonds Jean Dieuzaide - Mairie de
Toulouse, Archives municipales
[1Fi6400]



FONDS PHOTOGRAPHIQUE DIEUZAIDE

MAIRIE DE  TOULOUSE
www.toulouse.fr



FAÇADE DE L'USINE
MOTOROLA, 134 AVENUE
DU GÉNÉRAL EISENHOWER, EN
1969

Pôle image de la Direction de la
Communication - Marie de
Toulouse, Archives municipales
[1F16539]

1. Mazataud Pierre, « Deux
greffons fragiles sur l'in-
dustrie de Toulouse :
Motorola et la Compagnie
internationale pour l'Infor-
matique », *Revue géogra-
phique des Pyrénées et du
Sud-Ouest*, 46-2, 1975,
p.123-155.

Construite en 1967, l'usine Motorola de Toulouse est conçue par la société américaine Austin Europe. Pierre Mazataud, en 1975, en donne une bonne description que nous reprenons ici¹. Le projet industriel, vaste et ambitieux, s'inspire du site de l'entreprise à Fort Lauderdale en Floride. Il est présenté sous la forme d'une maquette que l'entreprise promeut à grand renfort de communication et de cartes postales. Un seul module est finalement réalisé à cette époque, un second l'est en 1974. En 1977, la ville de Toulouse fait réaliser un reportage photographique qui permet de découvrir l'intérieur. Toulouse avait été choisie par Motorola en raison de la présence d'une main-d'œuvre féminine qualifiée, dont la formation a été spécialisée dans trois tâches : *wrapping*, soudure ou crochetage. Le *wrapping* consiste à enrouler les fils de jonction autour des broches avec un pistolet. Les différents postes de travail s'ordonnent suivant l'ordre chronologique des opérations sur la chaîne d'assemblage. Les postes de contrôle alternent avec ceux de fabrication. Les Archives municipales de Toulouse, que nous remercions ici, conservent un fonds photographique tout à fait passionnant.



VUES INTÉRIEURES
DES ATELIERS DE
MONTAGE. REPORTAGE
PHOTOGRAPHIQUE DU 18 AOÛT
1977, RÉALISÉ PAR L'ATELIER
MUNICIPAL DE PHOTOGRAPHIE
DE LA VILLE DE TOULOUSE.

Pôle image de la Direction de la
Communication - Marie de
Toulouse, Archives municipales
[2F13401 et 2F13402]



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

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

12. <https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/merimee/IA90000117>

13. **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.

saire 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'ajoute celle de Saint-Égrève, près de Grenoble, lorsque l'entreprise devient SESCOSEM. La base Mérimée comporte d'ailleurs un certain nombre d'usines reconverties pour la fabrication de composants et machines informatiques : Unisys est installée dans l'ancienne filature de coton des capucins à Villers Escale (Seine-Maritime), l'usine de Papeterie de France à Lyon accueille actuellement la société Givors informatique, et la Sodimac est installée dans l'ancienne usine de construction mécanique Lucas, à Saint-Pôtan dans les Côtes d'Armor.

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 production¹⁰, dont le rapide développement est visible au travers de ses implantations industrielles. 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)¹¹, Le Mouy (1956-1961). En 1961, l'usine d'Angers est construite pour la fabrication des Gamma 3 ; elle emploie jusqu'à 3200 salariés 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 Technopôle¹². 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 effectué 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 et 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 BASIC¹³. 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 para-

LIGNES DE CODES HTML, 2015
James Osborne - Pixabay Licence





MINITEL TELIC ALCATEL, 1985

LE MÉDIUM INTERACTIF PAR NUMÉRISATION D'INFORMATION TÉLÉPHONIQUE (MINITEL) EST UN TYPE DE TERMINAL INFORMATIQUE EXPLOITÉ COMMERCIALEMENT EN FRANCE ENTRE 1980 ET 2012. CONÇU POUR SE CONNECTER AU SERVICE FRANÇAIS DE VIDÉOTEX BAPTISÉ TÉLÉTEL, IL A PLACÉ LA FRANCE EN TÊTE DE LA TÉLÉMATIQUE MONDIALE. TRÈS POPULAIRE, IL A FAMILIARISÉ LA POPULATION FRANÇAISE À LA PRATIQUE DES SERVICES DE FOURNITURE PAYANTE D'INFORMATIONS TÉLÉMATIQUES.

Rama, CC BY-SA 3.0 fr

digmes comme la programmation fonctionnelle, logique ou orientée-objet. S'imposent aussi des langages d'interrogation de données comme SQL¹⁴. Dans ce domaine, on voit de grosses entreprises se doter de services dédiés et des sociétés de services et d'ingénierie informatiques (SSII) prendre un rôle de plus en plus important¹⁵. 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. Ces services de plus en plus déportés « dans les nuages » sont aujourd'hui devenus centraux 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, sous la nouvelle terminologie d'« entreprise de services du numérique », se sont regroupées au sein d'une organisation professionnelle, le Syntec informatique, en 1970. 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 pouvait les acheter séparément. À 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),

¹⁴ *Le Structured Query Language*, en français langage de requête structurée, est un langage informatique normalisé servant à exploiter des bases de données relationnelles.

¹⁵ Voir le n°40 d'*Entreprises et histoire* cité en bibliographie.

LE DATA CENTER NATICK, AVANT SON IMMERSION SUR LES CÔTES ÉCOSAISES

MENÉ PAR LA COMPAGNIE MICROSOFT ET NAVAL GROUP, LE PROJET NATICK CONSISTE À TESTER DES CENTRES DE DONNÉES SOUS-MARINS ALIMENTÉS PAR DES ÉNERGIES MARINES ET REFROIDIS VIA L'EAU DE MER. CE NOUVEAU DATA CENTER, DE 12,2 M PAR 3,2 M, EST COMPOSÉ DE DOUZE RACKS, CONTENANT AU TOTAL 864 SERVEURS.

Microsoft



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.

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, des humains, la notion de réseau est centrale en informatique. Les lieux de stockage des informations sont désormais au cœur d'enjeux stratégiques tant du point de vue politique (propriété des données) qu'énergétique (le refroidissement coûte cher). Les centres de données ou *data center* sont installés soit dans des bâtiments industriels anciens aux caractéristiques similaires, comme la poudrière de la Citadelle Vauban à Arras, soit dans des structures ad hoc, dont les dernières nées, immergées au large des côtes, constituent des formes architecturales tout à fait nouvelles. Là encore, cela va au-delà des thématiques abordées dans ce numéro qui mériteront d'être élargies 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.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abiteboul S., Dowek G., *Le temps des algorithmes*, Le Pommier, 2017.
- Aspray W., *Computing Before Computer*, Ames, Iowa State University Press, 1990.
- Bastian M. et al., « IBM France La Gaude Laboratory Contributions to Telecommunications », *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 31, n° 2, p. 4-30, April-June 2009.
- 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.
- Daumas M., *L'Archéologie industrielle en France*, Paris, Robert Laffont, 1980.
- 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.
- *La Revue*, Musée des arts et métiers, n° 2, février 1993 (dossier patrimoine informatique).
- Ligonnière R., *Préhistoire et histoire des ordinateurs*, Paris, Robert Laffont, 1987.
- Lilien 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.
- 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.
- Owen G., « Succès et échecs dans l'industrie électronique : les leçons ont-elles été apprises ? », *Entreprises et histoire*, 2003/2, n° 33, p. 57-75.
- 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.



LE WEB A ÉTÉ PRODUIT PAR UNE « USINE » D'UN TYPE NOUVEAU

EN 1990, SUR CETTE
MACHINE NEXT, TIM
BERNERS-LEE DÉVELOPPA LE
PREMIER SERVEUR WWW, LE
NAVIGATEUR MULTIMÉDIA ET
L'ÉDITEUR WEB

Patrice Loiez - CERN
(CC-BY-SA-4.0)

L'Internet a été conçu au début des années 1970 par des chercheurs en informatique qui souhaitaient faire communiquer entre eux les ordinateurs mis à leur disposition. Le courrier électronique, le transfert de fichiers ont été les premières applications d'échange d'informations à être déployées sur l'Internet. Cependant, malgré leur caractère universel, le courrier électronique et le transfert de fichiers n'ont été exploités, à cette époque, qu'au sein des entreprises et des centres de recherche. Il a fallu attendre le début des années 1990 pour qu'une autre application, le World Wide Web (ou le Web), permette à l'Internet de se déployer plus largement et d'entrer dans les foyers. À peine trente ans plus tard, l'Internet est utilisé par près de la moitié des habitants de la planète. Son déploiement bouleverse pratiquement toutes les activités humaines. Du point de vue technique, l'Internet est devenu la plateforme de la convergence entre l'informatique, les télécommunications et l'audiovisuel. Du point de vue sociétal, l'Internet fournit la plateforme de communication universelle utilisée par les entreprises, les gouvernements, le monde académique et la société civile au sens le plus large.

**Jean-François
ABRAMATIC**
Directeur de recherche
émérite, Inria

Parler d'archéologie industrielle au sujet de l'Internet et du Web peut sembler prématuré puisque de nombreux « pères fondateurs » non seulement sont encore en vie mais sont aussi encore très actifs pour faire évoluer l'infrastructure et ses applications. Si on tente d'appliquer les définitions de l'archéologie et de l'archéologie industrielle aux objets techniques que sont l'Internet et le Web, Wikipedia nous apprend : « **L'archéologie** est une discipline scientifique dont l'objectif est d'étudier l'Homme depuis la préhistoire jusqu'à l'époque contemporaine à travers sa technique grâce à l'ensemble des vestiges matériels ayant subsisté et qu'il est parfois nécessaire de mettre au jour par la fouille (...) »

« **L'archéologie industrielle** est un domaine qui unit une variété des disciplines parmi lesquelles on retrouve l'archéologie, l'architecture, la construction, l'ingénierie, la préservation historique, la muséologie, la technologie, l'urbanisme et d'autres diverses spécialités, afin de mettre ensemble l'histoire des activités industrielles du passé. L'archéologie industrielle comprend à la fois l'examen des structures existantes et des sites qui doivent faire l'objet d'une fouille. »

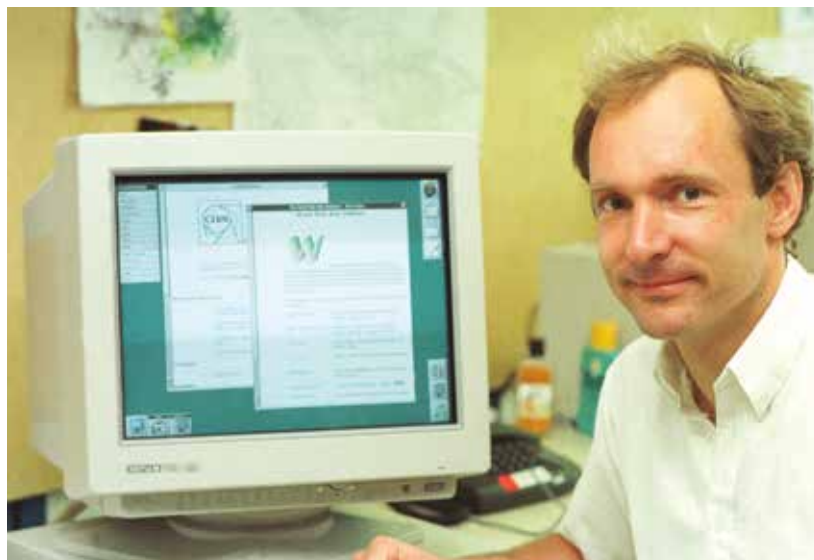
À la première lecture, on s'interroge sur l'utilisation d'éléments de vocabulaire familiers pour l'utilisateur du Web : fouille, site. On tente ensuite de se mettre à la place des archéologues qui, dans le futur, étudieront la place du Web dans l'évolution de l'humanité ou, plus spécifiquement, dans l'histoire des industries du 21^e siècle.

Le nombre de sites Web en activité en 2018 se compte en centaines de millions. Il n'est pas question ici d'étudier le patrimoine culturel que les contenus de ces sites représentent. En revanche, on peut se poser les questions suivantes : dans quelle « usine » le Web a-t-il été conçu ? Quels vestiges doit-on laisser à nos successeurs pour les aider à comprendre comment le Web est devenu cette application universelle de l'Internet, plateforme de millions d'applications particulières ?

On peut utiliser les éléments communément étudiés par *l'Archéologie Industrielle en France* et *Patrimoine industriel* pour décrire le patrimoine industriel du Web :

- des établissements industriels,
- leur histoire,
- les processus de fabrication,
- l'aménagement des espaces,
- les femmes et les hommes au travail,
- la conservation, la rénovation et la valorisation des sites.

Commençons par un peu d'histoire.



HISTOIRE : NAISSANCE DU WEB, CRÉATION DU W3C

Le Web a été inventé au début des années 1990, au CERN, à Genève, dans un laboratoire... de physique des hautes énergies. Tim Berners-Lee, son inventeur, avait proposé de développer un système de gestion de l'information qui permette, en particulier, de structurer et de partager les résultats expérimentaux au sein de la communauté des physiciens des hautes énergies. On pourrait donc considérer le CERN comme l'établissement industriel où le Web a été conçu et développé.

Ce choix ne refléterait pas la vision de Tim pour qui la conception du Web, celle qui devait « mener le Web à son plein potentiel » devait être une action coopérative (on dit maintenant *codesign*) associant l'ensemble des acteurs souhaitant participer. Tim a choisi de rejoindre le laboratoire d'informatique du MIT (MIT-LCS) pour créer le *World Wide Web Consortium* (W3C). MIT-LCS avait, en effet, une bonne expérience dans la gestion de consortia associant monde académique et monde industriel. Tim a, de plus, souhaité que le consortium soit international. Il a donc cherché à associer au MIT un hôte européen et un hôte asiatique.

Fin 1994, le CERN a rapidement décliné l'offre de devenir l'hôte européen pour concentrer ses efforts à la construction du *Large Hadron Collider* (LHC). Le LHC est un accélérateur de particules qui est, en quelque sorte, entré dans l'histoire et sans doute le patrimoine de l'humanité en permettant de confirmer l'existence du boson de Higgs, travail récompensé par l'attribution du Prix Nobel de physique en 2013 à François Englert et Peter Higgs.

DE 1989 A 1994, AU CERN, LE PHYSICIEN TIM BERNERS-LEE A INVENTÉ LE WORLD-WIDE-WEB : UN OUTIL ESSENTIEL POUR LA PHYSIQUE DES HAUTES ÉNERGIES. AVEC UNE PETITE ÉQUIPE, IL A CRÉÉ L'HTML, LE PROTOCOLE HTTP, LES URLS ET A INSTALLÉ LE TOUT PREMIER SERVEUR ET NAVIGATEUR WEB AINSI QUE LE PREMIER ÉDITEUR HTML WYSIWYG (WHAT YOU SEE IS WHAT YOU GET / CE QUE TU VOIS EST CE QUE TU OBTIENS).

1994-2020 CERN

C'est l'Inria, Institut National de Recherche en Informatique et Automatique, qui a été choisi pour héberger W3C en Europe. L'université de Keio, près de Tokyo, est devenue le premier hôte asiatique.

L'« ÉTABLISSEMENT INDUSTRIEL » QUI A PRODUIT LE WEB : LE W3C

On pourrait donc utiliser cette répartition géographique (MIT, Inria, Keio) pour définir les établissements industriels qui ont produit le Web. Ce choix ne reflèterait pas les choix d'organisation du W3C.

Le consortium a été bâti sur le modèle que le MIT avait développé précédemment : les membres du consortium (entre 400 et 500 entreprises ou organisations à but non lucratif) paient chaque année une souscription. Lors de la création du consortium, en 1994, les montants étaient de 5 000 à 50 000 dollars US en fonction de la taille de l'organisation et de son statut. Les sommes rassemblées ont permis d'entretenir une équipe technique (de plus de 50 personnes) et d'organiser le travail coopératif. Les hôtes ont rassemblé les fonds dans leur zone géographique et entretenu une partie de l'équipe. De plus, W3C a hérité de la culture qui avait été construite par les pionniers de l'Internet (au sein de l'IETF : *Internet Engineering Task Force*) : dans la mesure du possible, les travaux sont ouverts à tout public prêt à contribuer.

Le caractère novateur de l'« établissement » W3C tient au fait que le consortium a, bien sûr, utilisé le Web comme infrastructure de communication. L'« établissement » W3C a ainsi été composé de plusieurs « bâti-

ments ». Le « bâtiment » le plus connu est celui qui est ouvert au public, il s'agit du site hébergé à l'adresse www.w3.org. Les membres ont accès à un « bâtiment » qui leur a été réservé à l'adresse www.w3.org/Member. L'équipe s'est vue attribuer le « bâtiment » situé à l'adresse www.w3.org/Team. Ces « bâtiments » ont évolué au fil des 25 années d'existence du consortium mais ils sont toujours hébergés à la même adresse. Depuis mars 1998, les communiqués de presse du consortium sont localisés à l'adresse Web du consortium et non plus à une adresse géographique :

<http://www.w3.org/> -- 24 March, 1998 -- The World Wide Web Consortium (W3C) today announced the release of Cascading Style Sheets, level 2 (CSS2), as a W3C Proposed Recommendation. The W3C Cascading Style Sheets and Formatting Properties (CSS&FP) Working Group has determined that the CSS2 specification is stable, contributes to Web interoperability, is supported for industry-wide adoption, and is ready to enter the review and voting process by the W3C Membership.

Le World Wide Web Consortium (W3C) a annoncé aujourd'hui la publication des « Cascading Style Sheets », niveau 2 (CSS2), en tant que recommandation proposée par le W3C. Le groupe de travail « Cascading Style Sheets and Formatting Properties » du W3C (CSS&FP) a déterminé que la spécification CSS2 est stable, contribue à l'interopérabilité du WEB, est soutenue par une adoption à l'échelle de l'industrie, et est prête à entrer dans le processus de révision et de vote par les membres du W3C.

C'est depuis « www.w3.org » que sont désormais annoncés les produits de W3C, à savoir les standards du Web.

The screenshot shows the W3C website with the following content:

W3C WORLD WIDE WEB Consortium

...in 7 points

You've heard it: the [World Wide Web Consortium \(W3C\)](#) creates Web standards. W3C's mission is to **lead the Web to its full potential**, which it does by developing technologies (specifications, guidelines, software, and tools) that will create a forum for information, commerce, inspiration, independent thought, and collective understanding. This summary in 7 points explains W3C's goals and operating principles.

- 1. Universal Access**
W3C defines the Web as the **universe of network-accessible information** (available through your computer, phone, television, or networked refrigerator...). Today this universe benefits society by enabling new forms of human communication and opportunities to share knowledge. One of W3C's primary goals is to make these benefits available to all people, whatever their hardware, software, network infrastructure, native language, culture, geographical location, or physical or mental ability. W3C's [Internationalization Activity](#), [Mobile Activity](#), [TVWeb Activity](#), [Voice Browser Activity](#), and [Web Accessibility Initiative](#) all illustrate our commitment to universal access.
- 2. Semantic Web**
People currently share their knowledge on the Web in language intended for other people. On the **Semantic Web** ("semantic" means "having to do with meaning"), we will be able to express ourselves in terms that our computers can interpret and exchange. By doing so, we will enable them to solve problems that we find tedious, to help us find quickly what we're looking for: medical information, a movie review, a book purchase order, etc. The W3C languages [RDF](#), [XML](#), and [digital signatures](#) are the building blocks of the Semantic Web.
- 3. Trust**
The Web is a collaborative medium, not read-only like a magazine. In fact, the first Web browser was also an editor, though most people today think of browsing as primarily viewing, not interacting. To promote a more collaborative environment, we must build a **"Web of Trust"** that offers confidentiality, instills confidence, and makes it possible for people to take responsibility for (or be accountable for) what they publish on the Web. These goals drive much of W3C's work around digital signatures, annotation mechanisms, group authoring, versioning, etc.

PROCESSUS DE FABRICATION DU WEB : AUTOMATISATION ET PRÉSERVATION

Dès 1996, un effort particulier a associé l'équipe et des représentants des membres pour définir le *process* suivant lequel W3C opérerait. Depuis le choix des sujets sur lesquels le consortium travaille jusqu'à la manière de gérer les groupes de travail, le *Process Document* est devenu un document vivant, à la disposition du public, qui définit les règles de fonctionnement de l'organisation.

Pour faciliter l'exécution de ce *process*, l'équipe « système » du consortium développe ou gère les « machines » qui permettent d'automatiser les tâches qui peuvent l'être. Ainsi, la production des spécifications, après avoir utilisé des logiciels développés par l'équipe, exploite désormais la « machine » GitHub devenue l'environnement populaire parmi les développeurs de logiciels. Il est important de rappeler que GitHub gère l'histoire des documents permettant ainsi à W3C de préserver les versions successives que les archéologues du Web de demain pourront étudier.

De nombreuses autres « machines » ont été développées au fil des années pour gérer les listes de courrier, construire les minutes des réunions petites et grandes, les présentations des intervenants, etc.

Grâce à ces équipements, le consortium prend, automatiquement, un soin particulier à être exemplaire du point de vue de la préservation. On peut ainsi retrouver, en ligne, l'ensemble des documents (et leurs versions intermédiaires) qui ont été développés au fil des 25 années d'existence du consortium.

AMÉNAGEMENT DES ESPACES DU WEB : LA QUALITÉ D'UNE ARCHITECTURE PARTAGÉE

Chaque activité est organisée autour d'un groupe de travail. Dès sa création, chaque groupe de travail dispose d'un espace aménagé dans lequel il développe son activité. Il revient aux responsables (président, éditeurs de documents) d'attribuer les responsabilités pour une gestion efficace du projet. Une personne de l'équipe, appelée *team contact*, est assignée à chaque groupe de travail. Ce membre de l'équipe, en plus du soutien logistique, doit s'assurer que le travail s'inscrit dans l'« architecture » générale du Web. Cette personne provoquera le dialogue avec d'autres groupes de travail si le respect de l'architecture nécessite de s'assurer de la compatibilité des spécifications entre elles. Cette approche est unique parmi les organisations de standardisation. Elle est renforcée par le travail d'un groupe particulier, le Technical Architecture Group, qui est sollicité lorsqu'une question de compatibilité ne peut être réglée par les groupes eux-mêmes.

LES FEMMES ET LES HOMMES AU TRAVAIL : AU SERVICE DE TOUS LES UTILISATEURS DU WEB

Au fil des années, le nombre de groupes de travail a grandi. Plusieurs milliers de personnes participent ou ont participé aux travaux du W3C dans plusieurs centaines de groupes de travail. Les participants travaillent pour l'essentiel depuis leur lieu de travail habituel en participant à des conférences téléphoniques, en contribuant sur les listes de courrier ou sur les sites partagés. Occasionnellement et au moins une fois par an, des réunions de travail sont organisées en présentiel. Pour celles et ceux qui ne peuvent se déplacer, les machines du consortium facilitent la participation à distance.

Le travail au sein de W3C est profondément marqué par l'objectif d'universalité du Web : « La valeur sociale du Web réside dans le fait qu'il permet la communication humaine, le commerce et la possibilité de partager des connaissances. L'un des principaux objectifs du W3C est de proposer ces avantages à tous, quels que soient leur matériel, leurs logiciels, leur infrastructure réseau, leur langue maternelle, leur culture, leur emplacement géographique ou leurs capacités physiques ou mentales »¹.

Dès sa création, W3C a ainsi porté une attention particulière à l'internationalisation du Web. Une activité spécifique y est consacrée. Chaque spécification est étudiée au cours de son développement pour assurer que les choix techniques ne mettent pas en danger les deux premiers WW du *World Wide Web*. Chaque participante, chaque participant aux travaux du W3C est ainsi impliqué dans l'internationalisation du Web.

En 1997, W3C a créé la *Web Accessibility Initiative* (WAI) dont l'objectif est d'assurer que le Web soit accessible pour les personnes handicapées. W3C développe ainsi des standards et des guides pour aider au développement de sites Web accessibles. Chaque spécification est étudiée pour s'assurer que les choix techniques ne mettent pas en danger l'accessibilité du *World Wide Web*. Chaque participante, chaque participant aux travaux du W3C est ainsi impliqué pour rendre le Web accessible à tous.

LA CONSERVATION, LA RÉNOVATION ET LA VALORISATION DES SITES WEB

On a vu que le consortium fait en sorte que la préservation des artefacts qu'il produit soit assurée ainsi que l'histoire qui a conduit à ces artefacts. De manière plus générale, le Web bénéficie aussi d'initiatives complémentaires telles que le site « Internet

¹ <https://assiste.com/W3C.html>





Archive » dont la « Wayback Machine » permet de retrouver des vues de sites à des dates éloignées. Par exemple, la figure montre une page du site W3C prise le 15 août 2000 énonçant les points essentiels que le Web doit accomplir pour « atteindre son plein potentiel ».

De même, le site « *Web Design Museum* » s'intéresse au style utilisé par chaque site. La figure montre le style utilisé par W3C en 1998. Le consortium a modifié sa *home page* (page d'accueil) en 2000, 2005 et 2010. *Web Design Museum* a gardé la trace de toutes ces rénovations.

GÉNÉRALISER LES LEÇONS ENSEIGNÉES PAR W3C

Durant près de 25 ans, W3C a inventé une nouvelle manière de travailler pour un objectif commun : « Mener le Web à son plein potentiel ». Plus de 10 000 ingénieurs ont contribué à développer plus de 300 recommandations qui font du Web une infrastructure unique dans l'histoire des industries.

Bien sûr, W3C a pour objectif de développer des standards. Les principes mis en œuvre (transparence, consensus, équilibre) sont naturels pour conduire la coopération entre les acteurs du Web. Dans une large mesure, d'autres organisations peuvent cependant s'en inspirer.

En particulier, appliquer la « *preservation by design* » peut être utile voire décisif pour toute organisation publique ou privée. Garder la trace des développements et de leur histoire devrait devenir une pra-

tique courante de toute organisation. À ce titre, l'exemple de W3C peut inspirer toute organisation qui souhaite tirer le meilleur parti des opportunités offertes par l'existence du Web.

Le Web est devenu un vecteur essentiel de collecte de la connaissance. Le succès de Wikipédia est le témoignage le plus connu de ce phénomène où un effort collectif sans précédent permet d'assembler une encyclopédie sans cesse enrichie, gratuite et au service de tous. Diderot en a rêvé, Jimmy Wales et des milliers de contributeurs l'ont fait. Wikipédia, aussi, préserve l'historique de toutes les modifications qui interviennent sur chaque article.

Si l'on y réfléchit bien, tous les sites devraient bâtir une politique qui inclut la « *préservation by design* ». Comme W3C, chaque organisation peut, bien sûr, avoir un site ouvert au public, un site interne, voire des sites par équipe. Il n'y a pas de raison que chacun de ces sites ne préserve pas l'histoire de leurs activités.

S'agissant des sites publics, des efforts tels qu'*Internet Archive* fournissent un service d'archivage qui pourra faciliter le travail de fouille des archéologues du Web de demain. On voit aussi apparaître des sites qui préservent des informations spécifiques. Par exemple, *Software Heritage* rassemble, préserve et met à disposition le code source de tous les logiciels.

Enfin, la numérisation des documents a permis aux archives existantes de toutes catégories personnelles ou nationales, privées ou publiques d'être conservées et mises à disposition dans des conditions jamais réalisées autrefois.

Les informations auxquelles les archéologues de demain auront facilement accès seront donc riches, variées, voire volumineuses et complexes à étudier.

Il manquera, peut-être (sans doute), ce que Robert Cailliau avait signalé, lors de la deuxième conférence World Wide Web. À l'automne 1994, cette conférence s'était tenue dans un vieil hôtel de Chicago aujourd'hui disparu. Lors de la session finale, les participants étaient réunis pour débattre de l'opportunité d'organiser d'autres conférences et échanger sur le

contenu, le rythme qui permettrait de suivre l'évolution (déjà) fulgurante du Web. À ceux qui pensaient que l'on pouvait travailler à distance grâce aux moyens que nous contribuions tous à développer, Robert avait répondu : « There is no such thing as a virtual beer! », en français, « la bière virtuelle n'existe pas ! ». Il est probable que les archéologues de demain n'auront qu'un accès partiel au contenu des conversations nouées autour d'une bière. Cela leur fournira l'occasion de donner libre cours à leur imagination.

RÉFÉRENCES

- <https://www.w3.org/> : le site du W3C
- <https://archive.org/> : le site Internet Archive
- <https://www.webdesignmuseum.org/timeline/w3c-org-1998> : W3C au Design Museum
- <https://web.archive.org/web/20000816091735/http://www.w3.org:80/Consortium/Points/w3c7.fr.htm> : Les 7 points du Consortium, le 16 Août 2000
- <https://www.w3.org/2018/Process-20180201/> : le Process Document de W3C
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Archéologie> : l'Archéologie selon Wikipédia
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Archéologie_industrielle : l'Archéologie industrielle selon Wikipédia



MUSÉES ET COLLECTIONS INFORMATIQUES

MACHINE BURROUGHS, SÉRIE 5029, 1913. SCIENCE MUSEUM GROUP COLLECTION
Science Museum / Science and Society Picture Library

Florence HACHEZ-LEROY

Maitresse de conférences HDR,
Université d'Artois et
CRH, EHESS/CNRS

Pierre PARADINAS

Professeur au CNAM,
Président de la Société
informatique de France

Si l'histoire des musées a suscité l'intérêt des historiens et constitue un champ de recherche fécond¹, peu de travaux ont cependant été menés sur la place de l'informatique en leur sein. En France, la création d'un musée informatique n'a pas encore trouvé de concrétisation, quand bien même de tels musées existent dans la plupart des pays industrialisés (la notice *List of Computer Museums* de Wikipédia en recense 92²), malgré plusieurs initiatives en ce sens. Un éphémère *Musée de l'informatique*, situé au sommet de la Grande Arche à Paris, a existé d'avril 2008 à octobre 2010³. Son site Web existe toujours⁴. En 2012, un projet collaboratif pour un *Musée de l'Informatique et du Numérique* a vu le jour, réunissant des partenaires académiques et associatifs. Ses membres ont rédigé un rapport en ce sens qui, remis à l'administrateur du CNAM en avril 2015, est resté sans suite⁵. Il faut aussi mentionner la création, en 2005, de l'association MO5.COM qui a constitué une belle collection d'ordinateurs et milite pour la création d'un *Musée National du Jeu Vidéo et des Cultures Populaires*⁶.

Or, adopter l'angle des collections et des musées, et se demander quand ont été introduits les ordinateurs et éléments microinformatiques et microélectroniques dans les collections, et quand sont apparus les premiers musées thématiques, permet de comprendre le processus de prise de conscience patrimoniale de cette technologie, et d'en définir les acteurs et les objectifs. De cette histoire, nous tenterons de dégager les éléments les plus significatifs du point de vue des musées privés et publics. Bien qu'elles soient le fruit d'une recherche d'emblée internationale, l'informatique et ses applications industrielles sont le plus souvent illustrées par des musées où le récit national, voire hagiographique pour le cas des entreprises, prévaut sur l'histoire générale. Deuxième caractéristique, la plupart des collections privées sont constituées dans les années 1960/1970 au sein de ces entreprises : en 1960 chez *Burroughs Belgique*, en 1973 en France chez Bull, en 1977 chez Nixdorf en Allemagne. Le champ chronologique constitue le troisième sujet d'étonnement : dans la plupart des cas, l'histoire de l'informatique donnée à lire voit ses racines remonter à l'Antiquité si l'on se place du point de vue mathématique ou algorithmique tandis que du point de vue matériel, le système Jacquard semble faire l'unanimité avant l'arrivée de l'électronique. Enfin, la répartition géographique très inégale, à la fois des musées et des collections, sonne comme un reflet de l'état d'avancement technologique des pays dans le domaine numérique.

Difficile de déterminer avec certitude où est née la première initiative pour constituer une collection d'objets informatiques issus de la microinformatique, mais ce sont le plus souvent les acteurs de cette filière qui eurent, les premiers, conscience de la valeur historique des machines qu'ils avaient contribué à concevoir et vendre, face à leur rapide obsolescence. Il s'agissait pour eux de conserver les artefacts majeurs d'une histoire des techniques à écrire. Individus seuls au sein d'une entreprise mais aussi démarche collective au sein d'une société savante ou d'une association professionnelle, les cas de figure varient selon les pays, de 1960 aux années 1970.

LES PREMIÈRES DÉMARCHES DES ANNÉES 1960/70

C'est le cas, à partir de 1960, de Jacques Laffut, salarié de l'entreprise *Burroughs* dans sa filiale belge, qui démarre une collection en récupérant les machines obsolètes de ses clients, ainsi que par des dons et par des acquisitions sur des brocantes. *Burroughs*, créée en 1886 aux États-Unis, était l'une des premières entreprises mondiales du marché de la bureautique, avec IBM, passée de la construction de machines comptables à celle de machines informatiques. Parmi

la collection de J. Laffut, se trouvent la première machine à calculer imprimante inventée en 1886 par le fondateur William Seward Burroughs ou encore la première machine à compter et à facturer utilisant la multiplication directe, la "Moon Hopkins", de 1921 et l'ordinateur du chanoine Lemaitre (1894-1966), célèbre astrophysicien belge⁷.

Aux États-Unis, en 1975, à l'initiative d'un couple d'employés, Gordon et Gwen Bell, une première exposition de matériels de circuit et de mémoire est réalisée dans un vestiaire de la *Digital Equipment Corporation* (DEC), une entreprise de matériel informatique très connue à cette date⁸. En 1979, les Bell créent le *Digital Computer Museum* dans un ancien bâtiment de la *Radio Corporation of America* à Marlboro, dans le Massachusetts, avec l'aide de DEC. Gwen Bell en est la présidente jusqu'en 1997. Après avoir obtenu le statut de fondation caritative à but non lucratif en 1982, le *Computer museum* a retiré le mot « Digital » de son nom et s'est installé dans le centre-ville de Boston, dans un entrepôt de laine rénové, inauguré en 1983. Une grande partie des objets présentés avait été collectionnée par Gordon Bell. La migration progressive du secteur informatique vers l'ouest des États-Unis fit diminuer les soutiens et les moyens du musée. En 1996, une fraction des membres de son conseil d'administration prit l'initiative de créer, dans la Silicon Valley, une section chargée de collecter et préserver l'histoire de l'informatique, sous le nom de *The Computer Museum History Center*. Après une fusion avec le *Museum of Science de Boston*, le Musée de l'informatique de Boston fut dissous et ses collections transférées dans la Silicon Valley, dans la nouvelle entité.

En Allemagne, en 1977, Heinz Nixdorf, fondateur de l'entreprise *Nixdorf Computer AG*, reçoit en cadeau, pour les 25 ans de son entreprise, des machines de bureaux anciennes qui lui donnent l'idée de démarrer une collection. Aidé d'un expert en machines de bureau, Uwe Breker, il réfléchit à la constitution d'un musée dès 1983/84. Un premier scénario d'exposition est élaboré avec une approche géographique. Le décès de H. Nixdorf en 1986 stoppe ce projet. En 1990, l'un de ses collaborateurs le reprend avec le soutien de la ville de Paderborn qui l'accueille. Avec 6 000 m², le musée est installé dans l'ancien siège social de l'entreprise, construit en 1975 par l'architecte Hans Mohr sur les indications de H. Nixdorf. Il expose du matériel informatique, en particulier de la marque allemande Zuse. L'exposition débute par un métier à tisser de Jacquard en état de fonctionnement, ce qui permet de le voir mais aussi de l'entendre. La scénographie contextualise l'impact de l'informatique dans la vie des entreprises avec des reconstitutions de bureaux à différentes époques. Elle propose également une ligne du temps avec des exemples d'inter-

1. A. Appadurai (dir.), *The Social Life of Things, Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986.

D. Poulot, *Une histoire des musées de France, XVIII^e-XX^e s.*, Paris, La Découverte, 2008.

2. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_computer_museums

3. Philippe Nieuwbourg, « Un musée de l'informatique au sommet de la Grande Arche de la Défense », communication au Colloque « Pour un musée de l'informatique et de la société numérique », Paris, 7 novembre 2012. <https://musee-informatique-numerique.fr/colloqueactes/>

4. www.museeinformatique.fr

5. <http://musee-informatique-numerique.fr/>

6. <https://mo5.com>

7. Dominique Lambert, *Un atome d'univers : la vie et l'œuvre de Georges Lemaitre*, Bruxelles, Lessius Racine, 2000.

8. Glenn Rifkin and George Harrar, *The Ultimate Entrepreneur: The Story of Ken Olsen and Digital Equipment Corporation*, Rocklin, CA: Prima Pub, 1990.



9. Mathieu Barrois, « Le patrimoine historique du groupe Bull », *infra*.

10. Michel Mouyssinat, « IBM Europe », *infra*.

11. Len Shustek, « Que devons-nous collecter pour préserver l'histoire du logiciel ? », *infra*.

faces de postes de travail. Le visiteur fait glisser un écran qui affiche l'interface offerte par les systèmes d'exploitation depuis les premiers ordinateurs personnels avec l'ancêtre MSDOS à ceux d'aujourd'hui. Le dispositif met en évidence les évolutions de l'expérience des utilisateurs en déplaçant un écran sur les différentes années. Fermement soutenu par la fondation Nixdorf, ce musée est très impliqué dans la vie locale et l'université de Pandenborn, et a reçu 111 000 visiteurs en 2018.

Notons également dans ce panorama l'initiative de la société Bull⁹, où la direction marketing, en 1973, lance une démarche patrimoniale afin de recueillir la mémoire de l'entreprise créée en 1933, dans un contexte de fusion d'entreprises. C'est le point de départ d'une collection d'objets qui est gérée par la Fédération des Équipes Bull, mais qui ne débouche pas sur la réalisation d'un musée. Chez IBM, une collection de machines à calculer anciennes est démarrée par le fondateur de l'entreprise, Thomas J. Watson, dans les

années 1930. Elle est ensuite confiée à un service dédié intitulé « Museum and exhibition » au sein de l'entreprise, mais la chronologie des événements comme de l'enrichissement par des pièces modernes n'est pas connue. La collection IBM Europe s'est, elle, enrichie en 1984 par l'acquisition, en France, d'une partie de la collection de machines à calculer de Lucien Malassis. Elle fut présentée notamment dans les locaux de l'INRIA à Sophia-Antipolis dans les années 1990 par l'Association pour le musée international du calcul de l'informatique et de l'automatique de Valbonne Sophia Antipolis (AMISA) avant d'être récupérée par l'entreprise en 2008 sans que l'on sache ce qu'elle est devenue aujourd'hui¹⁰.

AU TOURNANT DES ANNÉES 2000

Le plus important musée au monde dans le domaine informatique est actuellement le Computer History Museum aux États-Unis¹¹. Émanation du musée de Boston, et d'abord appelé *Computer Museum History Center* (CHM), il est installé en 1996 sur la base navale de la baie de San Francisco. Rebaptisé *Computer History Museum* (CHM) en 2000, il déménage, en 2002, à Mountain View au milieu de la Silicon Valley, dans les anciens locaux historiques de la société *Silicon Graphics*. Très soutenu par les industriels du secteur - il est à deux pas de Google et de Microsoft -, il prend très vite le pas sur le musée historique de Boston, et récupère une partie de ses collections lorsque ce dernier ferme. Le parcours d'exposition, d'environ 12 000 m², est articulée au travers d'une vingtaine de salles qui compose un parcours par période et par domaine. Après sa rénovation de 2010-2011, la nouvelle exposition, intitulée « Révolution : les premiers 2000 ans de l'informatique », offre à comprendre la naissance des ordinateurs, du boulier au smartphone. Cette histoire des techniques est complétée par celles des hommes et des femmes qui en

VUE EXTERIEURE DU COMPUTER
HISTORY MUSEUM (USA)
Doug Fairbairn



furent acteurs. Centrée sur l'histoire de l'Informatique aux États-Unis, elle accorde cependant une place aux Européens, en particulier la France avec le Minitel et le réseau Cyclade. Pour comprendre la notion d'algorithme et son ancienneté, les bornes chronologiques sont volontairement très larges, depuis les tablettes d'argiles sumériennes (IV^e-III^e s. avant JC), sur lesquelles figurent des séries d'instructions en langage cunéiforme. La collection du CHM est présentée comme la plus importante au monde, avec des pièces rares - comme un superordinateur Cray-1 et une machine Enigma -, des pièces plus connues comme le premier ordinateur Apple et d'autres très récentes comme un exemplaire de la première génération de racks de serveurs informatiques construit sur mesure par Google. Les réserves sont installées depuis 2007 dans un centre de stockage moderne à température contrôlée à Milpitas, en Californie. Le CHM accueille des événements extérieurs dans ses locaux annexes et organise très régulièrement des conférences de chercheurs et d'industriels à la pointe de leur domaine, en partenariat avec les universités et les industriels alentours. Organisation à but non lucratif, le CHM a accueilli 75 000 visiteurs en 2012. Avec un budget d'environ 6 millions de dollars, il trouve ses revenus dans les placements du capital de la fondation support du musée, dans les versements réguliers des entreprises partenaires et dans ses ressources propres.

D'autres initiatives ont été prises à travers le monde, en particulier dans les zones où la production du matériel informatique fut importante, mais de façon très inégale. Au Japon par exemple, il n'existe qu'un musée virtuel, développé par une société savante informatique, la *Information Processing Society of Japan*¹² (IPSJ). Il a été conçu par des universitaires à la suite d'une exposition organisée en 2001 au *National Science Museum* dont le titre était « Leaders in the Information Century ». Son approche est historique et rappelle la création de l'association, 40 ans auparavant, par son titre « Epochs in Information Technology ». L'IPSJ n'a pas la capacité de mener une politique de collecte et de conservation des objets, mais elle collabore avec le *Science Museum* de Tokyo et a mis en place des actions pour la conservation de certains objets.

Le cas de la Belgique est original, avec la création du *Numerical Artefacts Museum-Informatique Pionnière en Belgique* (Computer Museum NAM-IP), à Namur, en octobre 2016¹³. En effet, celui-ci présente la particularité de regrouper quatre collections indépendantes dont les porteurs se sont associés pour créer une structure unique :

- celle des anciens de Bull Belgique, liée à la Fédération des équipes Bull¹⁴, dont Gibert Natan fut le

président fondateur, à Grimbergen. Elle contient notamment un véritable atelier à carte perforée des années 1960 ;

- la collection « Computer museum Unisys », dont Jacques Laffut fut le fondateur et le conservateur dans les sous-sols d'Unisys à Dieghem ;

- la collection « systèmes de calcul » rassemblée par Jacques Lemaire¹⁵ ;

- la collection « Informatique et Bible », de l'abbaye de Maredsous, dont Yolande Juste et le frère Ferdinand Poswick furent les principaux responsables. Spécialisée dans la publication biblique, l'abbaye a vu dans l'informatique, à partir de 1971, une solution pour gérer les différentes versions linguistiques de la bible : enregistrements à cartes perforées puis mémorisation sur bande magnétique notamment.

Anciens salariés et utilisateurs passionnés de matériel informatique sont donc au cœur de la démarche. Ils étaient tous membres du « Réseau de Préservation des Patrimoines Informatiques » né en 2009 à l'initiative de la Maison de la Métallurgie et de l'Industrie de Liège, une structure bien connue des chercheurs en histoire et patrimoine industriel. Hébergés par la Fondation Roi Baudouin, ils sont parvenus à créer, en 2013, un « Fonds Informatique Pionnière en Belgique »¹⁶, et trois des quatre collections ont été cédées à la Fondation Roi Baudouin¹⁷. L'objectif du Fonds est de préserver et de mettre en valeur des collections informatiques belges, et de pérenniser ainsi la mémoire des débuts de l'informatique en Belgique. La démarche passe par la collecte d'objets témoins de l'informatique pionnière, de logiciels, de documents, archives et témoignages (matériels, logiciels, documentations, photos, témoignages personnels). Un des objectifs du musée est de sensibiliser et former les jeunes aux métiers de l'informatique.

12. <http://museum.ipsj.or.jp/en/index.html>

13. <http://binaire.bloglemonde.fr/2016/11/18/les-francais-lont-reve-les-wallons-lont-fait/>

14. Mathieu Barrois, *infra*.

15. Celle-ci est donnée par Bernadette Lemaire-Faure.

16. <https://www.patrimoine-frb.be/collection/fonds-informatique-pionniere-en-belgique>

17. Seule Unisys n'a pas été cédée.

VUE INTÉRIEURE DU
COMPUTER MUSEUM NAM-IP
(BELGIQUE)
ComputerMuseumNamip
CC-BY-SA-4.0





PARTIE DE LA MACHINE À CALCULER DE CHARLES BABBAGE, MACHINE DIFFÉRENTIELLE N°1, 1832, LONDRES
Science Museum / Science and Society Picture Library

Le musée présente plusieurs ensembles d'artefacts autour des machines Burroughs du XIX^e siècle avec leur emballage d'époque, permettant d'admirer la perfection de leurs mécanismes d'impression, dans le contexte d'un atelier bancaire, de même qu'un atelier mécanographique des années 1950. Si cette réalisation est exemplaire par la démarche des acteurs en présence et la qualité des collections, sa pérennité reste fragile : le NAM-IP peine non seulement à obtenir des subventions publiques mais aussi la légitime « reconnaissance muséale de catégorie B » nécessaire pour voir ces aides augmenter¹⁸.

LES MUSÉES DE SCIENCES ET TECHNIQUES

L'informatique a très vite été intégrée dans les musées de sciences, soit dans les collections d'objets soit dans ses outils de gestion et de communication. Affectés par ces changements techniques, les musées de sciences ont dû analyser le phénomène et en rendre compte dans leurs présentations permanentes et leurs expositions temporaires. La chronologie de

cette prise en compte et les formes de médiation adoptées restent à étudier avec précision. Outre le cas du musée des Arts et métiers, évoqué dans ce numéro¹⁹, celui du *Science Museum* de Londres est symbolique. Les artefacts informatiques dans ses collections ont été, à l'origine, répertoriés dans les collections d'instruments mathématiques, ce qui reflète leurs racines mathématiques.

Parmi ces objets, il faut retenir la machine de Charles Babbage (1791-1871), donnée par son fils en 1905. Le moteur analytique de Babbage, conçu en 1834, est présenté comme la première description d'une machine pouvant prétendre être un ordinateur numérique polyvalent automatique. Programmable à l'aide de cartes perforées copiées du système Jacquard, il intègre à peu près toutes les fonctionnalités logiques d'un ordinateur numérique moderne. Son ambition était de mécaniser la production des tables astronomiques indispensable à la navigation. En 1878, ce modèle expérimental de mécanismes, en construction au moment de la mort de Babbage, est prêté au *Science Museum* par Henry Prevost, son fils, qui en fait officiellement don en 1905, accompagné des plans et des dessins. Il semble que cette machine ait été exposée dans le musée peu après cette acquisition et elle y était encore dans les années 1960. Dans le champ des objets électroniques, la première acquisition serait l'ordinateur Pilot ACE, conçu par Alan Turing, réalisée en 1956, d'après son numéro d'inventaire, mais la date de son exposition au sein du musée n'est pas précisée.

En 1975, l'ouverture de l'espace « Physique » de la galerie du *Science Museum* a été l'occasion de créer deux nouveaux espaces de taille égale : l'un pour l'informatique, l'autre pour les mathématiques, ce qui est le signe non seulement de l'émergence de l'informatique en tant que science et technologie distinctes mais aussi de son lien avec les mathématiques²⁰. La même année, la première grande exposition du *Science Museum* consacrée spécifiquement à l'informatique a été inaugurée en décembre, avant le développement des ordinateurs personnels. Intitulée « Computing Then and Now »²¹, elle ne présentait aucun ordinateur en état de fonctionnement, à l'exception d'un terminal relié à un ordinateur d'université, qui a cependant cessé de fonctionner après quelques mois.

La dernière rénovation de la section Communication du musée a abouti, en 2014, à l'ouverture d'un nouvel espace intitulé « Information Age »²², d'une surface de 2 500 m², avec un budget de 15,6 M £ (plus de 17 M €). Les principaux sponsors, par ordre d'importance, ont été la Fondation de la Loterie, British Telecom, ARM, Bloomberg Philanthropies, Google et de nombreuses autres fondations dont Motorola et Qualcomm, ou des entreprises du secteur comme Accenture. Lors de

18. NAM-IP Infos, 2019/3

19. Isabelle Astic, « La collection informatique du musée des arts et métiers », *infra*.

20. Swade, Doron, "Two Cultures: Computer Art and the Science Museum", *White Heat Cold Logic: British Computer Art 1960-1980*, Brown Paul, et al (eds), Cambridge, Mass., MIT Press, 2009 p. 203-18.

21. « L'informatique hier et aujourd'hui ».



INDUCTEUR DE RÉGLAGE AÉRIEN DE L'ÉMETTEUR TRÈS BASSE FRÉQUENCE (16 KHZ) INSTALLÉ À LA STATION RADIO RUGBY, CONSTRUCTEUR INCONNU, BRITANNIQUE, 1943-1966
Science Museum / Science and Society Picture Library

son inauguration, le 24 octobre 2014, la Reine Elizabeth II, venue en personne, a envoyé son premier tweet²³ : « It is a pleasure to open the Information Age exhibition today at the @ScienceMuseum and I hope people will enjoy visiting ».

200 ans d'histoire de l'information sont retracés dans le parcours permanent pour saisir sa place dans notre société. Le parti pris est de regarder cette transformation et les évolutions de la transmission de l'information à travers six périodes, réparties en six zones distinctes avec leurs « réseaux » de communication : le câble, le téléphone, la télévision (*Broadcast*), les satellites (*The Constellation*), les réseaux cellulaires (*The Cell*) et le Web. Des parcours avec des objets connectés, en lien avec des applications mobiles, sont disponibles. Comme en 1975, une place significative a été donnée à la création artistique.

Rompant avec une approche muséale où le parcours est imposé, l'exposition se tient dans une très grande pièce rectangulaire avec un « parcours » lisible ovale autour de la pièce qui traverse les 6 périodes ou types de réseau. La vision et le parcours sont complétés par un autre parcours en mezzanine qui, au travers d'un chemin aérien, permet de voir l'exposition sous un autre angle et/ou de découvrir d'autres objets. Le cheminement est historique, avec une approche mondiale. Si la scénographie a fait le choix de dispositifs interactifs sous forme d'écrans et de dispositifs avec lesquels le visiteur peut interagir, les objets, plus de 800, restent très présents, avec succès, comme l'immense émetteur en bois de la station radio de Rugby²⁴. Pour chaque période, la technologie est pré-

sentée et explicitée, et elle est complétée par des usages détaillés et illustrés. L'exemple du sauvetage des rescapés du Titanic grâce à un câble côtoie celui des numéros de téléphone du type « SOS-Amitié ». L'impact de la téléphonie mobile (*The Cell*) est illustré par la présence d'une boutique de distribution-vente et d'un centre de réparation/hacking de téléphone au Cameroun. Enfin, pour le plaisir du toucher des objets, un grand stand au milieu de l'exposition permet d'utiliser de vieux téléphones fixes, les premiers portables - de la taille d'une boîte de chaussures - et un Newton-Message Pad d'Apple en état de marche.

L'informatique dans sa dimension matérielle occupe donc une place importante : l'informatique anglaise, bien sûr, avec les premières machines issues des travaux du Bletchley Park, du *National Physical Laboratory*²⁵ (NPL) pour les réseaux, mais aussi les projets BBC-Community ou la création de la société *Advanced RISC Machine*, plus connue sous le nom de ARM dont les processeurs sont au cœur de la majorité de tous les téléphones mobiles du monde. L'exposition présente une belle vidéo de l'inventeur du Web, Tim Berners Lee, pour expliquer la dernière période de l'exposition : *The Web*.

Globalement, tous les musées de sciences et techniques aujourd'hui ont un espace consacré à l'informatique et aux usages numériques, des plus anciens comme le *Polytechnic Museum* de Moscou (1872) ou le *Deutsches Museum* (1903) aux plus récents comme le Musée des sciences et de la technologie de Shanghai ouvert en 2001, où l'on trouve des espaces dédiés à « L'âge de l'information » et au « Monde des

²² <http://binaire.blog.le-monde.fr/2016/11/03/une-nouvelle-salle-dediee-a-linformatique-au-science-museum-de-londres/>

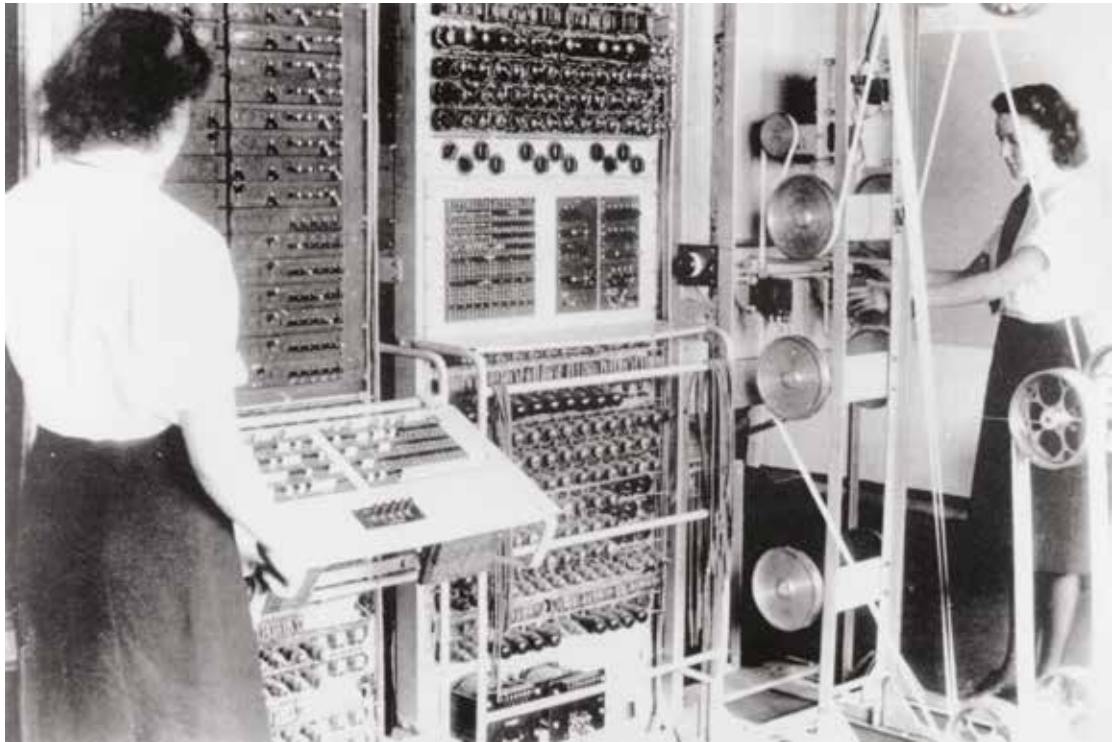
²³ « Tweet » signifie « gazouillis » en anglais. Le « tweet » est un message court de 140 caractères maximum initialement (280 maintenant), posté sur le service *Twitter* de microblogage dont le logo est un oiseau. Le microblogage permet à des internautes de publier des messages courts pour exprimer une opinion ou partager une information en temps réel. L'ensemble de ces messages constitue un flux. L'entreprise états-unienne *Twitter Inc.* a été créée en 2006 à San Francisco et compte 336 millions d'abonnés actifs mensuels en 2018 dans le monde, dont 10,3 millions en France.

²⁴ <http://collection.science-museum.org.uk/objects/co8448331/aerial-tuning-inductor-from-the-rugby-radio-station-1943-1966-radio-transmitter>

²⁵ www.npl.co.uk

COLOSSUS, ICI ACTIVÉ PAR LE CORPS DES WOMEN'S ROYAL NAVAL SERVICE, AVEC DOROTHY DU BOISSON (GAUCHE) ET ELSIE BOOKER (DROITE), EN 1943. LE PANNEAU INCLINÉ À GAUCHE SERT À ENTRER LES CLEFS DE LORENZ, LA SORTIE PAPIER EST À DROITE.

Archives nationales du Royaume-Uni



26. <http://binaireblog.lemonde.fr/2015/01/13/le-imitation-game-et-si-vous-preferiez-loriginal/>

27. Jack Copeland, *Colossus. The Secrets of Bletchley Park's Codebreaking Computers*, Oxford University Press, 2006.

TONY SALE SUPERVISANT LE DÉCRYPTAGE D'UN MESSAGE CHIFFRÉ AVEC LA MACHINE COMPLÈTE, EN 2006. CC BY-SA 3.0 MaltaGC



robots». Ils peuvent être complétés par des initiatives intéressantes comme, au Royaume-Uni, le site de Bletchley Park, devenu célèbre depuis les commémorations liées à la vie d'Alan Turing et le film *Imitation Game*²⁶. Dans ce *National Museum of Computing*, la reconstruction d'un Colossus²⁷ a été initiée par Tony Sale, en 1994 : il s'agit du premier calculateur binaire électronique construit par Thomas Flowers pour « casser » le code des machines à chiffrer Lorenz utilisées par les Allemands pendant la Seconde Guerre mondiale. Aucun des 10 Colossus construits à cette époque n'a été conservé.

LES MUSÉES D'ENTREPRISES

Domaine économique majeur aujourd'hui, le secteur de l'informatique compte un nombre important de très grandes entreprises, aux matériels et marques très connus. Sans donner un aperçu exhaustif de tous les musées d'entreprises dans ce secteur, il est intéressant de constater que, à l'image des grandes marques automobiles, les entreprises y construisent leur image sur des dispositifs muséaux. Second élément frappant, ces entreprises ont développé des espaces autour d'objets de très petites tailles dont la médiation est complexe, tels que les composants électroniques, mais aussi d'artefacts immatériels, les logiciels et les systèmes d'exploitation.

Aux États-Unis, à Santa Clara (Californie), deux structures sont dédiées à l'informatique. La première, créée au début des années 1980 par l'entreprise Intel



VUE INTÉRIEURE DU MUSÉE
INTEL

Oleg Alexandrov CC BY-SA 3.0

fondée 1968, était un musée d'abord réservé à un usage interne. Ouvert au public en 1992, il a été agrandi en 1999, a vu sa taille tripler et a gagné un magasin. Le public peut y découvrir l'univers des semi-conducteurs, les procédés de fabrication des puces électroniques, leurs utilisations et, d'une manière générale, se familiariser avec le monde des ordinateurs. Conçu par l'architecte mexicain Ricardo Legorreta en 1998, *The Tech Interactive* trouve son origine à la fin des années 1978, dans la volonté d'une ligue féminine, la *Junior League of Palo Alto*, de créer un centre d'apprentissage dynamique dédié aux sciences et à la technologie, inspiré par le musée des Sciences et de l'industrie de Chicago. Le projet n'aboutit qu'en 1990, avec l'ouverture du « Garage », nommé ainsi en hommage au Garage de Hewlett Packard, installé dans une maison en centre-ville. Il est ensuite transféré dans ce bâtiment neuf, sous le nom de *The Tech Museum of Innovation*. En 2019, il change une nouvelle fois de nom et devient *The Tech Interactive*, à la faveur d'un partenariat avec *Discovery, Inc.*, un puissant groupe de presse. Il accueille 500 000 visiteurs par an. L'ordinateur et les techniques informatiques sont au centre de toutes les activités proposées, avec le souci de l'expérimentation pour chaque visiteur. Autour de thèmes comme l'espace ou la santé, le visiteur découvre l'histoire des découvertes et les apports des dernières innovations. C'est par exemple le cas des technologies des soins de santé, où il peut tester des dispositifs développés par le milieu médical mais aussi suggérer de nouvelles applications ou améliorations.

Le *Visitor center* de Microsoft, à Redmond, dans l'État de Washington, permet aux visiteurs de découvrir les produits anciens et actuels de l'entreprise, et surtout d'acheter ses produits dans l'espace de vente. Comme Intel, il offre des espaces de formation à destination des publics scolaires et universitaires et de leurs enseignants, aux côtés de l'offre individuelle. Issu de Microsoft également, le *Living computers* a été ouvert en 2006 par Paul G. Allen, l'un des deux fondateurs de l'entreprise, qui avait démarré une collection en 1997, afin de préserver le logiciel fondateur de la famille de systèmes PDP-10 de *Digital Equipment Corporation* (DEC). Il s'agissait uniquement de comptes à distance ouverts au public sur certaines de ces machines via le site Internet PDPPlanet.com. En 2012, le *Living computers Museum* a ouvert physiquement à Seattle, afin que le public puisse venir expérimenter ces machines anciennes. Agrandi en 2016, il est désormais doté, au premier étage, d'un espace dédié à la technologie actuelle, et de trois laboratoires d'apprentissage pratique de l'informatique. Il est maintenant connu sous le nom de *Living Computers : Museum + Labs* (LCM+L)²⁸.

Au Japon, deux entreprises très connues ont également développé des musées : Toshiba²⁹ et Sony. Le *Toshiba Science Museum* est exclusivement centré sur l'histoire de l'entreprise, au regard de l'évolution technique mondiale. En retard sur les États-Unis dans le domaine de l'informatique, l'entreprise avait lancé, en 1979, un logiciel de traitement de texte en japonais appelé le JW-10, suivi de la série Rupo en 1985, mais

²⁸. <https://livingcomputers.org/Join/About.aspx>

²⁹. <https://toshiba-mirai-kagakukan.jp/en>

L'ÉQUIPE DIRIGEANTE DE MICROSOFT EN 1978, DISPOSITIF DANS LE VISITOR CENTER, À REDMOND (USA)
Robin Stevens 2016



30. <http://www.nexoncomputermuseum.org/english/?mcode=0303>

le secteur accumulait les pertes financières. Après un effort intense en R & D, Toshiba sortait en 1985 le premier ordinateur portable au monde, le T1100. Outre cette dimension historique, le musée propose des espaces de sensibilisation des publics aux grandes questions contemporaines, comme le recyclage du papier ou la ville intelligente, dans lesquels, naturellement, une place importante est accordée à ses produits.

Le *Sony Explora Science*, ouvert à Tokyo en 2002, a fermé ses portes en octobre 2019, après avoir reçu 2,3 millions de visiteurs. Centré sur le public d'enfants et d'adolescents, il proposait, par la pratique des jeux vidéo, d'explorer des notions et des technologies comme les pixels, la reconnaissance faciale, les sons ou la lumière.

LE T1100, PREMIER ORDINATEUR PORTABLE AU MONDE
Provided by Toshiba Science Museum



En Corée du Sud, le *Nexon Computer Museum*³⁰, ouvert en 2013 sur l'île de Jeju, concentre son propos sur les ordinateurs et les jeux vidéo. L'entreprise a notamment développé en 1996 le premier jeu en ligne, *The Kingdom of Winds*, symbole du début de l'industrie coréenne du jeu en ligne, dont les participants pouvaient se trouver partout dans le monde. Il est aujourd'hui le plus vieux jeu en ligne massivement multijoueur (MMO en anglais) encore utilisé. Son site internet met en avant la présence dans ses collections d'un des rares Apple I en état de marche, acheté chez Sotheby's en 2012 pour 374 500 dollars ! Il conserve près de 7 000 objets dont des logiciels. Le musée affiche une volonté de démarche scientifique pour rassembler, préserver, et exposer les artefacts numériques historiques, en collaboration avec les chercheurs. Un étage est consacré aux programmes éducatifs et au logiciel libre. Le *Nexon Computer Museum* travaille en réseau avec d'autres musées consacrés au jeu comme celui de Berlin ou de New York et bénéficie du soutien de sociétés d'édition de jeux vidéo.

Ce panorama des musées et collections informatiques souligne donc à la fois la précocité comme la diversité des réalisations, et l'intérêt porté à la formation du public aux enjeux de l'informatique et du numérique, par certaines structures.

Pour les musées des sciences généralistes, l'informatique s'inscrit dans la continuité des collections mathématiques et l'on ne note pas de rupture dans la gestion des collections. Le directeur du musée des Arts et métiers, Maurice Daumas, est même à l'avant-



ORDINATEUR PERSONNEL,
MODEL APPLE I, CONÇU
PAR RON WAYNE, STEVE
JOBS ET STEVE WOZNIAK,
ET FABRIQUÉ PAR APPLE
INC DE 1976 À 1979.
SCIENCE MUSEUM GROUP
COLLECTION

Science Museum / Science and
Society Picture Library

poste des changements techniques dès les années 1960, en lien avec les professeurs du CNAM. Comme au *Science Museum* de Londres, l'informatique est introduite dans les expositions permanentes avant l'arrivée des micro-ordinateurs et leur entrée massive dans la vie quotidienne. Notons au passage qu'en 1975, les deux musées ont des espaces dédiés au matériel informatique, la même année où Bell consacre, en interne, une exposition à cette thématique, comme le *Science Museum* avec celle intitulée « L'informatique hier et aujourd'hui ».

Les musées d'entreprises évoqués ici se caractérisent par des espaces où l'histoire des techniques, et surtout les leurs, est au cœur du propos, mais où la place des « lab » est très importante. Inspirés des espaces pédagogiques, ces « laboratoires » ambitionnent de familiariser les visiteurs avec les techniques et produits proposés par l'entreprise, voire d'assurer une formation conséquente selon les besoins des enseignants visés. Si la démarche relève de la culture scientifique, elle n'est pas sans soulever quelques problèmes éthiques. Enfin, nous n'avons pas abordé ici les nombreux musées personnels, autour de certaines marques d'ordinateurs, qui foisonnent localement. Notre recherche d'un éventuel musée de la célèbre firme à la pomme s'est soldée par la découverte d'une multitude de lieux, sauf un « vrai » musée officiel. Le choix d'Apple ne laisse pas d'étonner. Enfin,

nous n'avons pas non plus pris en compte les nombreux sites Internet qui recensent patiemment, photos à l'appui, un nombre infini de matériels informatiques, et dont certains se présentent comme des musées : leurs propriétaires, manifestement, ont entrepris leur collection, et ils sont très très nombreux...



L'IMAC G3 BLEU BONDI
(1998-2003) COMBINE DANS
UN SEUL ET MÊME BOÎTIER,
UN ÉCRAN 15 POUCES ET
UNE UNITÉ CENTRALE.
SCIENCE MUSEUM GROUP
COLLECTION

Science Museum / Science and
Society Picture Library



QUE DEVONS-NOUS COLLECTER POUR PRÉSERVER L'HISTOIRE DU LOGICIEL ?

VUE INTÉRIEURE DU
COMPUTER HISTORY
MUSEUM
Computer history museum

Len SHUSTEK

Directeur du Computer
History Museum

Traduction de Jean-
François ABRAMATIC

Les historiens ont reconnu depuis longtemps qu'il est nécessaire de collecter, de préserver et d'interpréter l'histoire du logiciel pour comprendre l'histoire de l'informatique. Se limiter à l'étude du matériel est insuffisant. Cependant, ce que cette reconnaissance veut dire exactement est moins clair. Je soutiens que, à moins de collecter, conserver et interpréter le code source du logiciel (en plus des artefacts associés), nous perdons le contenu intellectuel du logiciel. Mettre en avant les éléments collatéraux met l'accent sur l'histoire des produits mais minimise le développement des résultats scientifiques et des techniques qui les sous-tendent.

* Ce texte est traduit de : Len Shustek, « What Should We Collect to Preserve the History of Software? », *IEEE Annals of the History of Computing*, oct-déc. 2006, vol. 28 Issue: 4, p. 111-112. DOI: 10.1109/MAHC.2006.78



LA RÉVOLUTION DES
CARTES PERFORÉES,
EXPOSITION PERMANENTE
Computer history museum

PRÉSERVER LE CONTENU INTELLECTUEL

Les musées et les archives sont les dépositaires des réalisations de notre civilisation. Pourquoi collectionnent-ils et conservent-ils des objets matériels ? Les deux objectifs principaux sont l'exposition et l'étude, mais tous les objets ne servent pas les deux objectifs.

Lorsque je fais visiter le Computer History Museum, le « gros matériel » est l'appât visuel qui accroche le public. Il évoque une époque archaïque et donne l'occasion de raconter les histoires importantes. Mais les secrets que les chercheurs peuvent extraire de ces objets par une étude attentive sont rares et difficiles à trouver. Ce sont les 15 millions de pages de documents archivés dans nos locaux mais invisibles pour les visiteurs - les manuels, les schémas logiques, les photographies, les business plans, les documents marketing, les archives d'entreprise et les dossiers clients - qui constituent le contenu intellectuel de la collection nécessaire à toute étude scientifique.

De même pour les logiciels, les boîtes et les supports sont des objets d'affichage iconiques et permettent de transmettre des informations contextuelles utiles, mais ils ne révèlent que la surface des choses. Préserver la boîte sans préserver les bits à l'intérieur est comme conserver la jaquette du livre et jeter le livre. Ce faisant, nous prenons le risque de mettre en avant le contenant aux dépens du contenu.

En outre, préserver les cartes, bandes, disques et CD-ROM n'est pas préserver les logiciels. Le problème est en partie sémantique puisque le logiciel peut faire référence à la fois au médium et aux bits à l'intérieur. Évidemment, les médias doivent être préservés, ainsi que l'emballage et la documentation ; ils fournissent

un contexte utile ainsi que des indices sur la signification et l'utilisation des objets rangés à l'intérieur, mais les bits constituent la réelle valeur. Qu'est-ce qui forme l'essence d'un livre ? Le papier et l'encre ? Est-ce que ce ne serait pas plutôt les mots ?

La programmation informatique¹ est plus que le développement de produits commerciaux. Elle transforme un matériel informatique inerte en un amplificateur du cerveau humain. Bien sûr, nous nous devons de préserver l'histoire des produits, mais il faut aussi préserver l'histoire des travaux intellectuels qui ont permis la création des bits qui animent la machine.

Pour assurer cette préservation, quels bits devons-nous conserver ? Le programme exécutable sous forme de code objet ? Ou le code source écrit par le programmeur ? Les deux sont précieux, mais la valeur la plus importante est dans le code source. Seul le code source permet d'atteindre la pensée du concepteur et nos révèle l'utilisation prévue, quels cas exceptionnels étaient traités, où l'efficacité était jugée importante, quelles erreurs de conception et de mise en œuvre ont été commises et quelles abstractions créées et utilisées. Peu de cela apparaîtrait même si nous « décompilions » le code objet. Toutes ces questions sont rarement documentées autrement. Comme Mike Mahoney le déplore en rappelant les aspects immatériels du travail des développeurs de logiciel, « seule une petite partie de leurs travaux de conception est enregistrée sous forme écrite »².

Le logiciel est une forme de littérature, écrite par des humains pour être lue à la fois par des humains et par des machines. Donald Knuth qualifie d'art ce processus de création³ et écrit : « Le but principal de mon travail en tant qu'enseignant ou auteur est d'aider les gens à apprendre comment écrire de beaux pro-

1. Le mot « codage » est souvent utilisé dans le grand public.

2. M.S. Mahoney, « Issues in the History of Computing », *Proc. ACM/SIGPLAN 2nd History of Programming Languages Conf.*, ACM Press, 1993, p. 772-781.

3. D.E. Knuth, « Computer Programming as an Art », *Comm. ACM*, vol. 17, n°12, 1974, p. 667-673.



« FABRIQUER DES LOGICIELS, CHANGER LE MONDE », EXPOSITION PERMANENTE DU CHM
Computer history museum

4. A.P. Ershov, « Aesthetics and Human Factor in Programming », *Comm. ACM*, vol. 15, n° 7, 1972, p. 501-505.

5. P. Moltzberger, « Aesthetics and Programming », *Proc. ACM Conf. Human Factors in Computing Systems*, ACM Press, 1982, p. 247-250.

6. D. Swade, « The Construction of Charles Babbage's Difference Engine N° 2 », *IEEE Annals of the History of Computing, special issue on historical reconstructions*, vol. 27, n° 3, 2005, p. 70-88.

7. Dag Spicer et Henry Lowood ont introduit la terminologie « grenier » et « salon » dans l'appel à participation du *Séminaire sur la collecte du logiciel historique* qui s'est tenu au Computer History Museum le 5 mai 2006.

« FABRIQUER DES LOGICIELS, CHANGER LE MONDE », EXPOSITION PERMANENTE DU CHM
Doug Fairbairn



grammes ». Que ces programmes soient traduits en forme binaire pour être exécutés par un ordinateur ne diminue pas les valeurs que l'ordinateur ne voit jamais : la structure littéraire et logique, le commentaire, l'histoire de son évolution contenue dans le système de gestion de versions, la découverte des erreurs et leurs corrections, le travail collaboratif, l'ingéniosité, les difficultés, la fierté de l'artisan, son angoisse devant la création et son humour. Comme Andrei Ershov l'a déclaré : « Être un bon programmeur aujourd'hui est un privilège au même titre que d'avoir été un homme de lettres au XVI^e siècle »⁴. Créer un programme élégant et correct, c'est comme découvrir une preuve élégante d'un théorème mathématique⁵.

Si nous ne parvenons pas à sauver ces écrits, nous privons nos descendants de leur héritage. C'est au grand bénéfice de notre civilisation que le monument mégalithique de Stonehenge a été préservé, mais une grande partie de sa raison d'être et de sa construction

reste un mystère. C'est le code objet pour lequel nous n'avons pas de code source : il n'y a pas de description du pourquoi et du comment il a été créé.

Au contraire, les plans du *difference engine* n°2 de Charles Babbage, qui n'a jamais été construit durant sa vie, ont été préservés. Parce qu'ils existaient, 140 ans plus tard, il a été possible de les interpréter et de construire la machine pour la première fois⁶. Nous avons compilé le code source de Babbage et compris, par ce processus, son véritable génie.

LE CHEMIN DE LA PRÉSERVATION

Mon argument en faveur de la préservation du code source des logiciels ne dénie pas la valeur de collecter des objets collatéraux. Au Computer History Museum, notre recommandation sur les éléments à collecter pour un logiciel important inclut le code source, le code objet, les versions packagées du programme, la documentation, les supports marketing, les supports de distribution, les éléments de merchandising tels que les tasses à café ou les t-shirts, les articles et les interviews qui témoignent de l'expérience des utilisateurs et de celle des développeurs ainsi que l'histoire commerciale. C'est à partir de cette riche collection que les historiens peuvent créer la meilleure analyse interprétative.

Il est impossible d'espérer qu'un ensemble aussi complet puisse être assemblé pour de nombreux programmes, de sorte que le musée adopte une approche à deux volets. Nous essayons d'être aussi complet et analytique que possible pour un nombre modeste de logiciels que nous exposons dans notre « salon »⁷, où les objets soigneusement organisés et documentés en profondeur sont conservés en suivant les meilleures normes muséologiques et archivistiques. En même temps, nous remplissons notre « grenier »⁸ d'une col-





VUE D'UN LABORATOIRE D'APPRENTISSAGE DE LA PROGRAMMATION, CHM
Ehtan Kaplan

lection plus large mais moins soigneusement contrôlée, assemblée en grande partie grâce à la participation de la communauté. Celle-ci a vocation à être un dépôt énorme, non limité au code et aux manuels mais probablement dominé par eux. Les chercheurs peuvent l'utiliser pour leurs analyses historiques, mais il sert également de réservoir archéologique à partir duquel les objets peuvent être extraits et promus au « salon », à tout moment.

TAMISER LA MATIÈRE PREMIÈRE

Nous pouvons apprendre beaucoup en étudiant le vaste ensemble de logiciels qui couvre les cinq premières décennies de l'informatique. Il n'y aura jamais d'autre moment où les logiciels sont embryonnaires et doivent être inventés ; nous sommes passés de la peinture rupestre à l'impressionnisme en l'espace d'une génération. Ce serait une tragédie de perdre la trace de la façon dont cela s'est passé.

Lorsque le dépôt grandit pour contenir des dizaines de milliers de programmes couvrant des décennies, des entreprises et des types d'application, nous pouvons l'analyser quantitativement et qualitativement pour connaître l'évolution des techniques et des idées utilisées pour le développement de logiciels. C'est la matière première pour l'étude de l'histoire mondiale de l'industrie du logiciel⁹. Par ailleurs, comme l'art antérieur pour les brevets logiciels est trop souvent ignoré, une telle base de données peut devenir une ressource pour la communauté juridique afin de découvrir et documenter les premiers usages de telle ou telle technique de programmation. En fin

de compte, cependant, il est impossible d'anticiper toutes les utilisations d'une telle archive ; « L'utilité historique des artefacts originaux est qu'ils sont disponibles pour toute sollicitation afin de faire la lumière dans le cadre d'une enquête non planifiée »¹⁰. Tout cela est possible simplement en inspectant le code source. Un exercice totalement différent, et largement abordé par d'autres auteurs¹¹, consiste à exécuter du code compilé sur d'anciens ordinateurs restaurés, reconstruits ou simulés. Les arguments sur la difficulté de cet exercice sont valides mais néanmoins, il y a des centaines d'exemples de logiciels obsolètes, revigorés avec amour par des praticiens passionnés et compétents. Cette tâche n'est pas pour tout le monde ; nombreux sont ceux qui préféreraient s'attaquer à « la lecture d'une tablette d'argile babylonienne plutôt que d'essayer de décoder un *core dump* des années 1960 »¹². Mais il y a encore des Champollion de l'ère numérique qui étudieront, comprendront et sauront traduire les premiers logiciels si nous conservons pour eux les glyphes dont ils ont besoin pour faire leur travail.

Ma discussion a entièrement laissé de côté la question sur la façon de conserver ces bits à perpétuité une fois qu'ils ont été extraits de leurs supports obsolètes et documentés. Conserver les logiciels historiques, une fois collectés, est un cas particulier du problème général et plus important de la préservation de tout enregistrement numérique issu de la civilisation de ce premier siècle de l'ère numérique. Si nous échouons, nous serons considérés dans le futur comme ayant été responsables du premier *Dark Age* numérique, et l'histoire ne nous traitera pas gentiment.

8. Le séminaire international sur la fouille de dépôts de logiciels (<http://msrwaterloo.ca>) qui a eu lieu en 2004, 2005 et 2006 a rendu compte des techniques et des résultats en matière d'étude de dépôts contemporains ; des idées similaires pourraient être utilisées pour les logiciels historiques.

9. « Le bureau des brevets a été soumis à une pression croissante durant les dernières années de la part de critiques qui soutiennent qu'il accorde des brevets logiciels sans faire les investigations nécessaires pour trouver d'éventuelles inventions antérieures ». J. Markoff, « U.S. Office Joins an Effort to Improve Software Patents », *New York Times*, 10 janv. 2006.

10. D. Swade, « Virtual Objects: The End of the Real? », *Interdisciplinary Science Reviews*, vol. 28, n° 4, 2003, p. 274.

11. D. Swade, « Collecting Software : Preserving Information in an Object-Centred Culture », *History of Computing : Software Issues*, Springer, 2002, p. 232-235. *IEEE Annals of the History of Computing special issue on historical reconstructions*, vol. 27, n° 3, 2005 ; <http://opac.ieee-computersociety.org/opacyear=2005&volum7&issue=3&acronym=annals>.

12. M. Campbell-Kelly, « Software Preservation : Accumulation and Simulation », *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 24, n°1, 2002, p. 95-96.



LE CODE SOURCE DES LOGICIELS

UN PATRIMOINE IMMATÉRIEL

QU'IL EST ESSENTIEL DE PRÉSERVER !

LIGNE DE CODES HTML,
2015
James Osborne - Pixabay
Licence

Apparu dans les années 1950¹, le logiciel est aujourd'hui présent partout autour de nous : il est le moteur de notre industrie, le carburant de l'innovation, l'instrument essentiel que nous utilisons pour communiquer, nous entretenir, réaliser tous types de transactions et opérations, nous organiser en société et former nos opinions politiques. Mais ce n'est que la partie émergée de l'iceberg : le logiciel contrôle le système embarqué dans nos moyens de transport ou de communication, les échanges commerciaux et financiers. Il est au cœur des équipements et des dispositifs médicaux ; il assure le bon fonctionnement des réseaux de transport et de communication, des banques et des établissements financiers. Le logiciel est crucial dans le fonctionnement des organisations économiques, sociales et politiques, qu'elles soient publiques ou privées, que ce soit sur des terminaux mobiles ou sur le « cloud »². Il est aussi le médiateur indispensable qui permet d'accéder à toute l'information numérique, et le pilier de la science moderne³. En un mot, on peut dire que le logiciel est en train de devenir la *composante principale* de notre patrimoine scientifique, technique et industriel.

Roberto DI COSMO
Software Heritage
Inria et IRIF,
Université de Paris
www.dicosmo.org

Pour accéder à la vraie connaissance qui est contenue dans les logiciels, il ne suffit pas de disposer des programmes exécutables, qui sont prévus pour une exécution sur un ordinateur, et peuvent être incompréhensibles pour un être humain. La vraie connaissance est contenue dans le « code source »⁴ des logiciels, qui selon la définition utilisée dans la licence GPL, est « la forme préférée pour un développeur pour apporter une modification au programme »⁵.

Pour mieux comprendre cela, prenons le cas d'un programme tout simple, qui ne fait rien d'autre qu'afficher le message « Hello World » sur un écran quand il est lancé. Un simple utilisateur du logiciel voit simplement le message s'afficher :

Hello World

Or, imaginons que l'on souhaite modifier le programme pour que le message affiché soit différent, par exemple « Bonjour le monde » à la place de « Hello World ». Pour ce faire, on a essentiellement deux possibilités.

La première est de modifier le programme exécutable, dont un extrait est montré dans la figure suivante :

Executable (extrait)

```
4004e6: 55
4004e7: 48 89 e5
4004ea: bf 84 05 40 00
4004ef: b8 00 00 00 00
4004f4: e8 c7 fe ff ff
4004f9: 90
4004fa: 5d
4004fb: c3
```

Il suffit d'un regard et on comprend tout de suite que ce ne sera pas une tâche facile : cette forme du logiciel est faite pour l'exécution sur une machine, et non pas pour qu'un être humain puisse la lire et la comprendre, et encore moins la modifier.

La deuxième option est de trouver la forme sous laquelle le développeur originaire a écrit le programme, qu'on appelle justement le « code source » du logiciel. Dans le cas de notre exemple très simple, cela ne fait que quelques lignes, que l'on voit dans la figure suivante :

Code source

```
/* Hello World program */
#include<stdio.h>

void main()
{
    printf("Hello World");
}
```

Dans ce code source, il est très facile de comprendre ce qu'il faut changer pour modifier le message affiché, même pour une personne qui n'a jamais écrit un programme !

Le code source est ainsi une forme de connaissance vraiment spéciale, qui est à la fois faite pour être *comprise par un être humain*, le développeur, et qui peut être mécaniquement traduite dans une forme pour être *exécutée* directement sur une machine.

La terminologie même utilisée par la communauté informatique souligne cet aspect de création humaine : on utilise des « langages de programmation » pour « écrire » des logiciels. Comme Harold Habelson l'écrivait déjà en 1985, « les programmes doivent être écrits d'abord pour que d'autres êtres humains puissent les lire »⁶.

Et dans le code source, les développeurs peuvent effectivement laisser un grand nombre d'annotations, appelées des « commentaires », qui n'ont aucune utilité pour la machine, et ne se retrouvent plus dans les exécutables. Ces commentaires sont des messages envoyés aux futurs développeurs pour les aider à mieux comprendre le programme, et comment le modifier, ou pas.

Un exemple que j'aime particulièrement est le code source du système de guidage de l'Apollo 11, qui était écrit dans un langage de programmation très proche de la machine, et avait donc besoin d'un grand nombre de commentaires pour pouvoir être compris. Dans l'image suivante, on voit un extrait de la routine principale d'allumage du réacteur, tel qu'elle se retrouve sauvegardée dans l'archive de Software Heritage.

La partie mise en évidence est particulièrement jolie : les concepteurs du programme font preuve de créativité pour dire aux autres développeurs que cette partie du code ne doit être modifiée que par ceux qui savent vraiment ce qu'ils font !

CODE SOURCE COMPLET DU PROGRAMME « HELLO WORLD »

1. Martin Campbell-Kelly, *Une histoire de l'industrie du logiciel*, Paris, Vuibert Informatique, 2003.
2. Serge Abiteboul et Gilles Dowek, *Le temps des algorithmes*, Paris, Éditions Le Pommier, 2017.
3. Il n'y a pas un domaine scientifique qui n'a pas besoin de logiciels, Richard Van Noorden, Brendan Maher, and Regina Nuzzo, « The top 100 papers », *Nature*, p.550-553, October 4, 2014.
4. Le code source est une suite d'instructions logiques écrites dans un langage de programmation.
5. GNU91. Gnu general public license, version 2, 1991. Retrieved September 2015.
6. « Preface to the First Edition », in H. Abelson, G. J. Sussman, and J. Sussman, *The Structure and Interpretation of Computer Programs*, MIT Press, 2d ed. 1996, p. xxiii, traduction de l'auteur.

(COURT) EXTRAIT DU PROGRAMME « HELLO WORLD » EXÉCUTABLE



ROUTINE PRINCIPALE D'ALLUMAGE D'APOLLO 11. ON REMARQUE LE COMMENTAIRE EN LATIN « NOLI SE TANGERE » (NE PAS TOUCHER) AU TOUT DÉBUT DES TABLES UTILISÉES PAR LA ROUTINE D'ALLUMAGE DES RÉACTEURS.

Source : <https://archive.softwareheritage.org/swh1:cnt:41ddb2318f92d7218099a5e7a990cf58fd07fa:lines=64-72:origin=https://github.com/chrisgarry/Apollo-11/>

7. L. J. Shustek, « What should we collect to preserve the history of software? », *IEEE Annals of the History of Computing*, 28/4, 2006, p.110-112.

8. [Knu84] D. E. Knuth, « Literate programming », *Comput. J.*, 27/2, 1984, p.97-111.

9. Un logiciel est libre lorsqu'il est accessible gratuitement et qu'il est possible de l'exécuter, d'étudier son fonctionnement, de l'améliorer (grâce à la transparence de son code), d'en redistribuer des copies et de publier les améliorations et tout cela sans restrictions.

10. En informatique, une forge, ou plate-forme d'hébergement de projets logiciels, désigne un environnement Web constitué d'un ensemble d'outils du travail coopératif et du génie logiciel pour le développement collaboratif et distribué de logiciels.

11. CPAN est une archive fondamentale pour tout utilisateur du langage Perl, qui réunit énormément de documentation à son sujet et des modules (pm) librement utilisables.

12. CTAN est un réseau de serveurs FTP stockant de la façon la plus exhaustive possible des programmes, des macros, des polices et de la documentation pour TeX.

```
53 # THE MASTER IGNITION ROUTINE IS DESIGNED FOR USE BY THE FOLLOWING LEM PROGRAMS: P12, P46, P42, P61, P63.
54 # IT PERFORMS ALL FUNCTIONS IMMEDIATELY ASSOCIATED WITH APS OR DPS IGNITION: IN PARTICULAR, EVERYTHING LYING
55 # BETWEEN THE PRE-IGNITION TIME CHECK -- ARE WE WITHIN 45 SECONDS OF TIG? -- AND TIG + 26 SECONDS, WHEN DPS
56 # PROGRAMS THROTTLE UP.
57 #
58 # VARIATIONS AMONG PROGRAMS ARE ACCOMMODATED BY MEANS OF TABLES CONTAINING CONSTANTS (FOR AVEGEXIT, FOR
59 # WAITLIST, FOR PINBALL) AND TCF INSTRUCTIONS. USERS PLACE THE ADRES OF THE HEAD OF THE APPROPRIATE TABLE
60 # (OF P61TABLE FOR P61LM, FOR EXAMPLE) IN ERASABLE REGISTER 'WHICH' (E4). THE IGNITION ROUTINE THEN INDEXES BY
61 # WHICH TO OBTAIN OR EXECUTE THE PROPER TABLE ENTRY. THE IGNITION ROUTINE IS INITIATED BY A TCF BURNBABY,
62 # THROUGH BANKJUMP IF NECESSARY. THERE IS NO RETURN.
63 #
64 # THE MASTER IGNITION ROUTINE WAS CONCEIVED AND EXECUTED, AND (NOTA BENE) IS MAINTAINED BY ADLER AND EYLES.
65 #
66 # HONI SOIT QUI MAL Y PENSE
67 #
68 # .....
69 # TABLES FOR THE IGNITION ROUTINE
70 # .....
71 #
72 # NOLI SE TANGERE
73
74 P12TABLE VN 0674 # (0)
75 TCF ULLGN0T # (1)
76 TCF COMFAIL3 # (2)
77 TCF GOCUTOFF # (3)
```

Le code source des logiciels est un objet numérique très spécial : il est souvent vivant, modifié régulièrement pour être adapté à de nouveaux besoins, et, pour comprendre son évolution, l'accès à son historique de développement est essentiel.

On est donc bien face, quand on parle du code source des logiciels, à une trace très importante de l'évolution technique, scientifique et industrielle des dernières décennies.

Il s'agit d'un patrimoine de grande valeur, et pourtant, malgré des analyses relativement anciennes et très pertinentes de l'importance du code source, comme celle faite par Len Shustek dans son très bel article de 2006⁷, dont la traduction française apparaît pour la première fois dans cette même revue, ou par Donald Knuth⁸, jusqu'ici presque aucune attention n'a été portée à sa préservation.

Or, s'il y a des nombreuses initiatives pour préserver des documents numériques comme les images, les vidéos, la musique, des textes, des pages web, et même des binaires exécutables, le code source était jusqu'à maintenant le grand oublié.

Aujourd'hui, il est important et urgent d'agir, pour plusieurs raisons, dont voici les plus immédiatement visibles.

LA DIASPORA LOGICIELLE

Grâce à l'essor spectaculaire du logiciel libre⁹, des millions de projets logiciels sont construits en utilisant des plateformes de développement, comme GitHub, GitLab.com, Bitbucket, l'ancien Sourceforge et bien d'autres, sans compter les innombrables forges¹⁰ disponibles un peu partout sur la planète. En outre, pen-

dant la vie d'un logiciel, les développeurs ont souvent tendance à changer de plateforme de développement, en passant de l'une à l'autre selon la mode du moment ou l'évolution des besoins et des habitudes des contributeurs.

Pour la distribution des logiciels, opérations distinctes de leur développement, la situation n'est pas plus simple : certains développeurs utilisent la plateforme de développement pour la distribution (la plupart des forges permettent de faire ça). D'autres communautés ont leurs archives dédiées, comme Comprehensive Perl Archive Network¹¹, Comprehensive TeX Archive Network¹², Comprehensive R Archive Network¹³, etc. Enfin, différents systèmes de paquets ont aussi leurs propres copies d'un code source qui a été récupéré ailleurs.

Il manque clairement un point d'entrée unique où l'on puisse retrouver et suivre l'évolution du développement du code source de tous les logiciels publiquement disponibles, et qui retrace toutes les plateformes de distribution.

LE CODE SOURCE EST FRAGILE

L'information numérique est fragile, c'est un fait connu : erreur humaine, pannes matérielles, incendies, piratages, peuvent facilement détruire des données précieuses, et cela s'applique tout aussi bien au code source. C'est bien pour cela que l'on se doit d'effectuer des sauvegardes régulières. Pour qui développe du logiciel libre, en utilisant une des plateformes de développement gratuites, privées ou institutionnelles, ce problème paraissait lointain : la responsabilité de la préservation revenait aux plateformes, pas aux auteurs des logiciels.



Or, courant 2015, deux plateformes de développement de logiciel libre très connues, Gitorious¹⁴ et Google Code¹⁵, ont annoncé, pour différentes raisons, qu'elles allaient fermer leurs portes. Plus d'un million et demi de projets ont dû trouver un nouvel hébergement depuis, et cela dans un temps extrêmement court pour ce qui concerne Gitorious. Ces événements ont fait comprendre à la communauté des informaticiens et des développeurs que la mission de préservation ne pouvait pas être déléguée à des entités qui n'en font pas leur mission première. Il manquait une archive pour assumer cette mission, et garantir que si le code source d'un logiciel n'est plus disponible sur une plateforme de développement, ou si la plateforme elle-même disparaît, on puisse quand même le retrouver dans l'archive.

UN GRAND INSTRUMENT DE RECHERCHE SUR LE CODE SOURCE DES LOGICIELS

La sûreté et la qualité logicielles sont cruciales dans de nombreux secteurs industriels comme l'aérospatiale, la médecine, l'énergie, le transport, la sécurité, qui sont au cœur de notre société. Actuellement, les logiciels industriels sont développés en assemblant de nombreux composants, dont il est impératif d'assurer la traçabilité et la qualité.

Mais on manque cruellement d'un grand instrument de recherche qui permette d'analyser l'ensemble du corpus du code source disponible, avec son historique de développement : pour cela il faut que l'ensemble de l'information soit disponible dans une forme homogène, pour pouvoir appliquer des techniques diverses sur l'ensemble du corpus, indépendamment de l'origine de chaque source.

SOFTWARE HERITAGE : UNE ARCHIVE UNIVERSELLE DU CODE SOURCE

Software Heritage a été lancé pour répondre à ces trois défis majeurs, avec le soutien initial fort et total de l'Institut national de recherche en informatique et

en automatique (Inria)¹⁶. Ses missions sont très précisément de *récolter, organiser, préserver et rendre facilement accessible* l'ensemble du code source disponible publiquement sur la planète, indépendamment d'où et comment il a été développé ou distribué. Le but est de construire une infrastructure commune, qui permettra une multiplicité d'applications : bien sûr, préserver sur le long terme le code source contre les risques de destruction, mais aussi permettre des études à grande échelle sur le code et les processus de développement actuels, afin de les améliorer et préparer ainsi un futur meilleur.

UNE TÂCHE COMPLEXE

Il s'agit d'une tâche bien plus complexe qu'elle n'y paraît : il suffit de passer en revue les défis à relever juste pour la phase de récolte des codes sources (et il y en a bien d'autres pour les autres phases). Archiver les codes exige de recenser les endroits où le code source se trouve, depuis les plateformes de développement très connues jusqu'à des archives posées sur des obscures pages web. Il n'y a pas de catalogue universel, il est à construire. Il est donc nécessaire d'appréhender les protocoles propres à chaque plateforme de développement, afin de lister leurs contenus, et maintenir à jour l'archive en suivant l'évolution dans les codes sources qui y sont hébergés. Il n'y a pas de standard, la conception d'un protocole minimal est prévue dans le futur par les porteurs du projet.

L'archivage repose sur la lecture de l'historique de développement qui se retrouve dans une grande variété de systèmes de contrôle de version : git, mercurial, subversion, darcs, bazaar, cvs, ce ne sont que quelques exemples des outils à étudier afin d'importer l'historique dans le modèle de données de Software Heritage. Cette mission d'universalité oblige à les regarder tous : il n'est pas question d'en imposer un comme peuvent le faire certaines plateformes de développement. Et il n'y a pas de standard pour les structures des systèmes de contrôle de version : la construction d'un modèle de donnée capable de les capturer toutes est indispensable.

NOMBRE DE PROJETS, FICHIERS SOURCES, ET VERSIONS ARCHIVÉES DANS SOFTWARE HERITAGE AU MOIS D'AVRIL 2019
<https://www.softwareheritage.org/archive>

13. CRAN : ce site réunit les contributions relatives au langage R, c'est-à-dire au langage et à l'environnement destiné à faire de l'informatique statistique et des graphiques, développé par le GNU. GNU (GNU is not Unix) est le nom d'un projet de développement de logiciels libres mené en 1984 par la Free Software Foundation.

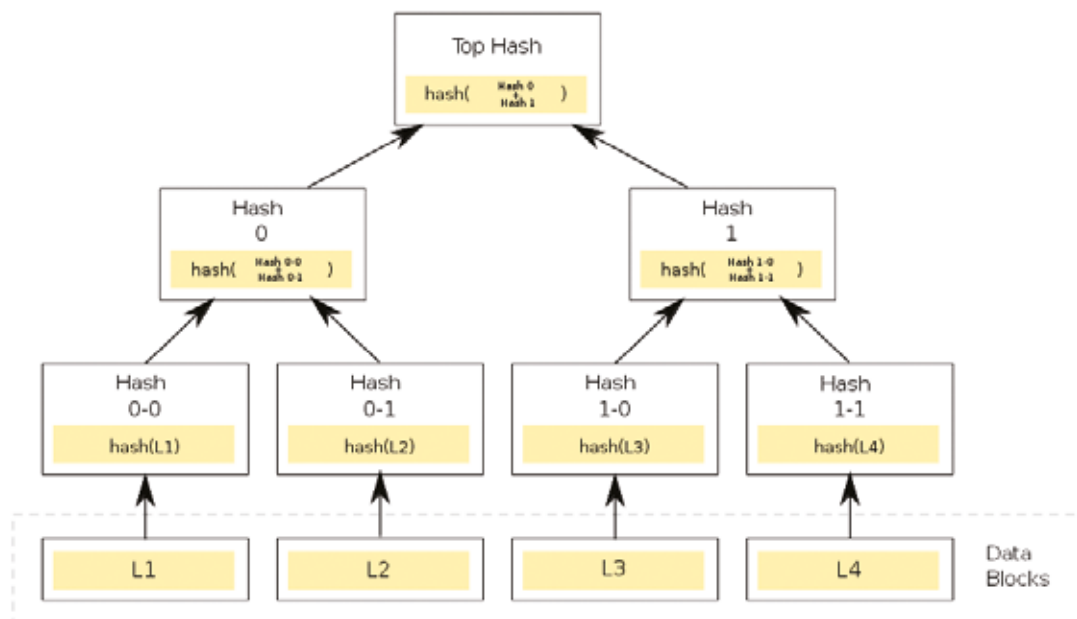
14. Gitorious était une forge logicielle libre et un service communautaire basé sur git. D'abord racheté en août 2013 par Powow AS (une société norvégienne et polonaise), il a ensuite été racheté par Gitlab le 3 mars 2015, lequel continue à proposer le code source de la forge sous licence libre sur son propre site, mais a fermé le site de Gitorious.

15. Lancé en 2006, Google Code était destiné aux développeurs qui y partageaient leurs projets « open source ». La plateforme a fermé le 26 janvier 2016. http://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/03/13/google-code-ferme-ses-portes-au-profit-de-git-thub_4592887_4408996.html

16. Créé en 1967, Inria est un établissement public à caractère scientifique et technologique spécialisé en mathématiques et informatique, placé sous la double tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et du ministère de l'Économie et des Finances.

EXEMPLE D'ARBRE DE MERKEL

Azaghah - Own work, CCO
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18157888>



Enfin, d'un point de vue stratégique, il faut bien sûr une légitimité institutionnelle, mais aussi une véritable capacité d'ouverture pour fédérer un consensus large. L'accord-cadre signé entre Inria et UNESCO, le 3 avril 2017, est dans ce sens à la fois une reconnaissance de l'importance de la mission, et une grande opportunité pour établir des collaborations au niveau mondial pour l'accomplir.

QUELQUES PRINCIPES

La mission de Software Heritage est complexe, et comporte un engagement sur le long terme. Des principes fondateurs ont été élaborés, pour donner les plus grandes chances de succès avec des bases solides.

• Logiciel libre et transparence

Pour préserver de l'information à long terme, le fonctionnement de tous les outils mis en œuvre doit être connu : Software Heritage a donc fait le choix de n'utiliser que des composants en logiciel libre, et de publier l'ensemble de son propre code source comme logiciel libre, en toute transparence.

• Réplication à tous les niveaux

On l'a vu en analysant les raisons de la fragilité de l'information numérique, il y a pléthore de menaces, allant des défaillances techniques, à la malveillance, à des simples décisions économiques, voire juridiques. Il ne sera pas possible d'éviter toutes ces menaces, et il y aura des erreurs et des imprévus. Donc, au lieu de prétendre construire un système sans erreur, les porteurs de Software Heritage ont choisi de

travailler à mettre en place un système qui tolère les erreurs. Pour cela, ils cherchent à construire une infrastructure répliquée et diversifiée à tous les niveaux : un réseau de miroirs, possiblement avec une variété de technologies différentes, sous des contrôles administratifs et dans des juridictions différentes. Le choix de diffuser comme logiciel libre tout le code source de leur infrastructure a précisément pour vocation de faciliter la création de nouveaux miroirs par des acteurs divers.

• Sans but lucratif et multi partenaires

L'expérience a montré qu'une seule entité, aussi puissante soit-elle, n'apporte pas assez de garanties sur le long terme. Pour assurer la mission de Software Heritage, il est donc indispensable de construire une fondation sans but lucratif ayant pour objectif précis la collecte, l'organisation, la préservation et la mise à disposition du patrimoine précieux qui est le code source des logiciels. Pour minimiser les risques d'avoir des points uniques de défaillance, cette fondation doit s'appuyer sur des partenaires divers allant de la société civile, à l'industrie et au gouvernement, et doit s'adresser à tous les domaines susceptibles de tirer profit de l'existence de cette infrastructure, allant de la préservation du patrimoine culturel, à la recherche, à l'industrie et à l'éducation.

• Un projet techniquement solide

Software Heritage est aujourd'hui une infrastructure qui grandit jour après jour.

Même si l'exhaustivité est encore loin d'être atteinte, le plus grand corpus de codes sources disponible sur la planète a déjà été réuni, avec plus de 90 mil-

lions d'origines archivées, pour plus de 6 milliards de fichiers sources uniques, chacun équipé d'un identifiant intrinsèque basé sur des signatures cryptographiques¹⁷. Il ne s'agit pas simplement d'une collection de répertoires mis les uns à côté des autres, mais d'un graphe de Merkel¹⁸ qui partage au maximum les fichiers, les dossiers et les commits¹⁹. Cette structure de données est pensée pour pouvoir suivre la croissance, à une époque où le développement collaboratif, sur des plateformes comme GitHub, passe par la création de copies entières (forks) du projet originel.

Ce projet doit beaucoup à Inria, qui a su dès le départ comprendre l'importance de la mission de Software Heritage. Software Heritage vit grâce à l'engagement sans faille d'une équipe de personnes passionnées qui y travaillent chaque jour : en premier lieu Stefano Zacchiroli, qui pilote les aspects techniques du projet, et toute l'équipe qui inclut aujourd'hui Nicolas Dandrimont et Antoine Dumont. Ils ont bénéficié de l'expérience inestimable de Jean-François Abramatic, dont l'expérience de direction du W3C au moment de sa création est précieuse dans cette phase de jeunesse du projet. Le comité de pilotage comporte également trois autres membres : Serge Abiteboul, Gerard Berry et Julia Lawall.

L'archive de Software Heritage constitue déjà la collection de codes sources la plus importante de la planète, mais le chemin à parcourir est encore long : il est nécessaire de continuer à réunir les compétences scientifiques et techniques, ainsi que les ressources financières et humaines, afin de pouvoir construire la mémoire d'une partie importante de la technologie et de la science qui est au cœur de la transition numérique, à un moment où l'on peut encore espérer avoir accès à tout ce qui a été mis en œuvre dès le début de l'histoire, encore courte, de l'Informatique.

POUR EN SAVOIR PLUS

On peut savoir plus sur le projet en visitant www.softwareheritage.org, annex.softwareheritage.org et wiki.softwareheritage.org.

Il est possible d'explorer aisément les codes sources contenus dans Software Heritage sur archive.softwareheritage.org.

LICENCE

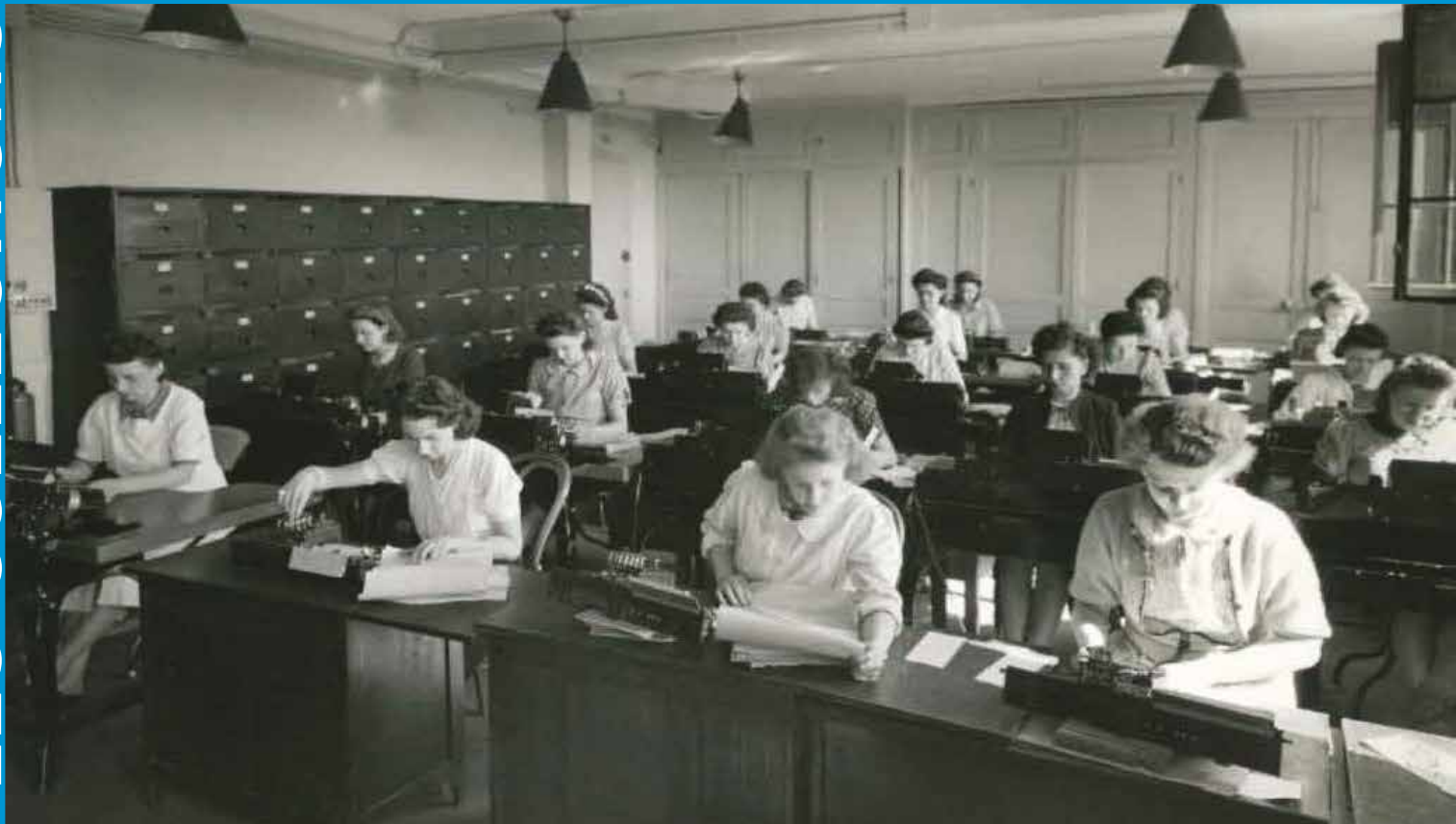
Texte distribuable selon les termes de la licence creative Commons CC-BY 4.0

¹⁷ R. Di Cosmo, M. Gruenpeter, S. Zacchiroli : « Identifiers for Digital Objects: the Case of Software Source Code Preservation », iPres2018, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01865790v3>

¹⁸ Le graphe de Merkel est une généralisation des arbres de Merkle (ou arbres de hachage), une structure de données arborescente contenant dans chaque nœud un résumé cryptographique du sous-arbre correspondant.

¹⁹ En informatique, « commit » désigne l'enregistrement effectif d'une transaction ; dans les systèmes de bases de données et de révision de fichier, il est synonyme d'archivage ou de validation.





L'INFORMATIQUE DE BNP PARIBAS DE L'HISTOIRE AU PATRIMOINE

ATELIER DES MACHINES
À CARTES PERFORÉES
BNP Paribas, Archives
historiques

**Christiane
de FLEURIEU**
Responsable de
projets de valorisation
historique, BNP Paribas

L'arrivée de l'informatique dans les banques BNP et Paribas, à partir des années 1950, marque une étape décisive dans le traitement de l'information et des opérations bancaires. Son déploiement est facilité par la présence d'une organisation préexistante, celle du service mécanographie installé depuis l'entre-deux-guerres. Le numérique, à partir des années 1980, constitue un nouveau cap technologique. À chaque période son matériel, avec des machines et des composants plus ou moins volumineux, et ses métiers. En 2012, la commémoration du mot « informatique » a été l'occasion d'un regard sur le passé et d'une prise de conscience de la valeur patrimoniale des objets informatiques de ces banques. Elle a donné lieu à une exposition, un ouvrage et à la préservation d'une collection.

DE LA MÉCANIQUE À L'INFORMATIQUE : BREF APERÇU

Le vocable « informatique »¹ est inventé en 1962 par les fondateurs de la Société d'informatique appliquée², une société de services liée à Paribas, alors que les banques françaises viennent de se lancer dans l'acquisition des tout nouveaux ordinateurs de gestion disponibles sur le marché d'Europe continentale. Parmi elles, la Banque nationale pour le commerce et l'industrie (BNCI) et le Comptoir national d'escompte de Paris (CNEP), les deux banques qui forment la BNP en 1966, choisissent d'emblée, dès 1957, les machines les plus puissantes de l'époque, qui sont aussi de grandes rivales : IBM 705 pour la BNCI, Bull Gamma 60 pour le CNEP.

L'ORGANISATION DE LA MÉCANOGRAPHIE DANS L'ENTRE-DEUX-GUERRES

Outre un investissement financier lourd, c'est aussi un pari d'organisation d'entreprise audacieux. Ces banques l'ont réussi, car ce passage à l'automatisation s'est appuyé sur la mécanisation très poussée déjà en place. Dès les années 1920, les nouveaux modes de consommation élargissent la clientèle des banques dont les services traditionnels, escompte et titres, sont en plein essor car de plus en plus accessibles au grand public. Pour contenir les coûts de traitement qui grimpent en flèche et gérer la quantité croissante de comptes, d'écritures et de pièces comptables, les banques adoptent les nouvelles méthodes d'organisation du secteur industriel. C'est d'abord la mécanisation de la manipulation du document papier, puis son traitement à l'aide de machines comptables de bureau. Celles-ci s'insèrent aisément dans les structures et les processus existants. En revanche, l'arrivée des machines à cartes perforées impose une organisation beaucoup plus centralisée, fondée sur une division poussée du travail. C'est ce qui conduit ces banques à créer, dans les années 1930, des services centralisés de mécanographie, et à aménager les locaux indispensables à cette organisation scientifique du travail bancaire, s'inspirant du taylorisme. Ce qui prépare le terrain aux premiers ordinateurs.

LE TOURNANT DES ANNÉES 1950

Dès la fin des années 1950, les banques équipent leurs services centraux de très gros ordinateurs, pour faire face au développement des opérations générées par la croissance économique et à la bancarisation des Français, accélérée par la mensualisation des salaires et l'émergence de clientèles nouvelles que sont les femmes et les jeunes. Dans la banque, l'arrivée de ces énormes ensembles de machines, plusieurs dizaines de tonnes, des centaines de kilomètres de fils, des milliers de lampes, est un événement. Leur installation prend généralement environ deux ans. Les dirigeants communiquent largement sur le prestige et les

progrès apportés pour les clients par ces « cerveaux électroniques géants ». Ces gages de modernité sont mis en avant par les équipes marketing pour positionner la banque en leader sur des marchés de plus en plus concurrentiels. Ces évolutions techniques aux performances avérées sont présentées au personnel de façon très pédagogique et rassurante. S'il s'agit bien de limiter les frais généraux en contenant la masse salariale, il est démontré que les employés seront libérés des tâches répétitives fastidieuses pour se concentrer sur celles à valeur ajoutée.

Vingt ans plus tard, cette logique centralisatrice atteint ses limites. L'évolution technique, avec l'avènement du dispositif écran-clavier et du disque magnétique remplaçant la carte perforée, enclenche la décentralisation de la saisie des données. L'organisation du traitement de l'information s'appuie dorénavant sur une informatique répartie dans les centres régionaux. Ces nouvelles approches de l'urbanisme informatique sont expérimentées avec succès par Paribas et la BNP, qui, en s'assurant ainsi une bonne maîtrise de l'informatique de production en réseau, réduisent encore davantage le coût de traitement des petites opérations.

LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

À l'aube des années 1980, la technologie du numérique est déjà en marche et les banques songent à l'étendre aux relations commerciales avec leurs clients, dans un contexte de marchés financiers toujours plus mondialisés et de concurrence accrue. Dès 1981, la BNP commercialise Videotex, son outil de gestion de compte à la maison, sur l'écran de télévision familial. En 1982, CETELEM décide d'expérimenter le Minitel dans les commerces de détail affiliés. C'est le démarrage de la nouvelle informatique bancaire disponible sur micro-ordinateur et dessinée autour des réseaux, du Minitel à la monétique puis Internet, dimension majeure de la vision stratégique des banques dès 1995.

En 1997, la BNP est la première banque française à offrir des services bancaires par Internet grâce à son site BNP Net. Parallèlement, le métier informatique doit faire face à des défis importants quasi-simultanés : le passage à l'euro fiduciaire en 1999, le « bug » de l'an 2000, l'intégration des informatiques de BNP et Paribas en 2000. Il assure le succès des grands rapprochements interbancaires avec l'intégration, dans le Groupe, de l'italienne BNL en 2006 et de la belge Fortis en 2009. Il accompagne les profondes transformations comme la banque de détail multicanale, l'accélération de la digitalisation, la mobilité croissante des usages de la clientèle. L'informatique de BNP Paribas doit suivre le rythme rapide des innovations, avec la volonté d'être au rendez-vous pour accompagner technologiquement ses clients : gestion

1. La création du mot « informatique » est attribuée à Philippe Dreyfus en 1962. C'est la contraction des termes « information » et « automatique ». Philippe Breton, « L'informatique comme discipline existentielle? Histoire d'un clivage qui sépare les informaticiens », *Réseaux*, volume 5, n°24, 1987, p. 65-75.

2. Filiale de la Société d'économie et de mathématique appliquée (SEMA) dont Paribas détient 50 % du capital.





L'EXPOSITION PÉDAGOGIQUE INSTALLÉE À L'ÉTAGE DE LA DIRECTION DU CENTRE DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION DU VAUDREUIL
BNP Paribas, Archives historiques

du compte bancaire à partir d'un smartphone (iPhone) en 2009, d'une tablette numérique (iPad) en 2010, ouverture de compte à la Net agence via Twitter en 2011, création de Hello bank! en 2013, rachat de la néobanque Compte-Nickel en 2017, accord sur huit ans avec IBM autour du Cloud en 2019.

Avec plus de 20% des clients se connectant chaque jour sur ses plates-formes, dont plus de la moitié via leurs mobiles, BNP Paribas accélère encore sa transformation avec le plan stratégique 2017-2020, en mobilisant les nouvelles technologies pour fluidifier ses parcours clients dans un monde à la fois physique et digital. En effet, le client veut toujours disposer de l'expertise des équipes alors que la simplicité du digital semble faire triompher la banque dans la poche aux dépens de la banque dans les murs.

UNE COLLECTION REMARQUABLE, CONSTITUÉE PAR LES SALARIÉS

La collection informatique telle qu'elle se présente aujourd'hui est le résultat de la conservation de divers matériels, qui ont jalonné le travail bancaire depuis la mécanographie. Certes, c'est une petite fraction des appareils qui équipèrent la banque. Mais, précieusement conservés par des générations d'employés, ils attestent de l'importance et de la variété des machines bureautiques utilisées dans les services depuis l'entre-deux-guerres.

UNE RÉPARTITION ÉPARSE

Témoignage de la transformation des métiers, un bon nombre de ces matériels était exposé à l'étage de la direction des centres de traitement de l'information quand d'autres occupaient les espaces de réception du nouveau centre de formation de la BNP, inauguré en 1992 au sein du domaine de Voisins à Louveciennes. Certains étaient stockés dans un entrepôt des services immobiliers de la banque en proche banlieue parisienne. D'autres trônaient dans les bu-

reaux et salles de réunion. Aujourd'hui, ils sont tous réunis dans la collection informatique de BNP Paribas³ à la suite des déménagements d'immeubles, des fermetures progressives des centres administratifs et informatiques, et des mises en place du flex-office.

Outre les calculatrices mécaniques puis électriques, tabulatrices, machines à cartes perforées, ordinateurs, supports de stockage, périphériques, la collection comprend également des pièces détachées, des circuits imprimés, des cartes-mémoires, des tapis de souris et des accessoires indispensables au fonctionnement de la chaîne de traitement comme les caisses métalliques pour le transport des bandes magnétiques d'un centre à l'autre.

La valeur patrimoniale et industrielle de cette collection est indissociable des différents composants des archives historiques de BNP Paribas, dont principalement la photothèque, la vidéothèque, les affiches et publicités diverses, les journaux internes, les rapports d'études de l'Inspection générale, les dossiers immobiliers, les supports de formation et les archives orales. Il ne faut pas oublier également la collection des numéros de *Revue Banque* de 1927 à 1997, et des éléments de la collection d'objets historiques comme les plaques de certification ou les pin's et autres objets publicitaires.

LE JUBILÉ, CATALYSEUR DE LA PATRIMONIALISATION

Ces collections ont été mises en lumière lorsque le métier informatique de BNP Paribas a souhaité célébrer les 50 ans du mot « informatique » avec la réalisation d'un ouvrage, retraçant l'importance de l'informatique chez BNP Paribas et ses banques ancêtres dans le cours de leur histoire. Rédigé par Pierre Mounier-Kuhn, spécialiste français de l'histoire de l'informatique, la publication de *Mémoires vives : 50 ans d'informatique chez BNP Paribas*⁴, a été accompagnée d'une exposition publique, montée par le département Archives & Histoire de BNP Paribas, qui s'est tenue du 27 mars au 30 avril 2013 au Concept store de BNP Paribas, 2 place de l'Opéra à Paris. À partir du travail sur archives et des interviews réalisées, Pierre Mounier-Kuhn a évalué et surtout replacé cette histoire dans le contexte de l'informatique bancaire européenne et plus largement, dans l'histoire de l'informatique. En faisant de l'histoire comparative, il a ainsi mis en exergue certaines spécificités des banques qui ont progressivement formé le Groupe BNP Paribas et fait ressortir les moments, assez nombreux, où celui-ci a été pionnier.

À l'occasion du transfert, en 2019, des archives historiques de BNP Paribas dans un nouveau dépôt situé à Dinan (département des Côtes-d'Armor en région

3. La collection informatique de BNP Paribas est formellement créée à partir des années 2010 avec la mise en place du centre des archives historiques de BNP Paribas à Combs-la-Ville.

4. Pierre Mounier-Kuhn, *Mémoires vives : 50 ans d'informatique chez BNP Paribas*, Paris, BNP Paribas, 2013.

Bretagne), la collection informatique, au sein de la collection d'objets historiques, va pouvoir être davantage mise en valeur grâce au concept de réserve visible.

Ne pouvant dresser la liste ici de chaque élément de cette collection, j'ai choisi de vous présenter trois machines remarquables, équipant les services de la BNCI puis de la BNP.

PERFORATRICE BULL P80

La perforatrice de cartes P80, entièrement mécanique, est produite par Bull entre 1935 et 1970 puis Honeywell-Bull entre 1970 et 1980. Elle porte encore le nom « machine à statistiques » en référence à son emploi, à ses débuts dans les années 1890-1920, à des fins statistiques et scientifiques, aux États-Unis. Le chiffre 80 signifie que la machine utilise les cartes perforées à 80 colonnes à perforations rectangulaires, lancées par IBM. De par sa taille (48 x 16 x 15 cm) et son poids (8 kg), cette machine est facilement transportable. Elle se retrouve en nombre dans les ateliers de mécanographie où s'effectuent les opérations de perforation, de tri, de classement et d'impression. Si des améliorations sont faites, comme l'ajout d'un couvercle pour protéger le poste de perforation, la fabri-



cation est toujours restée un bâti en acier coulé avec les touches en caoutchouc, pour ménager les doigts des opératrices. Car les ateliers de perforation de cartes se composent principalement de femmes, spécifiquement formées pour ces tâches spécialisées. Ce modèle de carte perforée est le principal support utilisé pour stocker, trier et relever les données traitées par le matériel mécanographique, puis plus tard par les premiers ordinateurs.

L'EXPOSITION « MÉMOIRES VIVES : 50 ANS D'INFORMATIQUE CHEZ BNP PARIBAS » AU CONCEPT STORE 2 PLACE DE L'OPÉRA À PARIS
BNP Paribas, Archives historiques

L'INFORMATIQUE DE BNP PARIBAS DE L'HISTOIRE AU PATRIMOINE



PERFORATRICE BULL P80
BNP Paribas, collection informatique

MACHINE À CALCULER
OLIVETTI AUDIT 622
BNP Paribas, collection
informatique

MACHINE À CALCULER OLIVETTI AUDIT 622

Produite par Olivetti dès 1959, la gamme Audit 622 à deux totalisateurs est une machine électrique à additionner innovante car complétée par un perforateur de cartes, situé à gauche de la machine. Ainsi, les données tapées mais aussi additionnées sont transcrites sur les cartes perforées, lisibles ensuite par les ordinateurs.



MACHINE À CALCULER
ÉLECTRIQUE
NCR CLASS 2000
BNP Paribas, collection
informatique

MACHINE À CALCULER ÉLECTRIQUE NCR CLASS 2000

En 1921, *National Cash Register Company* (NCR) lance la machine Class 2000 avec une gamme par usage : machines comptables, trieuses ou encore caisses enregistreuseuses. Après avoir connu un succès immédiat, la Class 2000 disparaît du marché en 1973. Ce modèle, produit pour les banques à partir de 1922, est commercialisé en France sous le nom « Trieuse totalisatrice nationale 20 cases ». C'est une machine énorme, 160x149x50 cm, constituée de plus de 20 000 pièces assemblées à la main. Elle permet de comptabiliser et trier les chèques par banque émettrice, avant leur envoi à la chambre de compensation. Les données enregistrées sur les bandes perforées sont ensuite transmises au service mécanographique. Avec l'apparition du chèque magnétique en 1963, ce traitement disparaît progressivement. Cependant, dans les années 1980, la BNP l'utilise toujours pour le traitement des virements interbancaires.

LA MACHINE À CALCULER
ÉLECTRIQUE NCR CLASS
2000 EN FONCTIONNEMENT
AU CENTRE DE CAISSES
ET DE VIREMENTS DE
PARIS DE LA BNP, EN 1983
BNP Paribas, collection
informatique



L'HISTOIRE INFORMATIQUE DE BNP PARIBAS EN QUELQUES DATES

1926 : le Comptoir national d'escompte de Paris (CNEP), ancêtre de la BNP, achète 90 machines comptables. C'est le début de la mécanisation de la comptabilité des agences parisiennes et provinciales qui s'achèvera dix ans plus tard.

1929 : la Banque de Paris et des Pays-Bas (Paribas) est l'une des premières banques en France à adopter les machines à cartes perforées. Ce sont les machines Samas-Powers qui effectuent la comptabilité des titres.

1938 : après avoir regroupé tous ses services administratifs parisiens, la Banque nationale pour le commerce et l'industrie (BNCI), ancêtre de la BNP, teste les machines à cartes perforées et crée deux ateliers mécanographiques Bull et IBM.

1950 : la mise au point de petits calculateurs électroniques permet aux banques de multiplier la puissance des ensembles à cartes perforées.

1957 : le CNEP commande le plus gros ordinateur développé en Europe, le Bull Gamma 60. Il n'y a qu'une quinzaine d'exemplaires en service dans le monde, dont un à la Banca Nazionale del Lavoro à Rome.

1958 : installation à la BNCI de l'IBM 705 pour la tenue des risques du portefeuille commercial des agences de Paris, le pôle de production de données le plus actif. Cet ensemble IBM couvre 200 m².

1960 : CETELEM acquiert son premier IBM 1401, petit ordinateur de gestion qui inonde le marché. C'est le premier ordinateur à être construit à plus de 10 000 exemplaires.

1979 : à la Société générale de banque (aujourd'hui BNP Paribas Fortis), à Bruxelles, 68% des opérations sont effectuées par ordinateur. Le pourcentage de traitement automatique atteint en Belgique est le plus important au monde, avant la Norvège, la Suède et les Pays-Bas.

1983 : précurseur de l'informatique graphique, le film publicitaire « Logo-type B » de la BNP utilise les images générées en temps réel par ordinateur, qui viennent d'être mises au point pour les simulateurs de vol.

1987 : la BNP ouvre à Paris la plus grande salle des marchés d'Europe continentale : sur 1100 m² sont rassemblés 114 postes d'opérations, chacun disposant de 2 à 5 écrans.

1995 : en ouvrant un serveur et un site d'informations institutionnelles et financières, Paribas et la BNP sont les premières banques françaises à se connecter sur Internet.

2003 : BNP Paribas et IBM signent le partenariat qui donne naissance à la société de services informatiques *BNP Paribas Partners for Innovation* (BP2I), joint-venture détenue à parts égales par les deux entreprises. Ce modèle unique permet à la banque d'être en interaction permanente avec la technologie de pointe.

2010 : pour la première fois en France, chez BNP Paribas, les clients se voient proposer des services bancaires sur iPad. Un an plus tard BNP Paribas, pionnière à nouveau, met à leur disposition un service après-vente sur Twitter.

2013 : BNP Paribas crée la première banque à l'échelle européenne, entièrement conçue pour les usages mobiles : Hello bank !

2017 : rachat de la neobanque Compte-Nickel, une banque numérique pour les petits budgets, accessible uniquement sur mobile et s'appuyant sur un réseau de buralistes pour certaines opérations.

2019 : BNP Paribas signe un accord avec IBM pour accélérer sa stratégie Cloud et ainsi soutenir la transformation digitale du Groupe tout en respectant la sécurité et la confidentialité des données clients. BNP Paribas a développé son premier Cloud privé dès 2013.



LE PATRIMOINE HISTORIQUE DU GROUPE BULL

SUPERCALCULATEUR
ÉLECTRONIQUE GAMMA
3, CONNECTÉ À UNE
TABULATRICE BS À LA
BANQUE D'ALGÉRIE ET DE
TUNISIE EN 1952
Archives Bull-Atos

La valorisation du patrimoine historique de Bull est une histoire de près d'un demi-siècle. Force est de constater qu'elle est le fruit d'une rencontre entre une politique volontariste de l'entreprise et des femmes et des hommes passionnés, qui, au-delà de leur engagement contractuel de salariés pour certains ou de bénévoles pour leur grande majorité, ont consacré une grande énergie à tenter de reconstituer cette formidable aventure humaine, technologique et économique de l'histoire de l'informatique en France. Cet article rend hommage à tous, même si seulement certains sont cités pour leur contribution significative à un moment de cette histoire collective qui se poursuit aujourd'hui au sein du groupe Atos, leader international de la transformation digitale et numéro un du Cloud, de la cybersécurité et des supercalculateurs.

Mathieu BARROIS
Archiviste consultant

TABULATRICE TYPE T.30

Parmi les tabulatrices, machines traduisant en clair sur papier les performances des cartes, la tabulatrice BULL type T.30 est celle qui convient aux problèmes le nécessitant que peu de zones à totaliser ou à imprimer, elle traite aisément des cartes à 45 - 40 ou 80 colonnes.



Les caractéristiques sont les suivantes :

- 40 lignes d'impression numérique combinées,
- 30 décimales d'addition "tabulaires" en 3 groupes de 10,
- 3 compteurs de cartes, dont un imprimé,
- commande automatique à 2 étages,
- dispositif de sélection avec deuxième case de récepteur,
- vitesse de 140 cartes à la minute.

Cette tabulatrice, de capacité moderne, a cependant un grand rendement puisque sa vitesse de 140 cartes à la minute est atteinte quel que soit le "titre" (impression de toutes les cartes à raison d'une ligne par titre) ou en "tabulation" (impression seulement des totaux des groupes de cartes et des indicateurs de ces groupes).

Comme dans toutes les tabulatrices BULL, il y a indépendance de la tabulation et de l'impression celle-ci étant obtenue par un dispositif à roues dont la rotation continue est en synchronisme avec le passage des cartes.



LES RACINES DE LA PATRIMONIALISATION ET SON INSTITUTIONNALISATION

En 1973, à l'initiative de la direction marketing, sous l'impulsion de Maxime Bonnet, futur pdg de Bull en 1981 et 1982, Dominique Pagel est chargée de retrouver les racines européennes de l'entreprise suite à la création d'Honeywell-Bull en 1970. Elle part à la rencontre des témoins qui ont travaillé avec ou connu Fredrik Rosing Bull (1882-1925), ingénieur norvégien qui a construit une première machine à statistiques en 1919 pour la société d'assurance Storebrand qui l'employait. Elle peut ainsi recueillir les témoignages de ses sœurs, de son premier client, Henrik Hartzner de la société d'assurances Hafnia, et de Knut-Andreas Knutsen. Ce dernier avait pris la suite de Fredrik Rosing Bull, exploité les brevets et poursuivi sa carrière au sein de la Compagnie des Machines Bull créée en 1933. D. Pagel constitue une collection composée, jusqu'en 1979, de notes de services, brochures institutionnelles et techniques, photos, brevets, ma-

chines, ainsi que d'une centaine d'interviews des premiers acteurs, présidents, directeurs, ingénieurs, techniciens et ouvriers, dont une grande partie a été retranscrite sur support papier.

Le travail de Dominique Pagel est poursuivi en 1984 et 1985 par Paulette Richomme, laquelle soutient en 2007 une thèse de doctorat en Histoire intitulée « Une entreprise à l'épreuve de la guerre et de l'Occupation : la compagnie des Machines Bull, 1939-1945 », sous la direction d'Alain Plessis à l'Université de Paris 10-Nanterre.

En 1985, un groupe de jeunes retraités, emmenés par Dominique Pagel, Victor Thévenet, Marcel André et André Taillat, est missionné par Jacques Stern, alors président du groupe Bull, pour prendre en charge la valorisation du patrimoine historique de Bull. En interne au sein de la Direction de la communication, Yves Ploton est nommé Chargé de mission Patrimoine pour coordonner cette initiative, et une étude sur le patrimoine historique est réalisée par Laurent Girousse, conservateur de musée.

Cette double démarche conduit à la fondation, en 1986, de l'association « Fédération des Équipes Bull » (FEB) et à la création, en 1988 d'une mission Archives historiques, confiée à Mathieu Barrois, consultant externe, pour inventorier, rassembler, compléter et mettre en valeur les documents écrits, graphiques, sonores et audiovisuels.

LA GESTION DES ARCHIVES HISTORIQUES DE BULL

En avril 1988, au sein de la Direction de la Communication de Bull, un centre d'information historique Bull est créé et confié à Mathieu Barrois, sous la coordination d'Yves Ploton. La première tâche est de structurer, classer et inventorier le patrimoine rassemblé par Dominique Pagel et Paulette Richomme, dont les archives du secrétariat général de la Compagnie Internationale pour l'Informatique (CII) de 1966 à 1976.



TABULATRICE T30.
UNE TABULATRICE EST UNE MACHINE MÉCANOGRAPHIQUE POUR LE TRAITEMENT DES CARTES PERFORÉES PERMETTANT D'EFFECTUER DES CALCULS ET D'IMPRIMER LES DONNÉES SOUS FORME DE LISTES, DE TABLEAUX, D'ÉTATS EN CONTINU.
LA T30, FABRIQUÉE À PARTIR DE 1931, EST LA PLUS RAPIDE DU MARCHÉ À SON ÉPOQUE. ELLE EST CONNECTÉE À UNE POINÇONNEUSE CAPABLE DE PERFORER EN BLOC TOUTE LA CARTE.

Document commercial, vers 1942
Archives Bull-Atos

ORDONNATEUR BULL.
FIN 1956, BULL COMMERCIALISE L'ORDONNATEUR, UNE MACHINE COMPOSÉE D'UN SUPERCALCULATEUR ÉLECTRONIQUE GAMMA 3 + AET, CONNECTÉ À DEUX « PÉRIPHÉRIQUES » : UNE TABULATRICE ET UNE UNITÉ DE LECTURE PERFORATION. LE NOM A ÉTÉ FORGÉ EN RÉPONSE À L'INTRODUCTION DU MOT "ORDINATEUR" PROMU PAR IBM FRANCE, ET DONT BULL CRAIGNAIT LA PROTECTION DU NOM.
Archives Bull-Atos

L'APOGÉE DE LA
DIFFUSION D'ÉQUIPEMENTS
MÉCANOGRAPHIQUES SE
SITUE AUTOUR DE 1960 ET
ON LES TROUVE JUSQU'À
DANS LES PME. À CETTE
DATE, LA COMPAGNIE
BULL AMÉNAGE DES
PAUSES DE GYMNASTIQUE
DE DÉCONTRACTION
DANS LES ATELIERS DE
PERFORATION.
Archives Bull-Atos



À partir de 1990, la mission archives est élargie à l'ensemble des directions fonctionnelles et opérationnelles de Bull (Direction générale, juridique, financière, ressources humaines, comptabilité, commerciale et communication), puis aux sociétés ayant rejoint le groupe. Depuis 2015, elle s'étend également aux archives d'Atos.

De 1988 à 1995, les archives historiques ont été réparties sur plusieurs sites de Bull. Le 19 février 1996, une convention de dépôt des archives historiques de Bull aux archives départementales de la Seine-Saint-Denis, sises à Bobigny, est signée avec la Direction des Archives nationales. L'objectif était de conserver ces archives historiques dans la région parisienne afin de poursuivre leur tri, leur inventaire et de préparer leur transfert définitif vers les Archives nationales du monde du travail à Roubaix, tout en permettant leur consultation aux historiens, chercheurs et étudiants. Cette opération a été rendue possible grâce aux différents directeurs des archives départementales de la Seine-Saint-Denis dont Georges Mouradian, Agnès Magnien et à l'action du « Club Archives historiques » de la FEB. Pendant cette période, Bruno Dallemagne, Marc Evrard, Henri Félix et Yves Ploton ont constitué l'équipe de base des retraités bénévoles, secondée Alain Lesseur, Gérard Louzier et Daniel Poirson au moment du transfert des archives historiques vers les Archives nationales du monde du travail à Roubaix en 2012.

Depuis 30 ans, la mission archives a enregistré 2 450 versements d'archives intermédiaires, totalisant plus

de 7,5 kilomètres linéaires d'archives, sans compter celles conservées dans des sociétés d'archivage externes.

En 2019, sur les 2,5 kilomètres linéaires d'archives conservées, les archives historiques ou à conservation illimitée représentent 1,5 kilomètre linéaire, dont 660 mètres linéaires (ml) sont conservés aux Archives nationales du monde du travail.

LES COLLECTIONS DE MATÉRIELS DE LA FÉDÉRATION DES ÉQUIPES BULL

La FEB rassemble les amis de Bull autour d'activités culturelles concernant l'histoire du traitement de l'information. Elle s'est donnée pour mission de sauvegarder et mettre en valeur le patrimoine historique et culturel de Bull et de l'informatique française.

Depuis sa naissance, sous les présidences de Victor Thévenet, Bernard Capitant, Alain Lesseur, Gérard Louzier et de Dan Humblot, en avril 2013, la FEB bénéficie de l'aide logistique et financière du groupe Bull et maintenant Atos, qui a intégré Bull en 2015. Elle regroupe des équipes dédiées à la recherche et à la restauration d'anciens équipements - dont l'équipe Recherche et restauration de matériels, longtemps animée par Norbert Mauraisin et Jean-Louis Guédé - à l'organisation d'expositions et de conférences et au rassemblement des éléments de l'histoire du traitement de l'information et à sa diffusion.

Une des principales activités de la FEB est la conservation des matériels conçus, produits et commercialisés par les compagnies du groupe ainsi que d'autres matériels significatifs de la concurrence. Ces matériels sont actuellement conservés dans le bâtiment industriel Bull/Atos Angers et sur le campus Atos des Clayes-sous-Bois en France. Un sous-ensemble de cette collection, consacré aux systèmes d'impression, est exposé à Belfort par l'association Patrimoine Belfortain de l'industrie informatique (PB2I), avec le soutien de la FEB et du Territoire de Belfort. FEB Belgique a fait don de ses collections au Computer Museum NAM-IP, situé à Namur. Elles sont présentées aux côtés d'autres collections informatiques données à la Fondation Roi Baudouin.

La totalité des machines françaises sont répertoriées dans un inventaire géré par la FEB et consultable sur le site www.feb-patrimoine.

Les machines jugées les plus intéressantes sont décrites dans un catalogue. Les critères sont l'ancienneté et/ou l'intérêt historique de ces machines, ainsi que l'état de restauration des matériels et la possibilité de leur exposition au public. La restauration a pour objet de restituer pour certaines machines un fonctionnement réel (exposition dynamique). Pour d'autres (et en particulier pour la plupart des machines électroniques anciennes) la réparation n'est plus possible, compte tenu de l'indisponibilité de pièces détachées. Il est nécessaire de se contenter d'une vue statique des matériels ou d'une partie d'entre eux. Un jour, peut-être, ces machines retrouveront vie à travers des programmes de simulation.



A été ajoutée au catalogue la mention de certains matériels importants développés par le groupe Bull, mais exposés ou stockés dans les réserves d'autres institutions avec lesquelles la FEB reste en contact : Musée des arts et métiers, Cité des sciences et de l'industrie, Association pour un conservatoire de l'informatique et de la télématique (ACONIT), etc.

Cette collection est consacrée essentiellement à la période *formative* de l'informatique et plus particulièrement à sa contribution française. Cette période s'est terminée autour de l'an 2000 par l'adoption de standards mondialisés autour des solutions apportées par un petit nombre d'acteurs généralement extra-européens. Ce patrimoine matériel est rassemblé autour de cinq familles représentant autant de systèmes de traitement de l'information, afin de rendre hommage aux ingénieurs et aux responsables qui ont créé ces systèmes.

Matériels à cartes perforées : il s'agit des matériels de mécanographie à cartes perforées de la première machine créée par Fredrik Rosing Bull en 1921, puis construits et commercialisés par H. W. Egli-Bull de 1931 à 1933, par la Compagnie des machines Bull jusqu'en 1964 et pendant quelques années par Bull-General Electric. Sont également regroupés dans cette catégorie les calculateurs électroniques Gamma 3 et Gamma 10, car ils représentent une évolution de ceux-ci avec lesquels ils ont coexisté.

Ordinateurs ou matériels électroniques et périphériques commercialisés depuis les années 1960, comprenant les "mainframes", les mini-ordinateurs et les serveurs.

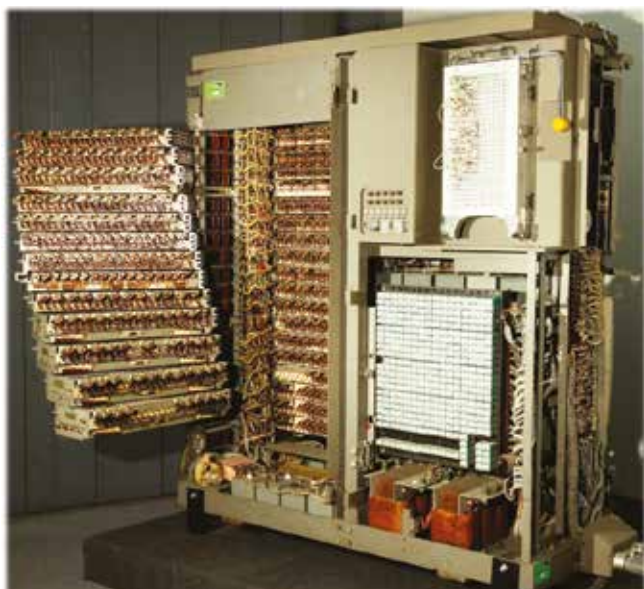
Micro-ordinateurs : cette famille rassemble les premiers micro-ordinateurs, du Micral N de R2E de 1972

EN 1964, LA COMPAGNIE BULL A FUSIONNÉ AVEC L'ENTREPRISE AMÉRICAINE GENERAL ELECTRIC POUR FORMER BULL GENERAL ELECTRIC DE NOUVEAUX MODÈLES SONT CONÇUS COMME LE GE 400, ICI LE MODÈLE GE 425, INSTALLÉ AUX DOCKS RÉMOIS, VERS 1968.

Archives Bull-Atos

LE CALCULATEUR ÉLECTRONIQUE GAMMA 3 CLÔT LA PÉRIODE DE LA MÉCANOGRAPHIE POUR OUVRIR CELLE DES ORDINATEURS. AFIN DE FACILITER SON ENTRETIEN ET LE REFROIDISSEMENT DES TUBES, LES CIRCUITS LOGIQUES À LAMPES ÉTAIENT ORGANISÉS EN "TIROIRS" QUE L'ON POUVAIT "OUVRIR". S'IL PEUT ÊTRE CONNECTÉ À UNE TABULATRICE OU UNE UNITÉ DE LECTURE ET DE PERFORATION (ULP), SA PROGRAMMATION RESTE TRÈS LIMITÉE ET N'EST PAS ENREGISTRÉE DANS UNE MÉMOIRE. LES INSTRUCTIONS PASSENT PAR DES TABLEAUX DE CONNEXION, DANS LESQUELS DES "FICHES BANANE" SONT ENFONCÉES POUR CONNECTER TEL OU TEL CIRCUIT LOGIQUE. LE TABLEAU PROGRAMME AMOVIBLE À FICHES EST VISIBLE EN HAUT À DROITE DE L'APPAREIL. IL FAUT UNE DIZAINE DE TECHNICIENS POUR LE FAIRE FONCTIONNER.

Archives Bull-Atos





LE GAMMA 10 ÉTAIT UN ENSEMBLE ÉLECTRONIQUE À CARTES PERFORÉES PRÉSENTÉ FIN 1963. SON DESIGN AVAIT ÉTÉ CONFIE AU DESIGNER PHILIPPE CHARBONNEAUX. IL PERMET UNE TRANSITION DOUCE DES ATELIERS MÉCANOGRAPHIQUES VERS L'INFORMATIQUE, EN SE SUBSTITUANT À PLUSIEURS TABULATRICES SANS IMPOSER DE RÉORGANISATION DE L'ESPACE. LA TRIEUSE DE CARTES RESTAIT INDISPENSABLE. LE PROGRAMME ÉTAIT ENREGISTRÉ EN MÉMOIRE VIA UN JEU DE CARTES. LA TABULATRICE PERDAIT SON RÔLE CENTRAL POUR ÊTRE REMPLACÉE PAR UN LECTEUR DE CARTES, UNE IMPRIMANTE ET UNE SÉQUENCE D'INSTRUCTIONS DANS UN PROGRAMME.

Archives Bull-Atos

CHIP PROCESSEUR DE L'AURIGA 2. LE PROJET AURIGA FUT LA DERNIÈRE VERSION DE L'ARCHITECTURE MATÉRIEL DPS-7 DÉMARRÉ DANS LES ANNÉES 1960. IL AVAIT POUR OBJECTIF DE FOURNIR UNE MACHINE PLUS PUISSANTE QUE LES PREMIERS DPS-7000 (ARES) À COÛT ÉGAL. C'EST DANS CET OBJECTIF QU'A ÉTÉ MIS AU POINT UN PROCESSEUR DE MAINFRAME EN UNE SEULE PUCE, AU DÉBUT DES ANNÉES 1990. LA MÉMOIRE EST CONSTITUÉE DE CHIPS DRAM 4MBITS ET POSSÈDE JUSQU'À 8 MODULES DE 64M OCTETS.

Archives Bull-Atos

aux stations individuelles de bureautique ou d'ingénieur, et les terminaux qui ont été commercialisés par le groupe Bull ou les sociétés qui ont été acquises par le groupe.

Matériels extérieurs : machines des trois catégories précédentes existant dans les collections de la FEB qui n'ont jamais fait partie du groupe Bull, mais léguées à la FEB par des donateurs.

Technologies : collection des pièces technologiques des différentes générations conservées.

Ainsi de 1987 à 2018, sous l'impulsion des différents présidents de la FEB, 250 expositions ont été réalisées dont 60 en partenariat avec d'autres organismes (musées, entreprises, établissements d'enseignement, etc.) et certaines avec du matériel mécanographique des années « 1960 » en fonctionnement.

En 1998, grâce à l'action d'Alain Lesseur et de Pierre-Eric Mounier Kuhn, historien, chercheur au CNRS, la tabulatrice T30 de 1931 a été classée au titre des Monuments historiques. Cette machine incorpore un ensemble d'innovations techniques dont l'imprimante à roues qui fut de loin la plus rapide du marché mondial (150 lignes /minutes) jusqu'en 1948. Elle fut produite pendant 35 ans. Son dispositif de soustraction lui a permis de devenir une machine compatible, ce qui lui a ouvert le marché bancaire.

CONCLUSION

La contribution de la France à l'histoire de l'informatique mondiale est particulièrement importante tant sur le plan des collections matérielles que des archives. Depuis plus de trente ans, la gestion des archives de Bull et des sociétés qui ont rejoint le groupe, puis aujourd'hui la poursuite de ce travail au sein du Groupe Atos, permettent de constituer les archives historiques de demain. De même, l'action exemplaire de la Fédération des équipes Bull a été et demeure indispensable et déterminante pour la sauvegarde du patrimoine historique et technique.

Pour en savoir plus :

- www.feb-patrimoine.com
- www.archivesnationales.culture.gouv.fr/camt/fr - Fonds Bull Informatique - entrée 2012 007 - dates extrêmes 1860-2007. Le bordereau, téléchargeable en pdf, a été réalisé par les membres de la Fédération des Équipes Bull de 1994 à 2012, sous la direction de Mathieu Barrois et mis en forme en juillet 2013 par Marie Triot, secrétaire de documentation, avec un texte de présentation de l'entrée et une notice historique
- Les revues *FEB Actualités*, du n° 1 au n° 94 paru en décembre 2018, consultables sur le site www.feb-patrimoine.com, retracent l'activité des bénévoles depuis 1986.
- *Itinéraire*, brochure éditée en 1998 sur l'histoire de Bull depuis les origines.



PRÉSENTATION DU FONDS D'ARCHIVES BULL CONSERVÉES AUX ANMT À ROUBAIX

Ce fonds exceptionnel de 285 versements compte 6 598 boîtes d'archives et totalise 660,6 mètres linéaires. Il est constitué en fonds versés par les services (direction générale, juridique, communication), par Dominique Pagel et Paulette Richomme (73 ml d'archives de 1905 à 1985), par le Centre d'information Historique Bull (67 ml d'archives de 1931 à 1992), par le CEDOC véritable dépôt légal interne de la documentation technique du groupe (59 ml de brochures techniques de 1964 à 1990). Il a été également enrichi par quelques versements effectués directement à la FEB par des anciens de Bull, des clients, ou leur famille.

La présentation de ces fonds reprend la nomenclature proposée par Bertrand Gille, qui dirigea de 1950 à 1958 la section Archives d'entreprises au sein des Archives nationales.

Fonction Administration

- Documents sociaux des différentes sociétés Bull : H.W. Egli Bull (1931-1933), Compagnie des machines Bull (CMB depuis 1933), Bull General Electric (BGE 1964-1970), Compagnie Honeywell Bull (CHB 1970-1976), CII Honeywell Bull (CII-HB 1976-1982), Bull (depuis 1982) et des sociétés absorbées - Compagnie internationale pour l'informatique (CII 1966-1976), Société européenne de mini-informatique et systèmes (SEMS 1976-1982) : statuts, publications légales, dossiers des conseils d'administration et assemblées générales, augmentation et réduction de capital, fusions, apports.
- Direction générale : fonds complet depuis 1964, correspondance, relations avec les actionnaires américains General Electric et Honeywell, comités de direction.
- Direction juridique : brevets (éléments entre 1919 et 1940, et depuis 1947), accords et réseau international.

Fonction Technique

- Éléments dispersés du service des études mais échantillonnage sur les machines mécanographiques, Gamma, et DPS7 du 60/64 au DPS7000 (1974 à aujourd'hui) et sur les lignes Iris et Mitra. Archives du service cycle de vie (1976-1989).
- Collection très complète de la documentation technique et promotionnelle depuis 1931 : installation des machines, caractéristiques, fonctionnement, programmation, cours d'enseignement technique internes et clients.

Fonction Commerciale

- Des fonds homogènes et complets permettent de comprendre l'évolution interne des métiers de la vente et de la communication depuis les débuts de l'entreprise.
- Vente, distribution, marketing. Séries importantes de notes aux chefs de secteurs, aux représentations, d'études de marchés, organisation commerciale en France, à l'étranger, introduction des méthodes de gestion américaines en 1964, revues d'affaires.
- Communication, publicité : brochures internes et externes, notes de service, opérations de communication, de mécénat, de sponsoring, archives du service publicité (depuis 1955), collection d'affiches, (non exhaustive), revues de presse (1958-1964 et depuis 1970), communication institutionnelle, discours des présidents.
- Films et vidéos : films 16 mm (1957-1981), et collection complète des masters vidéo depuis 1980. Environ 1000 titres sur différents supports (U-Matic, Béta, 1 pouce, VHS).
- Iconographie : 1124 dossiers d'origines diverses (CMB, BGE, CII) ; collection complète de clichés techniques (7128 reportages, 1958-1984), d'événements internes (768 reportages, 1980-1990), des matériels produits à Belfort, imprimantes et périphériques (1960-1990) et dans le groupe depuis 1982. Plus de 100 000 négatifs, ekta 6x6, 10x12,5, 24x36, ou tirages NB ou couleur.

Fonction Comptabilité/finances

- Rapports comptables (1945-1964), bilans depuis 1964, et archives des services, fusion, acquisition, participation, trésorerie, contrôle de gestion.

Fonction Personnel

- Archives du Comité Central d'Entreprise et du Comité d'Entreprise (1945-1991), tracts syndicaux par établissements (1970-1991), procédures de gestion du personnel, plan d'entreprise, dossiers formation et emploi, notes, bibliographies, dossiers individuels des personnels nés avant 1930.





IBM EUROPE : UNE COLLECTION AUX RACINES FRANÇAISES

TABLEAU MULTIPLICATEUR /
DIVISEUR DE LÉON BOLLÉE,
1893
collection Homo Calculus

Michel MOUYSSINAT
Ingénieur en
informatique et docteur
en mathématiques
Collectionneur

De décembre 1986 à mai 1987, une exposition intitulée « The wonder of numbers » était organisée, Tour Pascal, à Paris La Défense, par la société IBM Europe, dans la tour qu'elle avait fait construire en 1983 pour installer son siège. Elle présentait, pour la première fois, 113 pièces extraites d'une importante collection consacrée à l'histoire des instruments et machines à calculer. Elle n'avait pas fait l'objet d'un grand effort d'annonce et de promotion et pouvait être considérée comme une exposition en interne, réservée au personnel d'IBM et à ses invités. Cette exposition faisait écho, simultanément, à une autre exposition d'IBM USA, sur le même thème, intitulée « A Calculator Chronicle, 300 years of Counting and Reckoning Tools », présentée dans sa *Gallery of Sciences and Arts*, à New York.

PORTRAIT DE LUCIEN
MALASSIS EN 1927
Collection Homo Calculus



1. Roberto A. Guatelli (1904-1993), ingénieur italien de Milan, a réalisé ces répliques. Intéressé par les machines dessinées par Léonard de Vinci, il en a produit de nombreux modèles, dont un certain nombre a été racheté par Thomas J. Watson. Celui-ci lui a passé commande des répliques de machines à calculer célèbres.

2. M. L.J. Seligsohn, directeur de ce département, a tenté, sans succès, de racheter à Élizabeth Bollée Bedford la machine à multiplication directe que son père avait léguée, avec les autres machines et documents, à la ville du Mans en 1913, par l'intermédiaire du libraire et expert parisien Alain Brieux.

3. Jean-Bernard Gillot, le nouveau propriétaire de la librairie du 48 rue Jacob à Paris depuis 2005, a souhaité conserver l'esprit de ce lieu, qui en faisait un véritable cabinet de curiosité où se mêlent les ouvrages anciens et les objets les plus rares.

4. Jimmy Drulhon, après une courte carrière de professeur des écoles, a travaillé une trentaine d'années à la librairie A. Brieux. D'une très grande culture littéraire, scientifique et historique, il joua un rôle essentiel, surtout après la disparition d'A. Brieux en 1985. Il est décédé en 2011, juste après la sortie de son dernier ouvrage : *Jean Baptiste Dumas (1807-1884)*, édité par Hermann Histoire des sciences.

Le catalogue de cette exposition, de 30 pages, témoigne de la richesse de cette collection, qui réunit des pièces d'une grande rareté, comme une machine de Pascal, une machine de Leupold, de Hanh, la machine à multiplication directe de Léon Bollée, l'étonnant 'piano' arithmomètre de Charles Xavier Thomas de Colmar, etc. ainsi que des répliques¹ des machines parmi les plus célèbres, dont la machine de Leibnitz, la machine à différences de Scheutz, la machine à différences de Babbage et sa machine analytique ou la machine à multiplication directe de Véréa. Thomas J. Watson (1874-1956), fondateur en 1924 de la société IBM aux États-Unis, avait commencé, au début des années 1930, à réunir les premières pièces de cette remarquable collection. Au sein d'IBM ensuite, le département *Museum and exhibition* fut chargé notamment de rechercher et d'acquérir des pièces rares².

LA COLLECTION D'IBM EUROPE

La collection d'IBM Europe a une longue histoire commencée en France, et inachevée aujourd'hui. Le catalogue de l'exposition « The wonder of numbers » présente sur 9 pages, avec leur description, les 113 pièces exposées. L'auteur cite les pièces remarquables, de John Napier, mathématicien, inventeur des logarithmes en 1614, de Xavier Thomas de Colmar, homme d'affaires, inventeur de l'arithmomètre en 1820, de Didier Roth, médecin, inventeur d'une additionneuse en 1843, et de Léon Bollée, constructeur de voitures automobiles, inventeur de la machine à multiplication directe en 1887.

En appendice de ce catalogue, l'auteur indique que les collections célèbres, bien connues, sont, en Europe, celles du Conservatoire national des arts et métiers à Paris, du *Science Museum* à Londres et aux États-Unis, celle d'IBM, alors présentée à la *Gallery of Sciences and Arts*, à New York. La suite est un court résumé de l'histoire de la collection d'IBM Europe à laquelle nous nous sommes tout particulièrement intéressés :

L'histoire de la collection IBM Europe commence au début de ce siècle, lorsque Louis Malassis a constitué une collection privée. Malassis était un commerçant français et un mécanicien qualifié qui a inventé et perfectionné plusieurs machines à calculer. Une partie de sa collection a été présentée au public français en 1920, pour célébrer le centenaire de l'invention, par Xavier Thomas de Colmar, de la première machine à calculer largement commercialisée : l'arithmomètre.

J'ai consulté ce catalogue, pour la première fois, dans la célèbre librairie parisienne spécialisée en livres anciens de sciences et médecine d'Alain Brieux³, qui me l'avait réservé. C'est alors que j'ai découvert, grâce à Jimmy Drulhon⁴, cette collection, son histoire, le

rôle que cette librairie avait joué pour l'expertise de ses pièces et sa vente, les personnalités qui l'avaient marquée, et celui par lequel tout avait commencé : L. Malassis.

LUCIEN MALASSIS

Lucien Malassis (1869-1951) s'est surtout fait connaître par sa remarquable collection d'instruments et de machines à calculer et sa grande expertise dans ce domaine. On fait parfois aujourd'hui encore référence à la collection Malassis lors de ventes de machines à calculer de collection. L. Malassis est un personnage d'une grande discrétion, resté un peu dans l'ombre. On sait peu de choses de lui. On a même longtemps ignoré le véritable prénom de celui qui le plus souvent était appelé L. Malassis, notamment dans les ouvrages de Maurice d'Ocagne, et incorrectement Louis Malassis par IBM, comme on vient de le voir, et quelques auteurs qui le citent.

J'ai eu la bonne fortune, en 1990, au cours de mes recherches d'acquérir, pour la collection *Homo Calculus*⁵, une importante partie du fonds documentaire de L. Malassis. Ce fonds était à l'origine constitué très schématiquement de quatre ensembles :

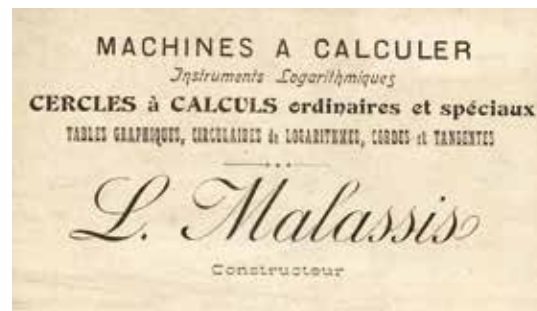
- Des ouvrages anciens de référence, certains très rares, même au début des années 1900. Ces ouvrages, pour la plupart, ont dû être dispersés après sa disparition. Nous n'avons retrouvé que quelques exemplaires.
- Des dossiers techniques relatifs à des machines ou des inventeurs accompagnés de publications.
- Des documents techniques ou commerciaux relatifs à des machines ou instruments de calcul.

- Des pièces pour la plupart manuscrites de L. Malassis, relatives à ses travaux, par exemple la description, l'expertise et le schéma de fonctionnement de nombreuses machines, des correspondances, des articles de presse et des coupures de journaux.

C'est grâce à l'étude de ces documents de première main et à de patientes recherches que nous sommes parvenus à établir cette brève biographie et à apporter quelques éclairages sur sa vie et son œuvre pour lui rendre hommage.

Lucien Raphaël Malassis est né à Louviers le 10 janvier 1869, dans une famille modeste. Son père était filateur et sa mère repasseuse. Nous ne savons que très peu de choses de ses études et de son parcours professionnel. Il était géomètre, c'est ce qu'indique le courrier qu'il reçoit en Seine-et-Oise, avec l'exemplaire de la *Revue mensuelle des géomètres-experts français*, et que confirment des courriers qu'il a adressés à Maurice d'Ocagne. Un article publié dans *La Revue du bureau*, signé L.M., très technique et critique, révèle des compétences réelles en géodésie et nivellement, dans un débat technique où il est aussi question de méthodes par triangulation. Quand commença-t-il à s'intéresser aux machines à calculer et instruments de calcul ? Et comment avait-il pu constituer une collection aussi prestigieuse, autant par le nombre, que par la qualité des pièces réunies ? Mais aussi, comment avait-il pu acquérir cette notoriété et atteindre ce haut niveau d'expertise et d'érudition que M. d'Ocagne a loué pendant une quarantaine d'années ? Lorsqu'il se marie en 1895, il est, pour l'administration, employé de commerce. M. d'Ocagne, dans son ouvrage *Le calcul simplifié*, édition de 1905, fait déjà référence à plusieurs machines prototypes qui lui ont été présentées par L. Malassis. En 1924, L. Malassis est collaborateur des établissements Paillard, à l'usine de Bury dans le Val-d'Oise. Les établissements Paillard, dont le siège était à Paris, réalisaient du matériel de bureau et les célèbres tubes de peinture de la marque J. M. Paillard. Une carte de visite de L. Malassis indique qu'il est constructeur d'appareils de calcul. En effet, sa collection contient certains instruments logarithmiques, cercles et règles qui sont de sa main et quand M. d'Ocagne le cite, il écrit : « L. Malassis, conseiller technique du Conservatoire, lui-même auteur de diverses inventions de ce genre et grand érudit en tout ce qui concerne les divers procédés de calcul, anciens ou modernes »⁶. Mais des photos le montrent aussi dans un atelier d'horlogerie, sur un tour, en train de fabriquer une pièce, entouré d'horloges. Ce qui surprend, ce sont les relations et les échanges qu'il entretient avec des personnalités scientifiques comme M. d'Ocagne et Louis Couffignal, comme son érudition et sa connaissance des textes anciens. Il recherche des ouvrages rares, par exemple

des publications relatives aux abaques auxquels il s'est intéressé pour les étudier. Ses archives contiennent aussi les tirés à part des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, et des articles de référence. Ce n'est pas seulement une passion de collectionneur qui l'anime, avec pour objectif d'accumuler des machines et instruments : il est devenu expert de l'histoire de ces machines et a une approche et une méthodologie véritablement scientifiques, comme le montrent sa documentation et sa bibliographie.



LUCIEN MALASSIS ET LES EXPOSITIONS

Lucien Malassis menait de nombreuses actions tournées vers les milieux professionnels ; il rédigeait par exemple des articles dans *La Revue du bureau* et participait à des expositions.

Exposition de machines à calculer de juin 1920

Organisée par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, du 5 au 13 juin 1920, dans ses locaux, place Saint-Germain-des-Prés, à Paris, cette exposition en l'honneur de Thomas de Colmar à l'occasion du centenaire de l'invention de son arithmomètre, a permis à Lucien Malassis de sortir de l'ombre, de devenir le personnage central de cette manifestation et d'acquiescer en quelques jours une reconnaissance et une immense notoriété auprès des médias et dans le milieu des professionnels des machines à calculer.

On découvre que c'est lui qui est à l'origine de cette manifestation, car c'est bien lui qui propose et convainc, par ses arguments, la Société d'encouragement à l'organiser. La lettre qu'il adresse le 4 novembre 1919 au président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale est remarquable :

Bury le 4 novembre 1919

Monsieur le Président,

Dans la dernière semaine de juillet 1914, fut célébrée à Edimbourg, sous les auspices de la société royale, en commémoration du tricentenaire de l'invention des

5. *Homo Calculus* réunit environ 1500 pièces de collection sur le thème de l'histoire du calcul et de l'informatique, dont quelques machines de la collection Malassis. L'exposition *Homo Calculus*, du même nom, a été présentée pour la première fois dans les locaux du château Margaut à Talence, du 2 au 14 octobre 1995, dans le cadre de la science en fête du CNRS. Elle présentait 250 pièces environ extraites de sa collection. Les panneaux de l'exposition sont visibles sur le site : <http://remuniv-reunion.fr/homocalculus/Data/menu/index.htm>

6. Maurice d'Ocagne, « Préface », in Louis Couffignal, *Les Machines à calculer, leurs principes, leur évolution*, Paris, Gauthier-Villars, 1933.



LUCIEN MALASSIS (À DROITE) AU CÔTÉ D'ANATOLE DE MONZIE, ANCIEN MINISTRE, ALORS PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU CNAM, LORS DE L'EXPOSITION DE LA MÉCANOGRAPHIE EN 1942, DEVANT LA VITRINE EXPOSANT LA MACHINE DE PASCAL.
Collection Homo Calculus

velle exposition. Albert Navarre, directeur de *La Revue du bureau*, est chargé de l'organisation à la Maison des Centraux, à Paris.

Une nouvelle fois, Lucien Malassis est le personnage central de cette exposition. Est-ce lui qui l'aurait également suggérée? Il est possible qu'il en ait eu le projet. Cette exposition a réuni des pièces de sa collection, comme le montre sa liste manuscrite, mais aussi du musée des Arts et métiers, notamment une machine de Pascal. Il a rédigé, pour *La Revue du bureau*, un article intitulé « Le calcul, ses moyens mécaniques depuis les temps reculés » où il présente l'historique des machines à calculer, dont il a conservé deux exemplaires manuscrits. Un dossier avec l'ensemble des courriers et de nombreux articles de presse relatifs à cet événement est conservé dans ses archives.

Cette exposition rétrospective était également consacrée aux machines à écrire. Charles Guillemot (1825-1898), l'inventeur de la première machine à écrire française, est à l'honneur. Belle figure, forte personnalité, et très habile mécanicien, il a déposé son brevet le 16 février 1859. Louis Forest, chroniqueur au journal *Le Matin*, a écrit à propos de cette exposition : « Nous avons par cette exposition appris que la première machine à écrire avait été inventée en France. On l'aurait parié. Les esprits créateurs sont si nombreux chez nous ! Par malheur le capital est moins imaginaire. Il est par l'impôt et la persuasion, habitué à être étatisé. Aussi nos inventions tournent-elles court. Elles sont, alors, reprises à l'étranger qui en tire les profits et nous les renvoie ».

Quelques autres expositions

Les interactions de L. Malassis avec les musées, français et étrangers sont multiples. Ses compétences sont reconnues en 1932, par un prix de 1000 F de la fondation Trémont, de l'Académie des sciences « pour ses inventions et ses travaux d'érudition dans le do-

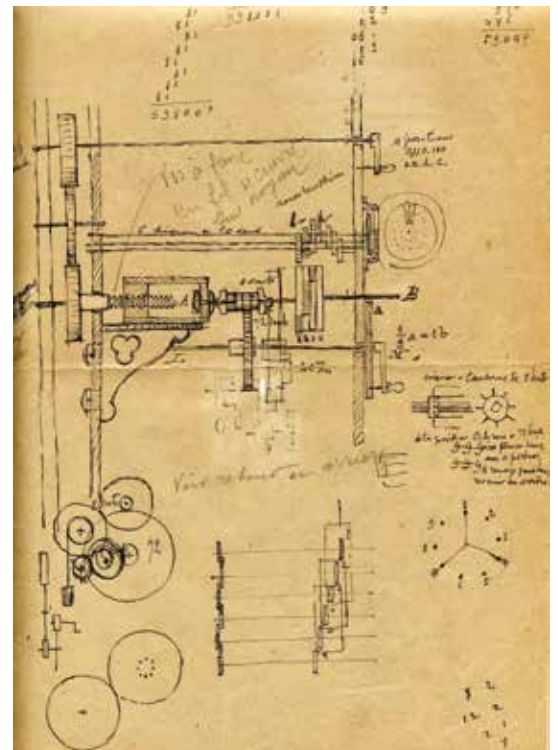
maine des machines à calculer ». Il remet en ordre de marche la machine de Pascal du Conservatoire des arts et métiers, ce dont M. d'Ocagne a rendu compte à l'Académie des sciences, car à l'occasion de cette réparation, L. Malassis a découvert un principe mécanique qu'on croyait avoir été mis en œuvre beaucoup plus tard, sur la machine du docteur Roth de 1843.

En 1936, il a exposé, au *Science Museum* de Londres, une collection d'instruments d'aide au calcul. *The Times* du 12 mai 1936 s'en est fait l'écho : « Un collectionneur amateur français bien connu, M.L. Malassis, a présenté au musée une petite collection de matériels primitifs de calcul, qui a été exposée à proximité des derniers types de calculatrices ». Il a fait don à ce musée, entre 1927 et 1938, de 13 instruments de calcul, dont un arithmographe de Léon Bollée, un totalisateur de Troncet, une machine Adix et des cercles à calcul.

Il est également présent à l'exposition du musée des Arts et métiers de 1942 et participe à son organisation, en tant que conseiller technique auprès de ce musée depuis quelques années.

L'APPORT D'ANDRÉ CHAUVIN

Lucien Malassis est décédé en 1951, et sa collection a été rachetée par André Chauvin, collectionneur passionné, propriétaire de la société Y. A. Chauvin, rue des Ours à Paris, un distributeur de machines à calcu-



SCHEMA MANUSCRIT DE LUCIEN MALASSIS RELATIF À LA MACHINE DE POLÉNI (1709) DONT IL ÉTUDIE LE FONCTIONNEMENT.
Collection Homo Calculus

ler (machines Rheinmetall, Précisa, caisses enregistreuses, duplicateurs) et de matériel et équipements de bureau. La société Y. A. Chauvin a présenté au Salon des industries et du commerce de bureau (SICOB), en 1959, la première reconstitution, aussi fidèle que possible, de la machine à calculer inventée par Schickard en 1623, année de naissance de Pascal, en état de marche. A. Chauvin a enrichi la collection Malassis notamment par des machines du début du XX^e siècle.

Nous n'avons pas eu connaissance de manifestations ou d'expositions organisées par A. Chauvin. Sa machine de Schickard a été reproduite par la suite en plusieurs exemplaires, la plupart détenus par des collectionneurs privés. À la suite de son décès, en 1970, son fils Jacques a confié, en 1974, le soin d'expertiser et de vendre l'ensemble des pièces de la collection à Alain Brioux. Son travail d'expertise - le catalogue d'Alain Brioux de 1984 comporte 305 entrées - auquel avait contribué Jimmy Druhlon, a duré une dizaine d'années et, en 1984, IBM Europe a fait l'acquisition de cette collection. Quelques pièces ont été vendues séparément.

LES EXPOSITIONS DE L'AMISA

L'Association pour le musée international du calcul de l'informatique et de l'automatique de Valbonne Sophia Antipolis (AMISA), créée en 1991, a bénéficié peu après d'un prêt de machines de la collection Malassis par IBM Europe. Elle a réalisé avec de nombreuses expositions intitulées comme *Le Calcul jusqu'à Pascal* et *L'informatique à 3000 ans*. Montrées dans un premiers temps à Sophia Antipolis, elles sont devenues par la suite itinérantes et ont été présentées à Bègles, en 1993, à l'INRIA Sophia Antipolis en 1994, à Bourges et Saint-Étienne en 1995 et Clermont-Ferrand en 1996. Dominique Ferriot, directrice du musée des Arts et métiers, siégeait au conseil scientifique de l'AMISA aux côtés de nombreuses personnalités. L'AMISA avait pour ambition de créer un centre culturel dédié à l'informatique.

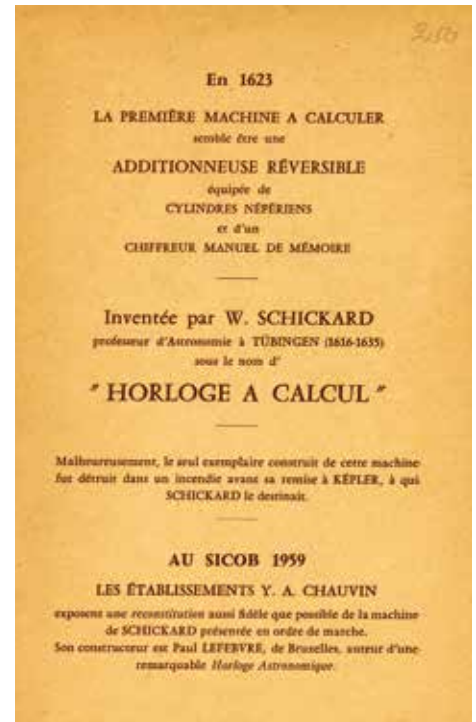
QUE RESTE-T-IL AUJOURD'HUI DE CETTE COLLECTION D'IBM EUROPE ?

La société IBM Europe a mis fin à ses activités en 2008 et l'ensemble de ses actifs en Europe ont été vendus. Les pièces de la collection détenues par l'AMISA lui ont été restituées. Selon Gérard Giraudon, directeur du centre de recherche de INRIA Sophia Antipolis et ex-président de l'AMISA, des personnes de IBM Europe sont venues

récupérer les pièces de AMISA, le 13 juin 2008. Depuis cette date, nous ne savons rien de cette collection qui a certainement rejoint les États-Unis. Elle n'a pas été dispersée dans une vente aux enchères car nous en aurions été informés. De toute évidence et depuis plusieurs années, IBM n'a plus d'intérêt pour ses collections et l'organisation d'expositions. Cette collection a dû rejoindre et enrichir la collection d'IBM USA. Affaire à suivre...

Témoins aujourd'hui en France de cette collection : une grande partie du fonds documentaire de Lucien Malassis, quelques-unes de ses machines, aux côtés de nombreuses autres machines anciennes, sont réunies dans la collection *Homo Calculus* et les photos des différentes pièces sont mises en ligne sur le site de Valéry Monnier, collectionneur, à l'adresse : <http://www.ami19.org/Malassis/Bouliers-et-Divers.html>. Ces photos avaient été réalisées par Alain Brioux au moment de l'inventaire et de l'expertise de la collection et confiées par la suite à Jimmy Druhlon. Lucien Malassis est mort le 23 mai 1951, 5 rue Raspail à Bois-Colombes. Curieusement c'est à Bois-Colombes qu'IBM France a installé son nouveau siège.

De nombreux projets de musées ont été proposés depuis, des initiatives nombreuses et locales devraient pouvoir converger vers un projet de réseau d'espaces culturels régionaux, dédiés à l'informatique et au numérique. Plusieurs villes sont candidates, qui présentent de remarquables collections, parmi lesquelles : Paris avec la collection du CNAM, Grenoble avec l'association ACONIT, Belfort avec la Fédération française des équipes Bull, Bordeaux avec *Homo Calculus*, Sophia Antipolis avec l'AMISA. Un paradoxe étonnant. Alors que la France est, aux côtés des États-Unis, un des pionniers de l'industrie informatique, elle est aujourd'hui le seul pays industrialisé qui n'a pas son musée ou son lieu de culture dédié à l'informatique et aux technologies numériques. La France est aussi le pays de Blaise Pascal et de Thomas de Colmar, dont aura lieu en 2020 le bicentenaire de l'invention de l'arithmomètre, première machine à calculer fabriquée industriellement.



AFFICHE DE PRÉSENTATION AU SICOB DE 1959. ANDRÉ CHAUVIN ÉTAIT UN COLLECTIONNEUR PASSIONNÉ. Collection Homo Calculus



LA COLLECTION INFORMATIQUE DU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

MACHINE À STATISTIQUES
D'HERMAN HOLLERITH (1889)
(INV. 11747-)
Musée des arts et métiers-Cnam,
Paris / Photo Charlotte Compan

1. <http://www.academie-francaise.fr/le-dictionnaire/la-9e-edition>

Isabelle ASTIC
Responsable des
collections Informatique
et réseaux
Le Cnam - Musée des
arts et métiers

L'informatique, au sens de « *Science du traitement rationnel et automatique de l'information ; l'ensemble des applications de cette science* »¹ possède un patrimoine. La rapidité de son évolution, la diversité de ses domaines d'applications, l'essor des pratiques rendent rapidement obsolètes les équipements, les architectures techniques auxquelles ils appartiennent, leur organisation interne. Conserver ce patrimoine est devenu une évidence et de nombreuses organisations s'y emploient, mais chacune selon ses propres objectifs qui déterminent les caractéristiques de leurs collections. En France, le Musée des arts et métiers, du Conservatoire national des arts et métiers (Cnam), est le seul musée public qui participe à la préservation du patrimoine informatique. L'objectif de cet article est d'en présenter la collection informatique, en expliquant comment elle fut constituée et en détaillant ses caractéristiques en relation avec les missions du Conservatoire. La conclusion résumera cette analyse et situera les collections dans le paysage de la préservation du patrimoine informatique.



ORDINATEUR CAB 500 (1962-1963) (INV. 22358-)
Musée des arts et métiers-Cnam, Paris / Photo Jean-Claude Wetzel

UNE CONSTRUCTION INTELLECTUELLE

La collection informatique est une collection récente, postérieure à la naissance de l'informatique elle-même. Lorsqu'elle fut créée, le musée possédait déjà dans ses collections des pièces relevant de l'histoire de cette science et technique. La collection informatique est donc un corpus, construit autour de la définition ci-dessus, constitué de deux types d'objets : ceux acquis pour l'histoire de l'informatique et ceux acquis antérieurement, comme les composants électroniques par exemple, pour leur apport techniques dans d'autres filières mais pouvant être considérés comme des jalons préalables à l'existence de l'informatique.

Les éléments de ce corpus ont été identifiés par une recherche des acquisitions dans les registres d'inventaire du musée, complétée par des requêtes dans la base de données de gestion des collections sur des index, des mots clés et des provenances (constructeurs, laboratoires, centre de recherche). À ce jour, près de 200 numéros d'inventaire, objets uniques ou ensembles, constituent la collection informatique du Musée des arts et métiers.

Cette collection s'étend sur une période allant de 1889, année de la présentation du système de tabulation d'Hollerith à l'Exposition universelle de Paris et de son entrée en collection², à 2008, année de la mise sur le marché du supercalculateur IBM Blue Gene/P. La majorité des objets du corpus a cependant été produite après la Seconde Guerre mondiale.

LES CARACTÉRISTIQUES DE LA COLLECTION INFORMATIQUE DU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

Le musée est une émanation du Conservatoire. Ce dernier fut créé à la Révolution française comme « un dépôt de machines, modèles, outils, dessins, descriptions et livres »³ pour « perfectionner l'industrie nationale »⁴ par la démonstration des principes qui y sont mis en œuvre. Les premiers dépôts vont s'enrichir de nouveaux artefacts au fil de l'évolution technique. Des collections anciennes, à l'origine du musée, se constituent alors au sein du Conservatoire. Leur valeur pédagogique justifiera leur conservation⁵. Au XIX^e siècle, les collections sont classées en « séries » selon des filières techniques⁶, qui seront ensuite complétées rétrospectivement. Les objets sont acquis pour leur « indication véritablement technique », afin de constituer des « jalons industriels, marquant la route et les progrès »⁷. Le musée du Conservatoire devient peu à peu le musée national des techniques, vocation revendiquée par Maurice Daumas⁸, conservateur du musée (1960-1976)⁹ et réaffirmée lors de la rénovation du musée (1991-2000).

UNE COLLECTION MARQUÉE PAR L'EXPERTISE DES ENSEIGNANTS DU CONSERVATOIRE

L'influence des enseignants du Conservatoire est déterminante pour les collections du musée. Au XIX^e siècle, ce sont les professeurs qui choisissent les machines, commandent des modèles, supports de leur enseignement, et déterminent comment présenter les objets dans les galeries¹⁰. Entre 1960 et 1976, Maurice Daumas implique de nouveau les professeurs et assistants du Cnam, garants de la définition « rigoureuse » des programmes techniques et scienti-

2. Dossier d'œuvre Inv. -11747.

3. *Rapport sur l'établissement d'un Conservatoire des arts et métiers par Grégoire. Séance du 8 vendémiaire, an 3 de la République, une et indivisible. Projet de décret*, <http://cnum.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?BIBL589/19/100/20/0/0>, consulté le 21 septembre 2018, voté le 19 vendémiaire de l'an III (10 octobre 1794). Cf. A. Mercier, *Le Conservatoire des Arts et Métiers, des origines à la fin de la Restauration (1794-1830)*, Editions Snoeck/Le Cnam, Paris, 2018, p. 132.

4. L. Dufaux (dir.), *Le Musée des arts et métiers : guide des collections*, Ed. Musée des arts et métiers-Cnam/Ertyls, 2015.

5. *Ibid.*

6. M-S. Corcy, « La politique d'enrichissement des galeries du Conservatoire des arts et métiers (1849-1880) », *Artefact*, n° 3, CNRS Editions, 2016, p. 165-182.

7. Citation de Théodore Olivier, professeur de géométrie descriptive, dans M-S. Corcy, *ibid.*

8. M. Daumas, « Vers un Musée national des techniques », *La Revue d'enseignement technique : technique, art, science*, n° 186-187, Paris, 1965, p. 28-35.

9. R. Taton, « Nécrologie : Maurice Daumas (1910-1984) », *Revue d'histoire des sciences*, tome 37, n° 3-4, 1984, p. 334-338.

10. M-S. Corcy, *op. cit.*

11. M. Daumas, *op. cit.*

12. En 1970, A. Hocquenghem est directeur du département de Mathématiques et informatique. Il est professeur de Mathématiques générales en vue des applications aux arts et métiers. P. Namian est professeur de Machines mathématiques et informatiques (« Cent cinquante ans de Haut Enseignement Technique au Conservatoire des Arts et Métiers », Dir. Ministère de l'Éducation Nationale, Paris, 1970).

13. Pour A. Hocquenghem : J. Chastenet de Géry, « Hocquenghem Alexis (1908-1990) », in *Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers dictionnaire biographique 1794-1955*, A-K, C. Fontanon et A. Grelon (dir.), INRP/Cnam, 1994 ; Pour P. Namian : C. Neumann, L. Petitgirard et C. Paloques-Berges, « Le Cnam : un lieu d'accueil, de débat et d'institutionnalisation pour les sciences et techniques de l'informatique », 1024 - *Bulletin de La Société des Informaticiens de France*, 2017, 73-91.

14. P-E Mounier-Kuhn, « Les collections informatiques en France », *La Revue, Musée des arts et métiers*, février 1993, n° 2, p. 10-18.

15. Archives du Cnam, Procès-verbaux du conseil d'administration, séance du 4 juillet 1942.

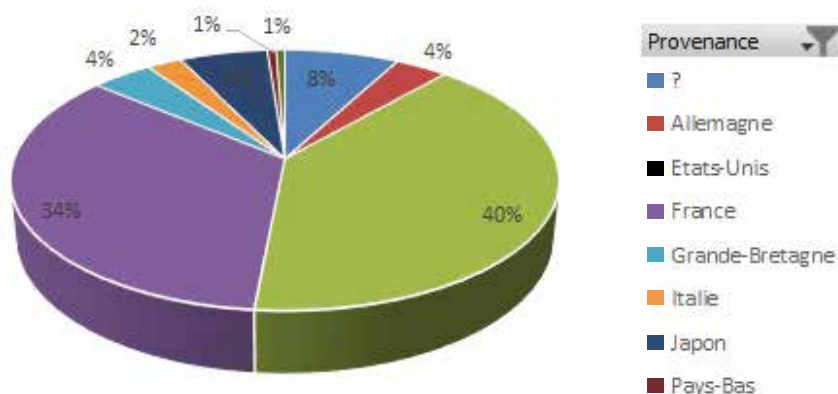
16. M. Daumas, *op. cit.*

17. *Ibid.*

18. Dossier d'œuvre Inv.40841- à 40853.

19. Dossier d'œuvre Inv.22263.

Total



du musée¹¹. Il y a dix ans, ces liens se sont institutionnalisés : des professeurs siègent en qualité d'experts à la commission des collections, chargée notamment d'étudier les propositions d'acquisitions. Les avis des enseignants sont également sollicités lors de la constitution de ces dossiers.

Les enseignants ont participé à l'enrichissement de la collection, soit par le transfert de matériel de leur laboratoire (mini-ordinateur SYSTIME 8750 du laboratoire d'informatique, mini-ordinateur HP21X du laboratoire de métrologie, composants électroniques de la chaire de techniques fondamentales de l'informatique), soit par leurs liens avec les industriels du secteur. Alexis Hocquenghem et Paul Namian¹² ne sont probablement pas étrangers, l'un ou l'autre, à l'entrée en collection de l'ordinateur CAB 500, du laboratoire d'informatique, conçu par la Société en Electronique et Automatisation (SEA) : Hocquenghem fut expert auprès de cette jeune entreprise, Namian y fut ingénieur quelques années avant d'intégrer le Cnam¹³.

À L'ÉCHELLE NATIONALE

Ces relations privilégiées entre le Cnam et les industriels français peuvent expliquer l'importance de la représentation nationale dans la collection, presque équivalente à celle des États-Unis. Cette préférence est réaffirmée au début des années 1990¹⁴.

Ces acquisitions sont fréquemment associées à des expositions temporaires ou des rénovations de salles du musée. La Compagnie des machines Bull fit don de la « première tabulatrice à cartes perforées et la première trieuse fabriquées par cette société »¹⁵, suite à l'exposition du tricentenaire de la machine à calculer de Blaise Pascal (mai-juillet 1942) où elles étaient exposées. Maurice Daumas insiste sur l'apport indispensable et généreux des « industriels et <des> chambres syndicales de l'industrie »¹⁶ lors de la réorganisation des salles du musée. Cette coopération fut probablement l'occasion du prêt, par la société

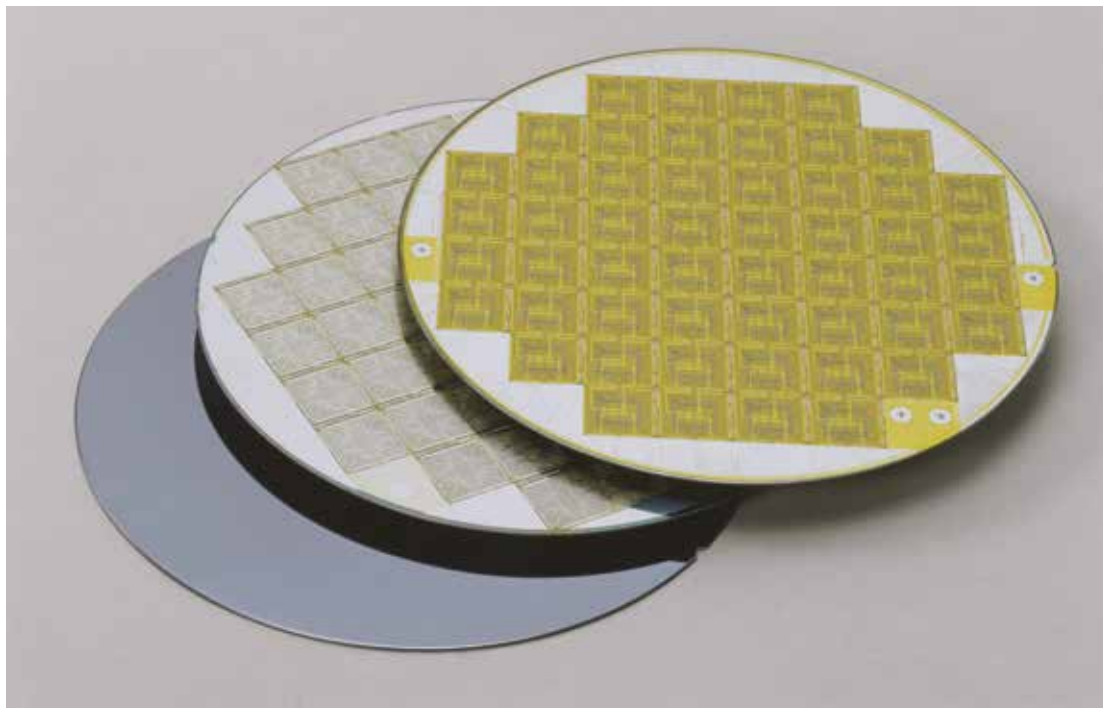
Thomson-Houston, de deux « tableaux de composants électroniques miniaturisés », inscrits sur le registre de l'inventaire en 1963. L'actualisation des sections télévision, radio et électronique, était en effet « en cours d'achèvement fin 1964 »¹⁷. Quelquefois, c'est l'aura du Musée qui invite au don : les archives et un exemplaire de chaque micro-ordinateur produit par la société SMT-Goupil furent confiés au musée pour rappeler l'existence d'une industrie nationale de la micro-informatique¹⁸.

UNE HISTOIRE DES TECHNIQUES MATÉRIELLES

La calculatrice PGC est entrée en collection en raison de sa « technique électronique à lampe »¹⁹ mais les motifs d'acceptation ne sont pas toujours indiqués dans les dossiers des pièces anciennes. L'étude des archives du Cnam, en cours, montre que les acquisitions sont validées par le Conseil d'Administration du Cnam mais rarement justifiées.

Cependant, l'étude de la collection elle-même permet de retracer une histoire technique de l'informatique. Elle reprend l'évolution des « techniques élémentaires »²⁰ mises en œuvre en informatique, des premières, empruntées au monde des télécommunications (relais, électronique à tube, transistor, électronique discrète), aux plus récentes, spécifiques à l'industrie de l'informatique (silicium et circuits intégrés). Ces différentes techniques sont combinées au sein d'« unités techniques » (ateliers de mécanographie, mémoires, unité de calcul, périphériques, calculateurs, ordinateurs) et en ont marqué l'évolution. La collection présente ainsi les transformations de l'architecture fonctionnelle des machines, influant leur composition matérielle et logicielle :

- extraction de la fonction grandissante de calcul des ateliers de mécanographie en une machine spécifique (Gamma 3),
- tâtonnements dans l'architecture fonctionnelle des ordinateurs (machine à calculer de Louis Couffignal)



LE TRANCHES DE SILICIUM PHOTOLITHOGRAPHÉES (1993) (INV. 43147-)
Musée des arts et métiers- Cnam, Paris / Photo Sylvain Pelly

20. « Unité technique » : ensemble technique où interviennent plusieurs techniques élémentaires convergeant pour la production d'un résultat donné ; « unité industrielle » : associe organiquement plusieurs unités techniques pour assurer un certain type de production. Cf. F. Russo, « L'analyse des techniques et de leur évolution », *Sidérurgie et croissance économique en France et en Grande-Bretagne (1735-1913)*, Cahiers de l'Institut de Science économique appliquée, t. 5, n°158, 1965, p. 232-237.

21. Premier nœud français permettant d'accéder à un réseau international de communication. Dans I. Astic, « Le mini-ordinateur Systeme 8750 », *Les cahiers d'histoire du Cnam*, n° 7-8, 2017/1.

22. M-S. Corcy, « Exposer l'invention », *La Revue, Musée des arts et métiers*, n° 51/52, Février 2010.

PROGRAMME DE LA MACHINE À CALCULER DE LOUIS COUFFIGNAL (1947-1951) (INV. 35681-)
François Anceau

vers une implantation, de plus en plus intégrée, de l'architecture de von Neumann (mainframe, mini puis micro-ordinateurs),

- évolution de cette dernière vers un traitement parallèle logiciel (multiprogrammation des mini-ordinateurs et du STRETCH) ou matériel (parallélisation des unités de traitement, simple pour le Cray 2, massive pour l'IBM Blue Gene/P).

Les différents périphériques montrent comment ont été extraites, conservées et restituées les informations traitées par les systèmes informatiques (moniteurs, claviers, télétypes, imprimantes, pointeurs, stockages externes). Les techniques d'assemblage des « unités techniques » et des « techniques élémentaires » sont expliquées par les générations de cartes électroniques (cartes, circuits imprimés, circuits intégrés), les structures d'interconnexion des composants et des cartes (bus et fonds de paniers), les connecteurs, ainsi que les réseaux (modems acoustiques, numériques, Minitel, mini-ordinateur SYSTIME 8750²¹, nanoréseau).

L'« unité industrielle » du silicium est présente : barreau de silicium pur et différents supports de silicium associés à l'élaboration des puces électroniques jusqu'à la découpe des wafers photolithographés. Les applications de l'informatique au sein de filières et de leurs productions sont également conservées : équipements de bureau avec les micro-ordinateurs et leurs logiciels de traitement de texte, substitués aux machines à écrire²², consoles de jeu, systèmes et cartes graphiques, coprocesseurs pour le traitement des images. Un calculateur Télémécanique T2000,

son système de télétransmission et ses périphériques montrent l'architecture technique d'un système de contrôle/commande. L'informatique au cœur des produits est également représentée avec le système d'injection des moteurs diesel « HDI », des appareils photographiques numériques et des supports monétaires (cartes à puces).

Les logiciels présents dans la collection sont majoritairement des exécutables préservés sur des disquettes. De plus anciens sont disponibles sous forme de bandes perforées (logiciels scientifiques du mini-ordinateur HP 21X). Le musée conserve un rare programme de calcul de sinus gravé sur un film photo-





SALLE COMMUNICATION, INFORMATIQUE, C. 1975
Musée des arts et métiers-Cnam,
Paris / Photo Studio Cnam

graphique pour la machine à calculer de Louis Couffignal. Mais les logiciels ne constituent que 17,5% du corpus. Le choix du format des logiciels et le problème de leur valorisation constituent des questions dont les réponses sont toujours un sujet d'étude, ce qui freine leur préservation.

LA QUESTION DE LA VALORISATION PAR L'OBJET

La mission de démonstration du Conservatoire se matérialise dans le choix des objets et leur traitement. La collection contient peu de documents. Cependant, sa documentation, quoiqu'hétérogène, n'est pas inexistante. Certains artefacts ont été acquis avec la documentation technique qui les accompagnait. D'autres ont fait l'objet de dossiers par les membres du Centre d'histoire des techniques du Cnam (CDHT)²³ puis plus récemment par les responsables des collections attachés à leur gestion. Cette documentation a un statut variable en fonction des époques. Le plus

souvent, elle a été intégrée aux dossiers d'œuvre, mais elle a aussi quelquefois été inscrite au registre de l'inventaire (documentation des micro-ordinateurs SMT-Goupil). Actuellement, pour la collection informatique, le choix est d'intégrer les documents aux dossiers d'œuvre sauf s'ils constituent un témoignage d'un procédé technique, comme une photographie d'un procédé disparu.

Les objets sont quelquefois transformés, certains sous forme d'« écorchés »²⁴ : leurs capots ont été remplacés par des plaques transparentes (disque dur du Stretch, calculatrice PGC, Gamma 60), d'autres sous forme d'extraction : des disques durs ont été détachés d'ordinateurs de différentes générations pour montrer leur miniaturisation et les technologies mises en œuvre (« modèle de démonstration » de disque dur Memorex). Ces pièces, tout comme celles de petites dimensions, semblent entrer en collection lors des projets d'exposition ou de refonte des salles existantes. L'ensemble de puces IBM ou Bull, les fonds de panier, les boîtiers de disques durs ont été acquis lors

²³ M. Dumas, « Vers un Musée national des techniques », *op. cit.*

²⁴ Dossier d'œuvre Inv.22263.

de la rénovation du musée. D'autres composants d'ordinateur, un disque dur microdrive IBM, ont intégré le musée lors du renouvellement de la salle des instruments scientifiques contemporains.

Ces objets peuvent être présentés sous la forme de séries déjà constituées (tableaux de composants électroniques) ou à créer, soit pour montrer l'évolution d'une même typologie d'objets (disques durs, ordinateurs aux constituants de plus en plus intégrés), soit pour favoriser la comparaison de pièces de même finalité mais de différentes technologies ou formats (bandes et cartes perforées, bandes, disques et disquettes magnétiques, mémoires à microprocesseur).

Ces principes de valorisation actualisent ceux définis au XIX^e siècle pour la lisibilité du fonctionnement de la machine et qui s'appuyaient sur des tableaux explicatifs, la mise en action des machines, des modèles en coupe afin de montrer le principe technique interne de l'objet, quitte à simplifier pour ne laisser que ce « qui est indispensable comme jalons industriels »²⁵. Les « écorchés » rappellent les modèles en coupe, les tableaux précédemment mentionnés reprennent le principe de la panoplie d'outils du XIX^e siècle ou les tableaux explicatifs ; un ordinateur d'enseignement Telefunken, mis en fonctionnement dans le musée²⁶, est entré en collection en 1969 car Maurice Daumas souhaitait « un appareil de démonstration moderne »²⁷. Toutefois, leur lisibilité bute sur l'invisibilité des procédés techniques matériels récents ou logiciels implantés dans un ordinateur. De plus, les machines ne sont plus mises en fonctionnement pour des raisons de conservation, diminuant encore leur lisibilité. Leur compréhension s'effectue actuellement grâce à des infographies animées (Cray 2, vitrines des mémoires), plus respectueuses des objets.

La collection informatique du Musée des arts et métiers est une construction récente. C'est un corpus d'artefacts associés au traitement de l'information, généralement postérieurs à la Seconde Guerre mondiale, qui retracent une histoire technique de l'informatique. La collection se caractérise par des objets issus de la production nationale, notamment en raison de l'influence des professeurs du Cnam et de leurs liens avec les industriels français. Leur présentation témoigne des principes « muséographiques » mis en œuvre pour satisfaire les missions du Conservatoire.

L'histoire technique évoquée par le musée est cependant essentiellement une histoire matérielle. Le logiciel y est peu représenté. Cet état de fait n'est pas propre au Musée des arts et métiers, la conservation du logiciel soulevant de nombreuses questions, notamment celle de son format et de son accessibilité, que certaines organisations tentent de résoudre. À la préservation des exécutable, qui ne permettent pas de valoriser les procédés techniques logiciels mis en œuvre, l'initiative *Software Heritage* d'Inria, présentée dans ce numéro, préfère celle du code source. Enfin, le Musée des arts et métiers conserve une histoire technique mais pas l'histoire de l'informatique. En l'absence d'une entité unique ayant pour mission de préserver le patrimoine matériel et logiciel de l'informatique en France, celui-ci est conservé ou inventorié par plusieurs organismes aux objectifs différents (ACONIT, mission PATSTEC du Cnam, etc.²⁸), avec un risque de créer à terme des redondances, malgré une vigilance des acteurs concernés, et des problèmes de pérennité dus aux différents statuts de ces organismes et aux limitations des espaces de stockage.

25. M-S. Corcy, « La politique d'enrichissement... », *op. cit.*

26. Dossier d'œuvre Inv. 22229.

27. Courrier de M. Daumas au Président du Conseil de Surveillance, A.E.G-Telefunken France, 28/3/72, Dossier d'œuvre Inv. 22229.

28. ACONIT (Association pour un conservatoire de l'informatique et de la télématique) : www.aconit.org ; Mission PATSTEC (PATrimoine Scientifique et TEchnique Contemporain). C. Ballé, C. Cuenca et D. Thoulouze. (dir.) *Patrimoine scientifique et technique : quels enjeux contemporain ?* Paris, La Documentation française, 2010.



LA COLLABORATION ENTRE L'UNIVERSITÉ DE LILLE ET L'ENTREPRISE GEMPLUS

HISTOIRE ET PATRIMOINE DE L'INNOVATION EN INFORMATIQUE

L'entreprise GemPlus a été fondée en 1988 par six ingénieurs français dont Marc Lassus, Daniel Legal, Philippe Maes, Jean-Pierre Gloton et Gilles Lisimaque, pour certains issus de l'usine Thomson de Rousset. Spécialisée dans la conception et la fabrication de cartes à puces (circuits intégrés), elle est un fleuron industriel français entre la fin des années 1980 et le début des années 2000. Installée à La Ciotat, cette multinationale de 7 800 salariés, dont 2 900 en France, est présente, à la fin des années 1990, dans plus de 37 pays, avec 16 usines, 7 centres de Recherche et Développement, 44 points de vente. En 2006, elle a fusionné avec l'entreprise Axalto pour former le groupe International GemAlto, toujours leader mondial dans le domaine de la carte à puces¹. L'Université de Lille, par son laboratoire LIFL² et son équipe RD2P³, a joué un rôle important dans la politique d'innovation de cette entreprise, avec des collaborations menées de 1989 jusqu'en 2013. Il est intéressant de noter que, durant cette période, la carte à puces a connu un développement industriel et commercial de très grande importance à travers plusieurs applications : la carte bancaire, la carte téléphonique utilisable dans les cabines téléphoniques, la carte SIM des téléphones portables, ou la carte Vitale utilisée par l'assurance maladie en France.

En 1989, seulement un an après la création de GemPlus, sous l'impulsion de Philippe Maes et du Professeur Vincent Cordonnier, l'équipe RD2P a été créée comme un laboratoire commun entre l'Université et l'entreprise, fait rare et original pour l'époque. Ainsi, entre 1989 et 1996, des chercheurs salariés de GemPlus étaient directement affectés au laboratoire de l'Université qui avait ses locaux au sein de l'hôpital Calmette du Centre hospitalier régional universitaire de Lille.

Par la suite, plusieurs thèses ont été financées, souvent sous le régime de la convention CIFRE⁴. Parmi ces doctorants, plusieurs ont été engagés chez GemPlus à l'issue de leur thèse. Ces recherches ont également permis le dépôt de nombreux brevets.

Ces recherches sont à l'origine de nouvelles technologies dont certaines sont encore utilisées aujourd'hui dans le domaine de la carte à puces :

- La carte CQL (card query language).
- La normalisation du système d'exploitation pour carte à puces JavaCard.

CARTE CQL. LES CARTES « CQL » ET « DOS CARD » SONT DEUX CONCEPTS NOVATEURS DE CARTE ÉLABORÉES AU SEIN DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE RD2P DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE. LA CARTE CQL A ÉTÉ IMAGINÉE ET CONÇUE PAR LE PROFESSEUR GEORGES GRIMONPREZ EN 1992. MALGRÉ LES LIMITATIONS PHYSIQUES IMPORTANTES DES CARTES DE L'ÉPOQUE, CETTE CARTE INTÈGRE UN MOTEUR DE BASE DE DONNÉES RELATIONNELLES.

CQL PROPOSE UN SOUS-ENSEMBLE DU LANGAGE SQL, LANGAGE STANDARD DE REQUÊTES DE BASES DE DONNÉES BIEN CONNU. CECI PERMET FACILEMENT DE CONCEVOIR DE MULTIPLES BASES SÉCURISÉES ET STOCKÉES DANS UNE CARTE À PUCES.

ComUE Lille Nord de France



Si l'équipe RD2P a évolué ensuite au gré des changements de l'organisation de la recherche régionale, la thématique de la carte à puces a subsisté jusqu'en 2013 à travers l'équipe POPS⁵ intégrée ensuite dans l'Institut national pour la recherche en informatique et automatique de Lille⁶.

Antoine MATRION

Chargé de projet
« Patrimoine et
Innovation »

Communauté
d'universités et
établissements Lille
Nord de France

Pour entamer le travail patrimonial, plusieurs acteurs ayant participé à cette histoire ont été réunis afin de déterminer une trame et préparer la future collecte. Le premier groupe d'acteurs comporte les Professeurs d'Informatique Vincent Cordonnier, Pierre Paradinas et David Simplot-Ryl, et Olivier Caron, Maître de conférences d'Informatique et ancien doctorant de l'équipe RD2P. Côté entreprise, y participe Jean-Jacques Vandewalle, ancien doctorant de l'équipe RD2P puis salarié de l'entreprise GemPlus, qui a travaillé dans le cadre de cette collaboration de 1995 à 2009⁷. Ce groupe doit encore inclure d'autres acteurs académiques et industriels du projet.

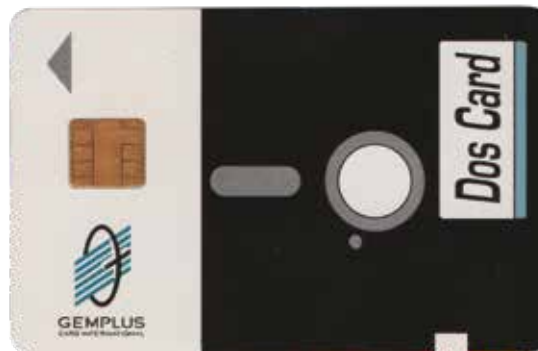
En 2019, un stagiaire est engagé afin de réunir le maximum de données concernant :

- Le patrimoine matériel : objets matériels subsistant comme traces physiques de l'histoire de cette collaboration (processeurs, cartes à puces, objets de communication, ordinateurs système de développement pour carte, etc.) ;
- Le patrimoine logiciel : logiciels informatiques développés dans le cadre de la collaboration ;
- Le patrimoine archivistique : ensemble des documents produits dans le cadre de la collaboration, hors ouvrages et publications (courriers, cahiers de laboratoire, rapports, films, etc.) ;
- Le patrimoine documentaire : ensemble des ouvrages et publications produits dans le cadre de la collaboration ;
- Le patrimoine immatériel : résultats des entretiens à réaliser avec les acteurs de la collaboration.

Ce projet s'exerce également dans le cadre de la mission nationale pour le Patrimoine Scientifique et Technique Contemporain qui fournit un cadre méthodologique propice à l'inventaire de ces patrimoines (www.patstec.fr). En fonction du nombre d'objets trouvés, des opérations de valorisation seront envisagées par la suite.

Si la finalité de ce projet sera de faire connaître l'histoire de cette collaboration auprès d'un public le plus large possible, il permettra également d'interroger les modalités d'une telle collaboration à travers quelques questionnements qui ressortent déjà des premiers témoignages :

- Comment faire émerger des questionnements identifiés par une entreprise industrielle au sein de la communauté universitaire ?
- Comment concilier le temps « long » du travail académique avec les exigences immédiates d'une entreprise qui se doit d'innover sur le court terme ?
- Quelle synergie peut-on identifier à l'issue d'une longue collaboration entre l'université et une entreprise industrielle ?



1. En 2019, le rachat de GemAlto par le groupe Thalès est en cours.
2. Laboratoire d'Informatique de Lille.
3. Recherche et Développement Dossier Portable.
4. CIFRE : convention industrielle de formation par la recherche. Elle permet le recrutement d'un doctorant au sein d'une entreprise pendant son travail de thèse.
5. Systèmes et réseaux pour Petits Objets Portables et Sécurisés.
6. INRIA Lille a été créé en 2003.
7. Cette réunion a été organisée avec Christophe Chaillou, Professeur d'Informatique à l'Université de Lille et coordinateur de la mission « Culture » de la ComUE Lille Nord de France.

LA CARTE DOS CARD, IMAGINÉE ET CONÇUE PAR LE MAÎTRE DE CONFÉRENCES JEAN-MARIE PLACE, SE COMPORTE POUR UN UTILISATEUR LAMBDA COMME UNE DISQUETTE COMPATIBLE AVEC LE SYSTÈME D'EXPLOITATION MS DOS. LA PRINCIPALE DIFFÉRENCE ÉTANT QUE LES DONNÉES STOCKÉES SONT HAUTEMENT SÉCURISÉES. LES DEUX CARTES ONT FAIT L'OBJET D'UN TRANSFERT DE TECHNOLOGIES VERS LA SOCIÉTÉ GEMPLUS, PARTENAIRE DE L'ÉQUIPE RD2P ET ONT ÉTÉ COMMERCIALISÉES PAR GEMPLUS.

ComUE Lille Nord de France

QUELQUES CHIFFRES ILLUSTRANT LA COLLABORATION

Entre 1992 et 2012 : 14 thèses ont été soutenues sur la thématique des cartes à puces à l'Université de Lille dans le cadre du partenariat avec GemPlus.

Entre 1992 et 2018 : 20 brevets ont été déposés par GemPlus puis GemAlto suite à des recherches réalisées par l'équipe du RD2P et ses successeurs (Source : base Brevets de l'INPI).



EN FRANCE, À GRENOBLE, IL EXISTE UN PATRIMOINE INFORMATIQUE COMPLET

PARTIE DU CALCULATEUR
ANALOGIQUE OME
DE LA SOCIÉTÉ SEA (MH)
ACONIT

Grenoble est le berceau universitaire de l'Informatique en France, grâce à Jean Kuntzmann, Professeur de Mathématiques appliquées et à ses élèves. On lui doit la création du mot « Informatique ».

C'est dans cet environnement qu'IBM installe son premier centre européen de recherche. Les majors de l'industrie ne tarderont pas à les rejoindre.

La création de l'Association pour un Conservatoire de l'Informatique et de la Télématicque - ACONIT - s'inscrit dans la démarche, unique à l'époque, de créer un secteur Culture scientifique, technique et industrielle au sein de la Maison de la Culture de Grenoble, ouverte et inaugurée par André Malraux en février 1958, il y a 50 ans !

Fondée à Grenoble en 1985, l'ACONIT organise l'accueil des objets et les structures permettant l'étude et l'illustration de l'évolution de l'informatique et fait revivre son histoire passée en illustrant les développements actuels.

Philippe DUPARCHY
Président de l'ACONIT



La mission de l'ACONIT se décline sur 3 axes :

- Conserver le patrimoine matériel, immatériel et les savoir-faire constitués au cours de l'évolution de l'informatique et les mettre à la disposition du plus grand nombre.
- Contribuer au développement et à la diffusion de la culture scientifique et technique liée à l'informatique et au numérique auprès des différents publics.
- Susciter et soutenir des recherches pluridisciplinaires pour mieux comprendre l'évolution de l'informatique et ses interactions avec la société.

Le récolement 2018 recense 30 000 items, soit plus de 2 500 machines et des milliers de documents diversifiés illustrant ces objets, une histoire de l'informatique et de son industrie, accessible aux scolaires comme aux chercheurs. La collection est située au centre de Grenoble. Elle s'étend sur une surface de 900 m².

La base de données donne un accès virtuel à ces objets. Consultable en ligne sur le site web de l'association (<http://db.aconit.org/dbaconit>), elle offre des « parcours » guidés et commentés permettant une

lecture répondant aux différents niveaux de connaissance des visiteurs : calcul mécanique, mécanographie, grands ordinateurs, ordinateurs individuels, composants...

La collection a permis, grâce aux bénévoles et au mécénat, de produire différentes expositions hors les murs afin d'aller au plus près des différents publics. L'ACONIT a initié plusieurs colloques sur l'Histoire de l'informatique avec les partenaires nationaux (chercheurs, musées, etc.). Animations et conférences autour de thèmes liés au calcul, à l'informatique, à l'internet et au numérique ont été produites entre autres pour les jeunes publics. Dernièrement, la protection au titre des Monuments Historiques d'objets remarquables du patrimoine informatique a séduit les conservateurs (microordinateur ALCYANE, calculateur analogique OME ...).

Dès 2017, l'ACONIT et la COMUE Grenoble-Alpes, avec l'appui de la Métropole et du Département, se sont engagées à mettre la collection à disposition des étudiants sur le Domaine universitaire de Saint Martin d'Hères-Gières, avec le soutien de l'IDEX, pour un large accès aux habitants du territoire de l'académie de Grenoble et de la région dans le cadre de la formation au numérique.

LES SERVEURS DE LA
COLLECTION DE L'ACONIT
ACONIT

EN FRANCE, À GRENoble,
IL EXISTE UN PATRIMOINE
INFORMATIQUE COMPLET



EXPOSITION À VALENCE
ACONIT



POUR PROTÉGER, IL FAUT RECONNAÎTRE, ET POUR RECONNAÎTRE, IL FAUT DÉNOMMER

TABULATRICE À CARTES
PERFORÉES T30, PARIS 1934,
USINE BULL (ANGERS),
CLASSÉ MH LE 06/08/1998
Cliché fédération des équipes
Bull - Ministère de la Culture,
Médiathèque de l'architecture
et du patrimoine

Les politiques publiques nécessaires à l'appréhension du patrimoine de l'informatique restent encore largement à construire. L'Inventaire général du patrimoine culturel et le service des Monuments historiques ont jusqu'ici avancé prudemment et même pour ce qui constitue leur cœur de métier - la connaissance et la conservation du patrimoine matériel - il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine. Entretien avec **Jean Davoigneau**, chargé du patrimoine scientifique et technique au Ministère de la culture, Direction générale des patrimoines, Mission de l'Inventaire général du patrimoine culturel, par **Géraud Buffa** et **Paul Smith**.

De quelle nature sont ces objets issus du monde de l'informatique et comment peut-on les désigner ?

Vous avez raison, je crois, d'aborder la question de la patrimonialisation des artefacts liés à l'informatique par la difficulté que nous avons à les nommer. Avant de vous répondre plus précisément, je me permets de généraliser mon propos. La connaissance du patrimoine repose avant tout sur une démarche d'identification ; c'est-à-dire d'abord nommer, mais aussi classer et organiser. L'élaboration de vocabulaires méthodiques a fondé la démarche de l'Inventaire général, et accompagné la définition des corpus d'analyse et la mise au point des grilles d'analyse des œuvres, et ceci bien avant l'existence même des bases de données patrimoniales. Le recours à l'informatique, à partir du début des années 1970, entraîna la création de lexiques hiérarchisés, puis l'élaboration de thésaurus. Outils nécessaires à la désignation des œuvres, mais aussi de leurs structures, de leurs formes, de leurs matériaux et leurs mises en œuvre qui n'auraient pu s'élaborer sans les travaux terminologiques des vocabulaires méthodiques.

Jean-Marie Pérouse de Montclos, dans sa contribution au colloque sur les inventaires en Europe en 1980, compare le domaine d'étude de l'Inventaire général à l'espace, infini par hypothèse et dont nous ne maîtrisons qu'une toute petite partie. Mais pour lequel et je le cite : « Nous nous reconnaissons des droits ou plutôt des obligations à l'égard de vastes domaines, que nous sommes contraints de laisser provisoirement en friche. En clair, nous ne pouvons prétendre inventorier un secteur si nous ne maîtrisons pas les concepts qui lui sont propres ». Le but de cette citation n'était pas de clore notre conversation sur le diktat : sans travaux terminologiques préalables, impossible de nommer, d'étudier, voire de protéger le domaine de l'informatique. C'est en fait seulement plus difficile ! Les contours du champ couvert par le thésaurus des objets mobiliers incluent de fait celui des objets liés à l'informatique puisqu'il englobe les productions humaines matérielles, présentant une valeur patrimoniale, ou susceptible de l'acquérir.

Dans les thésaurus de la désignation des œuvres architecturales ou mobilières de l'Inventaire général, le principe d'organisation des termes demeure la fonction des objets. Afin d'organiser les termes dont les fonctions sont proches, ils sont tout d'abord distribués en grandes catégories fonctionnelles disjonctives (objets liturgiques, objets civils domestiques, machines de production, instruments, etc.). On ne peut parfois exprimer le concept qu'à l'aide d'une périphrase (moteur thermique à combustion interne) ou bien à l'aide d'une double - voire triple - indexation pour rendre au mieux compte de la complexité fonctionnelle de l'objet.



Soit, mais n'y a-t-il pas une difficulté à distinguer les fabrications humaines utilisant l'informatique selon leurs fonctions ou leurs usages ? On sait que les anglophones appellent « computer » (calculateur) ce que nous appelons ordinateur. Parlons-nous de la même chose ?

Oui, je crois que les deux termes désignent « la même chose ». Curieusement, en 1955, c'est au sein de la filiale française d'IBM, que les responsables s'adressent à un philologue pour savoir quel mot de la langue française doit désigner le computer IBM 650 : ordinateur s'impose dans le monde francophone. Mais c'est plutôt dans la définition du concept que les nuances et variations s'expriment, les dictionnaires et encyclopédies diffèrent, *Le grand Larousse* de 1976 définit l'ordinateur comme un calculateur universel (c'est le *computer* !), tandis que le trésor de la Langue française opte pour une machine algorithmique ; les Anglo-saxons quant à eux, sans doute plus pragmatiques, commencent le plus souvent leurs définitions par le mode de fonctionnement, c'est une machine électronique, puis suit l'énumération des usages ou des pouvoirs de la dite machine : stocker, organiser (on retrouve notre ordinateur !) et trouver des données de toutes sortes, le calcul permet de transformer les données, pour contrôler et donner des instructions à d'autres machines, le tout *very quickly*... Les fonctions et les usages sont énumérées, si l'on cherche à décrire cela à l'aide de notre thésaurus, nous trouvons bien le concept de machine associé à une liste à la Prévert de verbes d'action *a priori* adéquats : traiter des informations, sélectionner, identifier, contrôler, etc. Mais la machine se doit d'être constituée « d'un ensemble d'organes mettant en œuvre de l'énergie mécanique pour assurer une ou plusieurs fonctions dans un cycle de fabrication industriel déterminé ». On est bien loin de nos objets.

Je crois qu'il nous faut dans un premier temps, revenir à l'histoire de l'informatique, pour essayer d'apporter une réponse positive à notre recherche. Les pre-

ARITHMOMÈTRE
THOMAS, PARIS 1876,
ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
CLASSÉ MH 03/03/2003

Cliché Daniel Lebé, 1997
Ministère de la Culture,
Inventaire général / École
polytechnique





ANALYSEUR CORADI, ZÜRICH 1933, ÉCOLE POLYTECHNIQUE, CLASSÉ MH 03/03/2003

Cliché Daniel Lebée, 1997
Ministère de la Culture, Inventaire général / École polytechnique

mières machines sont des instruments de calcul mécanique de plus en plus sophistiqués construits pour résoudre des équations différentielles ou harmoniques qui dans un premier temps ne concernent que la recherche scientifique, puis intéressent très vite la recherche militaire et industrielle. L'ordinateur est le résultat de la mécanisation d'un processus de traitement de données, on retrouve alors notre machine algorithmique, c'est-à-dire la machine de Turing, concept ou modèle abstrait du fonctionnement des instruments mécaniques de calcul. Le génie mécanique au secours de l'algorithme mathématique. Jusqu'à aujourd'hui, le regard des professionnels du patrimoine se pose sur des objets obsolètes et au regard du perpétuel renouvellement technologique des outils informatiques, très anciens, mais pour lesquels les concepts de machine à contrôler pour les commandes numériques des machines-outils ou les commandes CNC (*computer numerical control*) d'aiguillage est une indexation pertinente ; de même qu'*ins-*

TABULATRICE À CARTES PERFORÉES T30, PARIS 1934, USINE BULL (ANGERS), CLASSÉ MH LE 06/08/1998

Cliché Fédération des équipes Bull - Ministère de la Culture, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine



trument de calcul mécanique ou électronique convient parfaitement pour les énormes calculateurs analogiques ou tabulatrices de calcul de l'après-guerre.

Comment appréhender la multiplication de ces appareils (ordinateur, ordinateur portable, serveur, tablette, téléphone, jusqu'à l'ensemble des machines qui utilisent aujourd'hui l'informatique pour traiter les commandes...) avec un regard patrimonial ?

En effet, dans chaque foyer au moins un ordinateur, une tablette et quelques smartphones, on est très loin des quelques calculateurs géants présents à la NASA, au MIT ou au CEA, et que dire de la puissance de calcul de leurs processeurs, en perpétuelle expansion exponentielle. Mais surtout, on a quitté l'université, l'observatoire astronomique, le centre spatial, le sous-marin lanceur d'engins et l'usine pour rentrer à la maison. L'ordinateur est devenu un appareil domestique, comme la machine à laver, le sèche-linge ou le four à induction qu'il pilote à distance d'ailleurs. Et en gagnant la maison et l'appartement, nos objets se sont multipliés par millions. Ils sont, comme nous l'avons dit, de plus en plus connectés les uns aux autres, mais même avant cela ils furent équipés de périphériques, terme désignant aux mieux des appareils ou des dispositifs (*device*) extérieurs à l'ordinateur et qui permettent à l'ordinateur d'acquiescer des données en entrée, de les enregistrer ou de les matérialiser en sortie, et l'escalade continue avec les accessoires, ces objets nécessaires à un type d'utilisation (clavier, souris, etc.) ou complémentaires (écrans particuliers, projecteurs vidéo), mais tous interchangeable. Il nous faut nous résoudre à admettre que nous n'avons plus les outils d'appréhension de ce nouveau champ patrimonial. Les thesaurus ne sont que le reflet du contenu de nos bases de données patrimoniales. Un simple constat, l'électro-ménager des Trente glorieuses y brille par son absence : point de téléphone, ni de poste de télévision, quelques rares postes TSF... Je ne saurais pas dire si nous nous censurons, en détournant le regard sur ces « choses » que vous évoquiez dans votre première question. Peut-être faut-il dans un premier temps laisser à l'anthropologue le soin d'analyser pratiques et usages, ou bien réellement s'atteler à l'élaboration d'un vocabulaire méthodique avec l'aide d'une solide équipe d'experts.

Quels objets issus du monde de l'informatique ont bénéficié jusqu'ici de mesures de protection - inscription ou classement - au titre des monuments historiques ? Dans quel contexte la nécessité de leur protection s'est-elle imposée ? S'agit-il d'ordinateurs ou d'autres types d'objets ?

En fait, il y en a fort peu. Un corpus insuffisant pour en tirer des conclusions. On peut néanmoins souligner que ces rares protections ne sont pas à l'initiative

**INSTRUMENT DE
CALCUL MÉCANIQUE -
CALCULATRICE PORTATIVE,
BUREAU DES LONGITUDES**

Cliché Philippe Fortin, 1996
Ministère de la Culture,
Inventaire général



des conservateurs des antiquités et objets d'art (CAOA). Ceux-ci sont sollicités par des associations compétentes car animées par d'anciens ingénieurs et techniciens de la filière informatique, comme ceux de l'usine Bull d'Angers qui firent classer MH une tabulatrice de calcul et d'enregistrement à cartes perforées de 1934 dès 1998, ou encore l'ACONIT (voir *supra*) qui a fait classer en 2005 un calculateur analogique SEA OME de 1951. La machine associe une tension électrique à une grandeur physique quelconque : on n'opère pas avec des chiffres mais on construit un modèle électrique du phénomène étudié. D'autres protections sont à mettre à l'initiative du réseau d'étude du patrimoine scientifique contemporain (PATSTEC), un ordinateur T1600 Télémécanique de 1972 à Montpellier inscrit MH en 2013, ou bien encore toujours en Occitanie, un robot pédagogique Tortue de la marque Jeulin de 1981, inscrit en 2017. Conservé dans les collections de l'IUFM de Montauban, ce robot est un « accessoire informatique » associé à un ordinateur Thomson T7 et utilisé pour enseigner les bases de la robotique et de la programmation, de la géométrie et des mathématiques aux enfants.

Tabulatrice à cartes perforées T30

Paris 1934, Usine Bull (Angers), classée MH le 06/08/1998

Cette machine comprend un piétement avec moteur électrique et quatre éléments principaux, un bloc pour lire les cartes perforées avec tête de lecture, un système de comptage de cartes, une partie totalisation, et un tableau de connexion avec imprimante. La machine transmet les nombres indiqués aux roues chiffrées. C'est la première machine qui évite de retranscrire les résultats visualisés sur les compteurs. L'imprimante à roue restera la plus rapide du marché jusqu'en 1948 (150 lignes / mn). Cette machine fut construite par Bull selon les brevets d'invention déposés par Knut-Andréas Knutsen. Son originalité réside dans le système d'impression basé sur un système de roue porte-caractères imprimant 'à la volée'. Cette machine n'effectue que des additions. Grâce au succès commercial de cette machine, la jeune entreprise Bull se lancera sur le marché international.



Arithmomètre Thomas

Paris 1876, École polytechnique, classé MH 03/03/2003

Machine à calculer mise au point en 1820 qui permet d'exécuter sûrement et rapidement les quatre opérations de l'arithmétique en déplaçant les montures portant les cylindres. L'appareil de l'École polytechnique n'est pas l'arithmomètre originel conçu par Thomas de Colmar en 1820. Il s'agit d'un modèle postérieur, perfectionné par son fils Thomas de Bojano. La production de série commença en 1851 et se termina vers 1915. À peu près 5 500 machines furent fabriquées pendant cette période. L'exemplaire conservé à Polytechnique porte : «N° 1398», il est daté de 1876.



Analyseur Coradi

Zurich 1933, École polytechnique, classé MH 03/03/2003

Machine analogique mécanique, l'analyseur harmonique à sphère ou à roulettes donne des coefficients de Fourier d'une courbe à analyser. Cet instrument est construit en vue du calcul des amplitudes et des phases de courbes à tracé déterminé, par exemple de diagrammes de barographes, de thermographes, de limnimètres enregistreurs, de diagrammes de force de dynamos ou de machines à vapeur. Cette machine imaginée par Henrici et construite par Coradi, calcule les intégrales qui définissent les coefficients par une combinaison de mouvements de boules et de roulettes.



Instrument de calcul mécanique - calculatrice portative, Bureau des Longitudes

Machine à calculer mécanique à entraînement électrique portative (15 kg environ) effectue les 4 opérations de l'arithmétique avec une capacité de dix chiffres à l'inscripteur, dix chiffres au compteur et vingt au totalisateur.



```

TekCapW: COM4 (TXT)
Start Stop Explorer To Properties Help Exit
Bl StDev: .06 mv | PkWid : .0 sec
Start : 18-05-31 15:58:23
-
SPAN: A SOURCE
Sample : 300 sec | Area : 605341
Volume : 6.54 l | AdjArea : 604824 *
HgAmt : 192.1pg | RespFctr:3148157
Baseline: 0.203 V | PkMax : 0.375 V
Bl StDev: .08 mv | PkWid : 21.7 sec
Start : 18-05-31 16:03:23
-
SPAN: B SOURCE
Sample : 300 sec | Area : 587276
Volume : 6.54 l | AdjArea : 587276 *
HgAmt : 192.1pg | RespFctr:3056816
Baseline: 0.203 V | PkMax : 0.381 V
Bl StDev: .06 mv | PkWid : 23.0 sec
Start : 18-05-31 16:08:23
-
Date Time Typ C Stat AdTim Vol Bl BlDev MaxV Area ng/m3
18-05-31 16:36:52 CLN A NP 0 0 .00 0.194 .056 .000 0 0.000
18-05-31 16:40:30 CLN B OK 0 218 4.79 0.194 0.104 0.194 481 0.000
18-05-31 16:43:12 CONT A OK 0 300 6.53 0.193 .081 0.195 3720 0.181
18-05-31 16:48:12 CONT B NP 0 300 6.54 0.194 0.102 .000 0 .000

```

CONSERVER LES DÉMONSTRATIONS, CONSERVER LES PROGRAMMES

TABLATRICE LOGICIEL
TEKCAP ENREGISTRANT LES
DONNÉES COLLECTÉES PAR
UN ANALYSEUR DE MERCURE
À L'OBSERVATOIRE DE
PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE
DE LA RÉUNION (OPAR)
Cliché Thibaut VERGOZ / IGE /
CNRS Photothèque

À la fin des années 1960, deux résultats ont transformé la logique : la démonstration, par Jean-Yves Girard, d'un théorème et le développement, par Nicolaas De Bruijn, du programme Automath. Ces deux contributions majeures à la logique présentent toutefois une différence : la première est une démonstration, la seconde un programme. Qu'en reste-t-il, un demi-siècle plus tard, dans notre patrimoine ?

Gilles DOWEK

Directeur de recherche
Inria

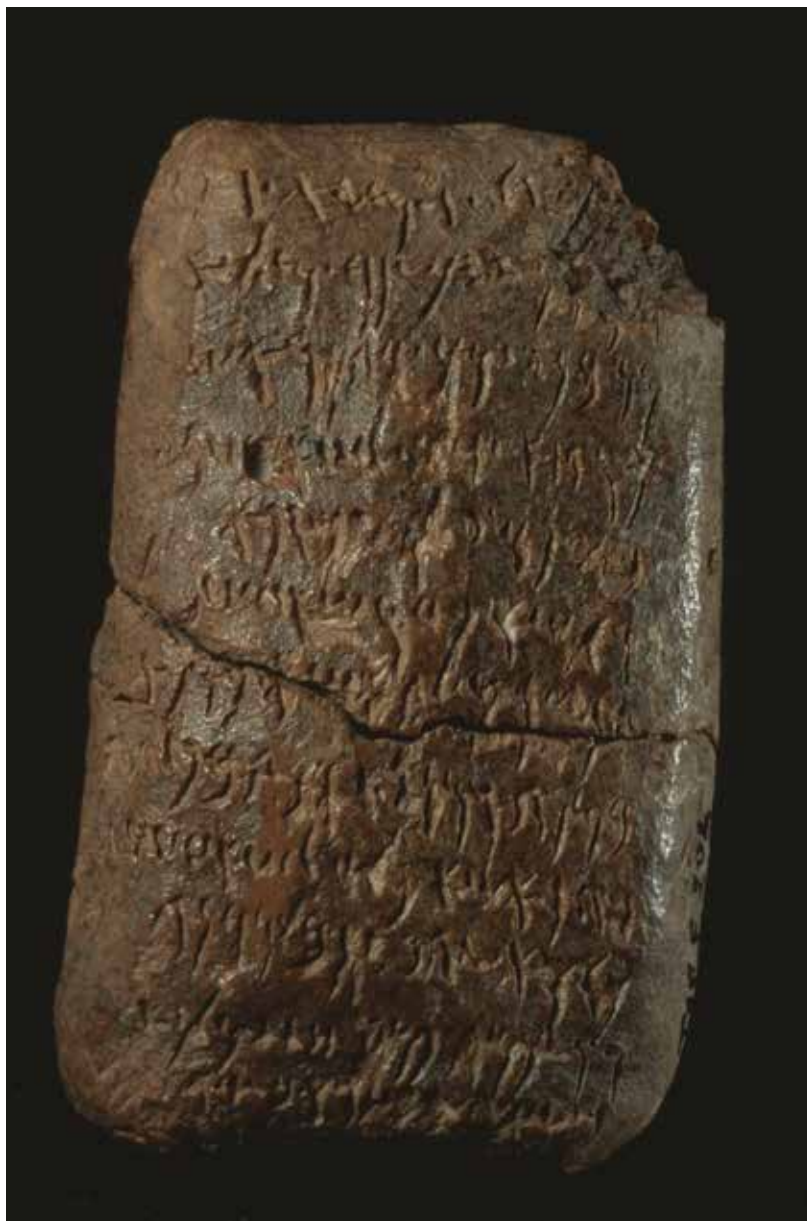
La démonstration de Girard a été entièrement conservée : non seulement parce qu'elle a été enseignée à des générations d'étudiants et a inspiré de multiples généralisations, mais aussi parce que l'article original reste accessible. Le programme *Automath*, en revanche, a inspiré plusieurs programmes postérieurs, mais il est, en lui-même, probablement perdu.

Cet état de fait n'est peut-être qu'une instance d'un phénomène connu : nous pouvons encore lire *Dix petits nègres*, mais il est beaucoup plus difficile de reconstruire Colossus¹. Tony Sale, l'ingénieur en électronique qui a lancé sa reconstitution à Bleytechley Park II, a été obligé de lire à la loupe des photos de ces ordinateurs car les plans avaient été en grande partie détruits. Il a aussi eu beaucoup de mal à trouver des tubes à vide et en a fabriqué des répliques avec des transistors cachés dans une enveloppe de tube.

Mais cette explication de la difficulté à transmettre le procédé de construction d'un ordinateur ou d'un gramophone ne semble pas s'appliquer aux programmes, car un programme est, lui aussi, un objet linguistique. Il nous faut donc chercher ailleurs les raisons de notre difficulté à conserver nos programmes.

Une première est que les programmes sont des objets qui évoluent dans le temps, lequel voit se succéder plusieurs versions du « même » objet : AUT-QE, AUT-PI, AUT-68 sont par exemple trois versions du programme *Automath*. Laquelle - lesquelles - sont à conserver ? Une deuxième est que les programmes sont des textes de très grande taille, dont nous préférons plutôt transmettre l'esprit que la lettre : un algorithme, une description informelle... omettant ainsi souvent de nombreux détails, parfois *a posteriori* plus intéressants que ce que nous avons choisi de transmettre. Une troisième est qu'un programme est écrit dans un langage, et que nous pouvons, avec le temps, perdre la faculté d'exécuter, voire de comprendre, les programmes écrits dans un tel langage. Ces langages, comme les programmes eux-mêmes, évoluent dans le temps et les programmes sont très sensibles à ces perturbations. Nous pouvons comprendre un poème écrit dans une langue ancienne, même quand nous avons perdu la signification d'un de ses mots. En revanche, une minuscule variation dans le lexique, la syntaxe ou la sémantique d'un langage rend les programmes inintelligibles.

Même si de grands progrès ont été réalisés récemment², beaucoup restent sans doute à imaginer pour conserver cette partie, pourtant essentielle, d'un patrimoine en construction.



TABLETTE D'ARGILE, SYRIE. LE PLUS LONG DOCUMENT ARAMÉEN SUR TABLETTE D'ARGILE JAMAIS TROUVÉ (VII^e S. AV. J.-C.). SITE DE TELL SHIOUKH FAOUQĀNI (SYRIE, VALLÉE DE L'EUPHRATE).
Luc BACHELOT/CNRS
Photothèque

1. <http://www.codesandciphers.org.uk/lorenz/rebuild.htm>

2. Voir l'article de Roberto Di Cosmo, *supra*.



À LA RECHERCHE DU WEB PERDU...

SERVEURS DE LA
FONDATION INTERNET
ARCHIVE
Jason Scott, CC BY 2.0

1. F. Musiani et al., *Qu'est-ce
qu'une archive du Web ?*,
Marseille, OpenEdition
Press, 2018.

Valérie SCHAFFER
C2DH, Université
du Luxembourg

Le Web est archivé depuis 1996 par la fondation *Internet Archive* de Brewster Kahle, tandis que de plus en plus d'institutions nationales, souvent des bibliothèques, se sont également emparées de cet enjeu qu'est la conservation de notre « patrimoine nativement numérique »¹. Mais à la rapidité de disparition des pages et des sites, au rythme soutenu de modification de leur contenu, répond une impossible exhaustivité.

Aussi malgré les quelques 338 milliards de pages archivées par *Internet Archive* un pan entier de la Toile est perdu : ce constat invite à interroger la sélection des sites et les choix de préservation, mais aussi la nostalgie ou encore le besoin de recontextualiser ce Web du passé, autant d'enjeux qui engagent des acteurs diversifiés - des archivistes aux internautes, en passant par les chercheurs.

« Perdu mais pas oublié²... » certains chercheurs tentent de mesurer la représentativité de la Toile archivée au regard du Web vivant³, tandis que d'autres essaient malgré tout de reconstituer des sites disparus, en croisant de multiples fonds et sources⁴.

Les internautes, quant à eux, témoignent en ligne de leur attachement à des espaces de sociabilité et créativité, par exemple à Myspace ou Geocities, par des montages telles des pierres tombales portant l'inscription « R.I.P. Geocities » ou « Myspace.com 2003-2008 ». Ces montages qui circulent sur la Toile témoignent d'une « fabrique de la désuétude⁵ » toujours plus rapide, mais aussi d'une nostalgie pour un Web qui était parfois plus intimiste, où régnaient des communautés pionnières, ou encore des pratiques et un design spécifiques.

Si « l'arbitraire du détrit, la brutalité de la suppression ou l'injustice de la disparition sont ainsi dénoncés par des acteurs - eux-mêmes internautes - qui s'expriment au nom de la collectivité⁶ », il est aussi parfois contré par des efforts de sauvegarde, à l'instar du sauvetage de Geocities par l'*Archive Team*, équipe liée à *Internet Archive*⁷. Pour autant, comme le souligne Finn Brunton⁸, dont l'histoire des spams a éclairé une pratique qui n'est pas la plus appréciée mais pas la moindre des communications en réseaux, le Web perdu est aussi celui qui n'est sciemment pas



« LOGO HISTORIQUE » (1990) CRÉÉ PAR ROBERT CAILLIAU, CO-DÉVELOPPEUR AVEC TIM BERNERS-LEE DU WORLD WIDE WEB

conservé, par exemple les publicités, longtemps écartées par les robots de collecte. Mais ce peut être aussi un Web trop bien protégé par des mots de passe ou des captchas⁹, qui empêchent sa capture.

Enfin le Web perdu, c'est aussi peut-être à terme un Web du passé certes conservé, mais pléthorique, confronté, au-delà des pertes techniques, au risque d'une perte de lisibilité et d'intelligibilité s'il n'est pas aussi replacé dans un contexte technique, social, culturel, économique et politique qui seul permet de pleinement saisir la complexité des environnements numériques et de leurs évolutions.

2. H. Huuderman et al., « Lost but not forgotten: finding pages on the unarchived web », *International Journal on Digital Libraries*, 16, 3, 2015, p. 247-265.
3. S. Hale et al., « Live versus archive: Comparing a web archive to a population of web pages », in N. Brügger, R. Schroeder (eds), *The Web as History*, Londres, UCL Press, 2017, p. 45-61.
4. F. Nanni « Reconstructing a website's lost past - Methodological issues concerning the history of www.unibo.it » *Digital Humanities Quarterly*, 2017, <https://arxiv.org/abs/1604.05923>
5. G. Gomez-Mejia, « La fabrique de la désuétude. Regards diachroniques sur Geocities et Myspace », in V. Schafer, *Temps et Temporalités du Web*, Nanterre, Presses universitaires de Nanterre, 2018.
6. *Idem*.
7. Voir <https://www.archive-team.org/index.php/GeoCities>.
8. F. Brunton, « Notes from/dev/null », *Internet Histories*, Issues 1-2, 2017, p. 138-145.
9. Le captcha est une marque commerciale déposée par l'université Carnegie-Mellon désignant un test requis pour accéder à certains services sur internet. Celui-ci consiste à saisir une courte séquence visible sur une image, afin de différencier les utilisateurs humains d'éventuels robots malveillants.
10. B. Bachimont, *Patrimoine et numérique. Technique et politique de la mémoire*, Bry-sur-Marne, Ina, coll. Médias et humanités, 2017.





IMAGES DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

LE ROBOT HUMANOÏDE
HRP2 DANSE AVEC LE
CHORÉGRAPHE ET DANSEUR
TAYEB BENAMARA AU
FESTIVAL LA NOVELA
DE TOULOUSE EN 2011.
ILLUSTRATION DE
L'ENTRETIEN DE JEAN-PAUL
LAUMOND, ROBOTICIEN.
C. Stasse

Serge ABITEBOUL
Directeur de recherche
Inria

Claire MATHIEU
Directrice de recherche
CNRS

Le blog Binaire, créé en 2014 sous l'égide de la Société Informatique de France, est hébergé par le site du Monde.fr. L'équipe éditoriale, composée principalement d'enseignants-chercheurs et de chercheurs en informatique, propose au grand public un magazine scientifique sur l'informatique. Un de nos premiers articles a été « L'informatique, quèsako ? » pour essayer de définir le domaine. Le résultat fut un texte dont certains trouvèrent qu'il faisait la part trop belle à la science, d'autres à la technique, d'autres enfin pensaient qu'il était faux d'autant mêler les deux. D'autres enfin considéraient que les frontières de l'informatique proposées empiétaient sur des domaines comme l'automatique, les communications, la robotique, le traitement du signal, etc., et étaient trop larges. Un peu comme si, lorsque que l'on parle de métallurgie, on ne devait pas parler de boîtes de conserve, de conducteurs électriques ou encore de nanoparticules.

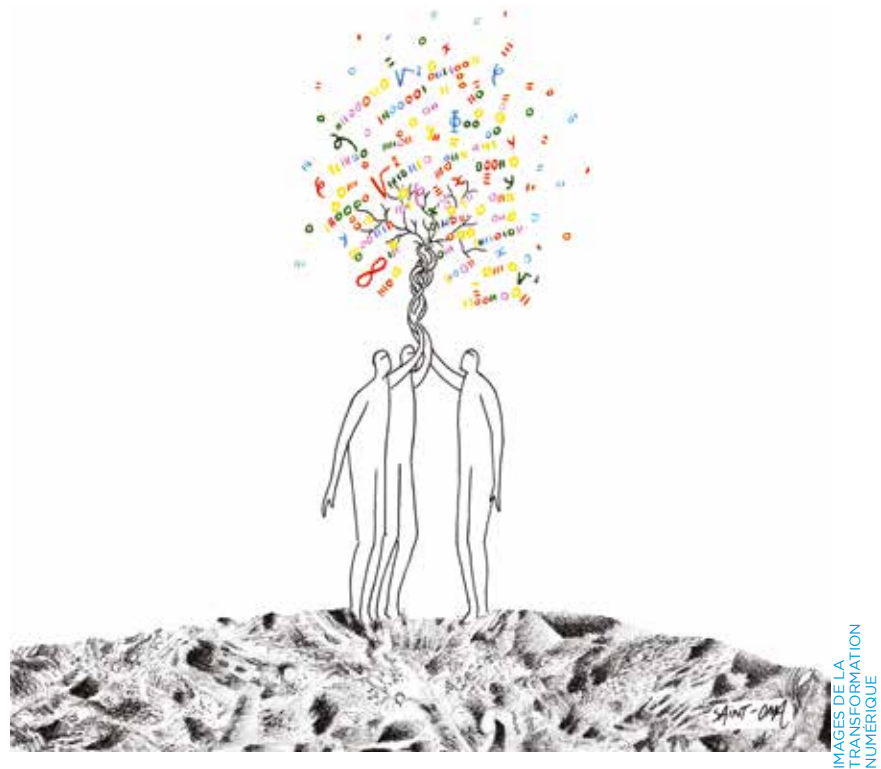
La définition du patrimoine de l'informatique relève du même défi. Sur le blog, quelques articles y sont consacrés, essentiellement sur des musées et des objets. Ils ne constituent pas le cœur de notre activité éditoriale, mais ils sont importants. Ils contribuent à faire connaître et à comprendre l'histoire et la culture informatique.

Quelle que soit la qualité de notre définition, elle est par nature autocentrée. Il nous a donc semblé indispensable de parler des liens entre l'informatique et les autres sciences. C'est l'une des ambitions des « Entretiens autour de l'informatique ».

À travers ces Entretiens, nous cherchons à peindre, par petites touches, dans une approche volontairement impressionniste, les transformations des autres sciences par l'informatique. De quelles sciences ? Des « suspects » évidents : la physique, la chimie, la biologie, l'astronomie... les sciences « dures ». Mais, l'informatique, est-il encore besoin de le répéter, est fondée sur des algorithmes - pour résoudre des problèmes de toutes natures - et des ordinateurs - des machines à tout faire. Les sciences humaines et sociales étaient incontournables, elles s'imposaient. Certaines avaient embrassé l'informatique avec enthousiasme comme la géographie et les systèmes d'information géographique (SIG). D'autres, plus circonspectes, ne demandaient qu'à être convaincues. Après près de quatre ans de vie des Entretiens, nous disposons de quelques trente images de ces transformations. Ensemble, ces articles dépeignent une mutation radicale du paysage scientifique : si chaque science est restée essentiellement la même, chacune s'est profondément enrichie par l'utilisation d'outils numériques et le dialogue avec l'informatique et la pensée algorithmique.

Les scientifiques que nous avons interrogés insistent sur la nécessité de s'appropriier les outils, d'acquérir une pensée informatique. Susan McGregor, Professeure à l'École de journalisme de l'Université de Columbia : « la littératie¹ informatique est devenue essentielle pour les journalistes ».

Les scientifiques nous racontent comment l'informatique a modifié leur façon de travailler. Valérie Masson-Delmotte, chercheuse, climatologue au CEA : « L'informatique s'est avérée indispensable parce que nous fonctionnons de manière de plus en plus distribuée : des chercheurs de différents pays collaborent, partagent des données, des logiciels ». Denise Pumain, Professeure de géographie à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne : « L'informatique a introduit des progrès décisifs dans la manière de pratiquer la géo-



IMAGES DE LA
TRANSFORMATION
NUMÉRIQUE

graphie ». Hélène Dessales, Maître de conférences en archéologie à l'École normale supérieure de Paris : « L'informatique est en train de révolutionner l'archéologie ».

La simulation informatique de phénomènes complexes tient une grande place dans ces entretiens. François Houllier, Président de l'INRA : « La modélisation mathématique et informatique a pris une place considérable en agronomie ». Pour Alessandra Carbone, Professeure en bioinformatique à l'université Pierre et Marie Curie : « Avec l'informatique, il est devenu possible de tester et simuler les interactions de milliers de protéines entre elles ».

Dans les entretiens, la pluridisciplinarité est plébiscitée au point de finir par brouiller la frontière entre l'informatique et le domaine scientifique qui les concerne. À l'extrême, Arshia Cont, chercheur à l'Ircam, constate : « J'ai deux passions, la musique et l'informatique. » Presque tous mêlent dans leur enthousiasme l'informatique à leur domaine de prédilection.

Nous vivons une période charnière pour les sciences, quelle qu'elles soient. *Les Entretiens autour de l'informatique*² du blogue Binaire essaient de capter des images de cette mutation. Ils constituent autant de repères chronologiques pour les disciplines concernées et contribuent à terme au patrimoine immatériel de l'informatique.

LE CERVEAU :
NEUROSCIENCE ET
NUMÉRIQUE. ILLUSTRATION
DE L'ENTRETIEN AVEC
MICHEL THIEBAUT DE
SCHOTTENE.

Dessin de Saint-Oma

1. La littératie est définie par l'OCDE comme « l'aptitude à comprendre et à utiliser l'information écrite dans la vie courante, à la maison, au travail et dans la collectivité en vue d'atteindre des buts personnels et d'étendre ses connaissances et ses capacités ».

2. <http://binaire.blog-lemonde.fr/les-entretiens-de-la-sif/>



PROTECTIONS MONUMENTS HISTORIQUES 2018

VUE GÉNÉRALE DE LA CARRIÈRE GRECQUE ARCHAÏQUE À MARSEILLE (BOUCHES-DU-RHÔNE). EN ARRIÈRE-PLAN, UN TRONÇON DU REMPART DU XVII^e SIÈCLE. L'EXPLOITATION DE CETTE CARRIÈRE DE CALCAIRE DITE « SAINT-VICTOR » DURANT LES VI^e ET V^e SIÈCLES AVANT NOTRE ÈRE A LAISSÉ DES TRACES SUR PRÈS DE 6 M DE HAUT. ELLE A ÉTÉ ABANDONNÉE ET COMBLÉE DANS LE PREMIER QUART DU V^e SIÈCLE.

Denis Gliksman, Inrap

En 2018, la liste des bâtiments industriels protégés au titre des Monuments historiques est assez courte, alors même qu'elle comprend quatre petits moulins ainsi que des ponts, des gares ou des châteaux d'eau, qui relèvent plus du patrimoine de l'artisanat, des réseaux ou des infrastructures en général que du patrimoine de l'industrie elle-même. Sur les 15 protections, on compte deux classements pour 13 inscriptions. Le premier concerne le pont de la rivière de l'Est à La Réunion. Le second porte sur un site archéologique, celui de la carrière de la Corderie à Marseille, laquelle a ainsi été - partiellement - protégée et préservée. Exploitée dès le VI^e siècle avant notre ère, elle devient le plus vieux site d'extraction et donc le plus vieux site « industriel » Monument historique en France. Au final on ne compte que deux inscriptions d'usines des XIX^e et XX^e siècles relevant d'une production industrielle : la brasserie Fischer à Schiltigheim (Bas-Rhin) et la minoterie Saint-Barthélemy de Salernes (Var).

Soulignons malgré tout que la brièveté de cette liste s'explique en grande partie par celle, tout aussi nette, de l'ensemble des protections prononcées en 2018, puisque seuls 245 édifices ont été inscrits ou classés pour toute la France cette année-là ; ce recul des protections est largement dû à l'application de la loi relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine (LCAP) de 2016, qui a de fait limité le nombre de commissions régionales réunies chaque année.

Signalons enfin un 16^e arrêté. Il s'agit de la radiation de la liste des monuments inscrits de la cheminée de l'usine de la Savanna à La Réunion. Il faut dire que cette dernière avait été détruite avant même la signature de l'arrêté qui devait l'inscrire parmi les Monuments historiques, en 2002, alors que la Commission régionale du patrimoine historique, archéologique et ethnologique (COREPHAE) s'était prononcée pour sa protection dès 2000, à un moment où l'usine et la cheminée étaient encore bien debout...

AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Cros-de-Géorand (Ardèche)

Le moulin de Cassonié

Le moulin de Cassonié, les ruines de sa ferme ainsi que la parcelle sur laquelle ils se trouvent, situés au lieu-dit Cassonié sur le territoire de la commune de Cros-de-Géorand, sur la parcelle n°66, figurant au cadastre section AP : inscription par arrêté du 16 avril 2018.

Monnetier-Mornex (Haute-Savoie)

La gare du téléphérique du Salève

La gare haute du téléphérique du Salève à l'exception des élévations construites après 1932, située au lieu-dit « sur la ficelle », sur la parcelle B704, figurant au cadastre section B : inscription par arrêté du 30 mars 2018.

BRETAGNE

Brest (Finistère)

La gare de Brest

Le bâtiment des voyageurs de la gare ferroviaire de Brest, à savoir le corps du bâtiment central avec son hall en totalité, la tour en totalité, ainsi que les façades et toitures des deux ailes latérales ensemble figurant au cadastre section BP parcelle n°270 : inscription par arrêté du 19 septembre 2018.

Plourin-lès-Morlaix (Finistère)

Le moulin de Coatanscour

Façades et toitures (cad. D 654) : inscription par arrêté du 22 décembre 1986 ; les façades et toitures du moulin de Coatanscour ainsi que la digue du moulin, au lieu-dit Coatanscour (cadastre section D parcelle 654 et parcelle non cadastrée) : inscription par arrêté du 8 février 2018.

CORSE

Ville-di-Pietrabugno (Haute-Corse)

La glacière dite Nivera Nuova

La glacière dite Nivera Nuova, en totalité, située sur la parcelle n°9, figurant au cadastre section A : inscription par arrêté du 9 janvier 2018.

GRAND EST

Schiltigheim (Bas-Rhin)

La brasserie Fischer

Les éléments suivants de l'ancienne Brasserie Fischer en totalité : le bâtiment dit de la malterie situé sur les parcelles n°1, 214, et 241, section 28 ; la cheminée, le tracé de la voie ferrée, ainsi que les caves et galeries en sous-sol, situés sur la parcelle n°241, section 28 ; les façades et toitures de l'ancien brassage avec salle des machines, dit « Palais Fischer » ou « Maennele », situé sur la parcelle n°241, section 28 ; les façades et toitures du nouveau brassage et de l'ancienne maison de portier dite « Taverne Grüber », ainsi que le porche qui la jouxte, situés sur la parcelle n°3, section 28 ; les façades et toitures du bâtiment dit « Fischerstüb » situé sur les parcelles n°55, 57 et 59 section 27 : inscription par arrêté du 3 décembre 2018.

ÎLE-DE-FRANCE

Montgeron (Essonne)

Le moulin de Senlis

Les parties suivantes du Moulin de Senlis, sis, rue du Moulin de Senlis : les façades et toitures du bâtiment abritant l'ancien moulin (y compris sa roue) ; le portail d'entrée à l'arc brisé (y compris son mur crénelé), la tourelle (y compris toutes les parties constituant le bâtiment qu'elle jouxte) avec son décor créé dans les années 1960 par Fiodor Rojankovsky ; l'église Saint-Séraphin-de-Sarov avec la fresque de la Sainte Trinité dans l'abside et l'iconostase réalisées en 1960-1962 par l'iconographe père Grégoire Krug ; situées sur la parcelle n°2, figurant au cadastre section AB : inscription par arrêté du 10 décembre 2018.





LA BRASSERIE FISCHER,
VUE D'ENSEMBLE
Inventaire général,
Région Grand Est -
C. Menninger - 2011

LA RÉUNION

Sainte-Rose

Le pont de la rivière de l'Est

Le pont suspendu en totalité (non cadastré) : inscription par arrêté du 14 mars 2014 ; le pont suspendu de la rivière de l'Est situé à Sainte-Rose et Saint-Benoît : classement par arrêté du 7 mai 2018.

Saint-Paul

Cheminée d'usine

2002/06/27 : inscrit MH ; 2018/06/29 : radiation inscription.

NOUVELLE-AQUITAINE

Bordeaux (Gironde)

Le château d'eau de la gare Saint-Jean

L'ancien château d'eau de la gare Saint-Jean en totalité, situé sur la parcelle n°80 située 3, rue Amédée-Saint-Germain, figurant au cadastre section BZ : inscription par arrêté du 12 juillet 2018.

Poitiers (Vienne)

Le château d'eau de Blossac

Le château d'eau de Blossac en totalité, situé sur la parcelle 91, section BI : inscription par arrêté du 21 décembre 2018.

OCCITANIE

Toulouse (Haute-Garonne)

Le pont des Catalans

Le pont des Catalans, sur la Garonne, en totalité, situé entre les allées Charles-de-Fitte et Paul-Séjourné, figurant au cadastre section 828 AB, parcelle non cadastrée : inscription par arrêté du 6 août 2018.

Lectoure (Gers)

La tannerie royale

L'ancienne tannerie en totalité avec ses deux cours et l'allée qui y conduit, ses deux portails, son escalier avec sa rampe en fer forgé, ses murs de soutènement au sud, à l'exclusion du bâtiment moderne à l'ouest (cad. CL 1) : inscription par arrêté du 22 février 2006 ; les parties suivantes de l'ancienne tannerie royale : les façades et toitures de l'ensemble des immeubles, le rez-de-chaussée de la partie occidentale du bâtiment de la parcelle n°6, y compris la galerie souterraine y menant, située sous les parcelles n° 6, 8 et 9, le rempart servant de limite aux parcelles n° 6 et 7, les sols et sous-sols de l'ensemble des parcelles, situées sur les parcelles n°5, 6, 7, 8 et 9 figurant au cadastre section CL : inscription par arrêté du 13 septembre 2018.

Saint-Pons-de-Mauchiens (Hérault)

Le moulin de Roquemengarde

Moulin de Roquemengarde composé de deux corps de bâtiments : inscription par arrêté du 3 avril 1935 ; en totalité, l'ensemble formé par le moulin de Roquemengarde à Saint-Pons-de-Mauchiens comprenant les tours (parcelles AD 238), le barrage dit seuil Roquemengarde (parcelle AD 271), les aménagements



hydrauliques (parcelle AE 1) et le logis (parcelle AE 3); et à Usclas-d'Hérault le barrage dit seuil de Roquemengarde (parcelle AD 490), à l'exclusion de la passe à poissons : inscription par arrêté du 5 septembre 2018.

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Marseille (Bouches-du-Rhône)

La carrière de la Corderie

Les vestiges archéologiques situés boulevard de la Corderie, au sein du volume 2 de l'état descriptif de division en volumes établi sur les parcelles cadastrées section 835 E n°217 et n°218 : **classement** par arrêté du 13 septembre 2018.

Salernes (Var)

La minoterie de Saint-Barthélemy

La minoterie de Saint-Barthélemy en totalité, avec l'ensemble de ses machines, située rue des Moulins, sur la parcelle n°900 figurant au cadastre section AI : inscription par arrêté du 22 octobre 2018.

Une protection prononcée en décembre 2017 n'a été publiée au journal officiel que tardivement par le biais d'un additif. Nous la signalons donc ici :

BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

Rochefort-sur-Brevon (Côte d'or)

Les forges d'amont et d'aval, les bâtiments de scierie et de fenderie ainsi que leurs ouvrages d'art, leurs biefs et leur bassin, en totalité, soit : la forge d'amont, ses biefs et ses vannages ; le miroir d'eau, sa digue et sa retenue d'eau ; les ponceaux situés sur la rivière ; la forge d'aval, son bief, son vannage et son bassin, ainsi que la retenue d'eau du château ; les ponts menant au château, enjambant la rivière et le bief ; la scierie, son bief, son vannage et son bassin ; la fenderie constituée de ses bâtiments d'habitation, son moulin et son usine, sa grille d'entrée, ses biefs, ses vannages et son bassin ; figurant au cadastre section C parcelles n° 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 67, 70, 71, 72, 73, 154, 155 et 158 ; section ZE parcelles n° 24, 26 et 30 et sur la route et la rivière non cadastrées : inscription par arrêté du 27 décembre 2017.

**LA TANNERIE ROYALE
DE LECTOURE**
Ville de Lectoure
Inventaire général,
Région Occitanie - G. Prost
- 2010



LA VITRINE DU LIBRAIRE

AUTOUR DE LA MONTRE EN PAYS HORLOGER

Texte Laurent POUPARD, photographies Sonia DOURLOT

Coll. Images du patrimoine, n°308, Éd Lieux-Dits, 2019, 128 p.



On ne se lasse pas des beaux et documentés ouvrages de la collection Images du patrimoine dont l'un des derniers, publié par la région Bourgogne-Franche-Comté, présente la synthèse de l'inventaire mené depuis plusieurs années par Laurent Poupard dans le nord du Jura « autour de la montre », illustré de très beaux clichés signés Sonia Dourlot.

Cet ouvrage nous plonge dans une histoire méconnue et un patrimoine peu lisible, l'industrie de la montre, apparue au XVIII^e siècle dans un territoire qu'on a souvent du mal à situer entre Besançon et Montbéliard et qui s'étend plus précisément de Morteau à Maïche. Territoire appelé depuis peu le « Pays horloger », riverain de la Suisse horlogère, celle de Le Locle et de la Chaux-de-Fonds. Région distincte par ses productions et son histoire propre, donc, du pays de Montbéliard dominé par la fabrication industrielle des ébauches de Japy, de Besançon, longtemps capitale urbaine de l'assemblage de la montre, et enfin de la zone, au sud, de Morbier et Morez, vouée dès le XVII^e siècle aux horloges monumentales et notamment aux fameuses « comtoises ».

Selon l'usage de la collection Images du patrimoine, une première partie d'une quarantaine de pages est consacrée à l'histoire de l'industrie en question dans le territoire où l'inventaire vient d'être mené. Ici, 250 années d'une industrie qui a connu de nombreuses fluctuations autour d'un produit qui est demeuré à peu près unique : la montre, d'abord dite de gousset - dont parmi les nombreux modèles le fameux « régulateur de cheminot », cette montre de gousset de bonne dimension et d'une parfaite précision, indispensable au bon fonctionnement des

réseaux ferrés dès 1880 - qui s'estompe aux lendemains de la Première Guerre au profit de la montre bracelet. Fluctuations aussi des mécanismes, des moteurs, et des échappements, à cylindre, à ancras ou à chevilles. Plus tardivement, après la Seconde Guerre, viendront le quartz et l'introduction des circuits imprimés. Mais derrière toutes ces évolutions techniques, plusieurs constantes dans le temps, dont notamment l'extrême minutie des composants, longtemps fabriqués dans des ateliers familiaux, puis de petites industries, dispersés dans le territoire mais également très spécialisés : les uns ne produisent exclusivement que des ébauches, d'autres des échappements, des balanciers, des ressorts ou fabriquent des boîtes, des cadrans, des aiguilles etc. Une montre n'est-elle pas constituée d'environ 130 pièces différentes... Et, *in fine*, n'oublions pas l'assemblage. Autant de productions éclatées, spécialisées, qui induisent tout un jeu de clientèles et de solidarités. Bref une organisation très spécifique dans une activité résolument industrielle qui ne doit rien à l'artisanat.

La solidarité avec la Suisse horlogère tout proche est aussi un fait patent et durable, même si elle fluctue elle aussi au gré des protectionnismes du XIX^e siècle ou des conflits du XX^e. On a qualifié parfois l'horlogerie de cette zone de « filiale de l'industrie suisse ». En réalité, les échanges ont eu lieu dans les deux sens, car ni la Chaux-de-Fonds en Suisse, ni la région de Morteau/Maïche n'ont produit chacun la totalité des composants. L'osmose frontalière est constante, longtemps marquée par une contrebande institutionnalisée en dépit de la création en France d'une zone tampon où l'activité horlogère était interdite. Aujourd'hui

encore, les liens de dépendance demeurent très puissants.

On s'en doute, l'industrie de la montre a subi les effets de la crise à partir des années 1970, liée à la conjoncture internationale et à l'arrivée du quartz. Des regroupements et des fusions se sont opérés en parallèle de nombreuses disparitions d'ateliers. Pour autant, l'industrie horlogère reste vive dans cette région et certains ateliers ont pu se reconverter dans la mécanique de précision ou le traitement de surfaces. On estime aujourd'hui à 2 000 les emplois horlogers dans le Doubs mais à 13 000 les emplois frontaliers, ceux de résidents français travaillant en Suisse, dans l'horlogerie ou la mécanique de précision. Toujours l'osmose frontalière ! Rappelons tout de même que la région suisse de Le Locle / La Chaux-de-Fonds a connu un destin très différent de celui du pays français de Morteau/Maïche, notamment par la concentration urbaine des ateliers à la suite de nombreux incendies au début du XX^e siècle. L'inscription de cette région sur la liste du Patrimoine mondial en 2009 est liée à l'« urbanisme horloger », de ces deux villes que Karl Marx qualifiait déjà en 1867 de « villes manufactures ». Aujourd'hui, cette région qui exportait encore 84 millions de montres mécaniques en 1974, s'est repositionnée sur le très haut de gamme.

La seconde partie d'un peu plus de 80 pages traite du patrimoine horloger, de ce qu'il demeure matériellement de cette activité présente depuis 250 années. Compte tenu de l'hyper spécialisation des lieux et des ateliers, Laurent Poupard a choisi de suivre la « chronologie » de la fabrication d'une montre. D'abord les établissements produisant le mou-

vement, en réalité décomposé en ébauche, échappement (pas moins de 16 pages), balancier, pierres et rubis, décolletage, et les modules à quartz. Puis l'habillage, composé de la boîte proprement dite, du cadran et des traitements divers qu'elle reçoit. On s'en doute, la mécanisation progressive a conduit certains horlogers à devenir fabricants de micros outils et de petites machines. Une douzaine de pages sont consacrées à cette industrie spécifique. Puis vient, presque en conclusion, la question architecturale : y a-t-il une architecture spécifique à l'industrie horlogère dans la grande variété des formes, de l'atelier domestique à la manufacture indépendante ? Assurément la circulation de la lumière extérieure - le grand nombre des ouvertures de bonne dimension - est un élément commun de reconnaissance des édifices, quelle que soit leur taille dans cette industrie de microéléments !

Reconnaissance en effet, car il faut avoir l'œil exercé pour distinguer les édifices qui sont - et surtout qui furent - destinés à l'industrie horlogère. Rien de monumental ici, parfois l'apparence d'une grande ferme comme il y en a tant dans le Jura, parfois un atelier de plus grande dimension, sans ostentation, quasiment vernaculaire. Seules les usines de l'après Seconde Guerre se démarquent du reste. Mais comme beaucoup furent récemment transformées en logements pour abriter la population frontalière en croissance, on a parfois bien du mal à les repérer. Le patrimoine immobilier horloger ne serait-il pas d'abord celui d'un type d'organisation du travail ?

L'iconographie, due à Sonia Dourlot, est de toute première qualité et confère au texte de Laurent Poupard plus qu'un supplément pour la compréhension : elle a aussi par elle-même un discours propre, notam-

ment en donnant à voir les composants presque microscopiques d'une montre. Tel cet échappement à ancre mesurant à peine 2 mm posé sur l'index d'une main. Mais au-delà, ces représentations photographiques permettent d'associer le patrimoine immobilier visible bien que peu immédiatement lisible au patrimoine mobilier des ateliers, de l'outillage et des produits.

Un bel ouvrage, sans concession à la facilité, qui transfigure pour le grand public des travaux d'inventaire parfois inévitablement un peu austères. Il ne manque plus, maintenant, que la publication d'une plaquette dans la collection Itinéraires du patrimoine permettant à tout un chacun de réaliser *in situ* un parcours de découvertes dans cette région méconnue.

Bernard André

CAPITAINES D'INDUSTRIE AU XX^E SIÈCLE

Yves ROCHONGAR

Éd. Coiffard, Nantes, 2018, 208 p.



Avec le soutien de l'association nantaise e+pi, Yves Rochongar, ancien journaliste, poursuit sa quête des hommes qui ont fait l'industrie nantaise depuis le début du XIX^e siècle. Il a déjà publié plusieurs ouvrages, notamment sur les constructeurs de navires, les savants de la Société académique et - en 2003 - les capitaines d'industrie du XIX^e siècle. Nous voici donc au XX^e et même au début du XXI^e, pari plus risqué si l'on considère que certains vivent encore et que les mémoires sont parfois vives. Préfacé par Arnaud Biette, président de e+pi, mais aussi fils et petit-fils d'industriels nantais et figure de proue de la valorisation culturelle du patrimoine industriel de cette métropole, l'ouvrage se divise en deux grandes parties. D'une part, une histoire de Nantes industrielle au XX^e siècle, sans ignorer ses grands traits hérités du siècle passé, revisitée sous l'angle des grandes activités de

production mais aussi de négoce. Bien entendu la construction navale, mais aussi celle de locomotives et d'aéronefs, de vélos, la savonnerie et les produits cosmétiques, etc. comme celle des produits alimentaires, sucre, conserveries, biscuits, chocolat. On n'en finirait pas d'énumérer la grande variété des industries nantaises, issues du XIX^e siècle ou nées au XX^e, parfois disparues mais souvent toujours existantes sous de nouvelles raisons sociales ou de nouveaux produits. Sans occulter le grand négoce de distribution, des Docks de l'Ouest aux grands magasins Decré, auxquels on peut associer le transport et notamment la célèbre compagnie de cars Drouin.

Cette « histoire » s'inscrit d'abord dans un contexte institutionnel - celui des chambres de commerce et des nombreuses structures patronales d'intérêts multiples - mais

aussi social et politique dûment rappelé, du Front populaire à mai 68 en passant par les grèves de 1955. Elle n'élude pas non plus les erreurs de stratégie de certains entrepreneurs qui ont parfois coûté cher à l'industrie nantaise.

Quelques pages à la fin de ce prologue dressent les grandes lignes du nouveau modèle nantais d'aujourd'hui, et montrent que, tant s'en faut, « l'industrie n'est pas morte », comptant de très belles entreprises de dimension mondiale soutenues par des structures universitaires ou tertiaires adaptées aux défis du XXI^e siècle.

Ces 80 pages d'indispensable et même tonique « mise en perspective », se poursuivent sur 120 pages consacrées à l'intitulé précis de l'ouvrage « les capitaines d'industries ». Classés par ordre alphabétique, ces entrepreneurs font donc l'objet de

notices très documentées d'une ou deux pages, parfois étendues à la famille quand plusieurs générations se sont succédé. Ancien journaliste, excellent connaisseur des personnages mais aussi des réseaux, des structures, des institutions et des alliances économiques, l'auteur est loin de pratiquer l'hagiographie et se permet même parfois des critiques à l'encontre de l'un ou de l'autre.

In fine, un ouvrage indispensable à la bonne compréhension de l'histoire économique de Nantes - et donc du patrimoine de son industrie... - depuis plus de deux siècles, complément éclairant magistralement les autres écrits historiques plus synthétiques que nous connaissons et rappelant à tous le rôle joué par des individus dans une histoire collective. Les « grands notables » ont leur place dans l'histoire sociale.

Nous terminerons en tirant un coup de chapeau à l'association e+pi qui ne cesse depuis plus de vingt ans de défendre le patrimoine industriel de Nantes et même d'au-delà, notamment par une politique éditoriale qui lui permet d'être co-éditrice de très nombreux ouvrages sur des entreprises nantaises, qui n'auraient peut-être jamais pu être diffusés sans elle.

Bernard André

RÉSUMÉS

LE WEB A ÉTÉ PRODUIT PAR UNE « USINE » D'UN TYPE NOUVEAU

Jean-François ABRAMATIC

L'Internet a été conçu au début des années 1970 par des chercheurs en informatique qui souhaitaient faire communiquer entre eux les ordinateurs mis à leur disposition. À peine

trente ans plus tard, l'Internet est utilisé par près de la moitié des habitants de la planète. Son déploiement bouleverse pratiquement toutes les activités humaines. Un demi-siècle

après leur création, peut-on parler de patrimoine industriel au sujet de l'Internet et du Web et que désigne-t-on alors ?

MUSÉES ET COLLECTIONS INFORMATIQUES

Florence HACHEZ-LEROY et Pierre PARADINAS

Les premières collections dédiées à l'informatique sont apparues quasiment dès l'introduction de l'informatique dans les entreprises. Elles couvrent une vaste période historique par le biais des objets et des

machines à calculer. La filiation de l'informatique aux mathématiques se retrouve dans les collections des musées de sciences, à la fois lors des premières expositions consacrées à l'informatique comme dans les chan-

gements successifs des parcours permanents. De nombreux musées d'entreprise sont aujourd'hui dédiés au monde de l'informatique et du numérique.

QUE DEVONS-NOUS COLLECTER POUR PRÉSERVER L'HISTOIRE DU LOGICIEL ?

Len SHUSTEK

Collecter, préserver et interpréter l'histoire du logiciel pour comprendre l'histoire de l'informatique ne se limite pas à l'étude du matériel.

Afin de garantir le contenu intellectuel du logiciel, il faut aussi conserver le code source du logiciel en plus des artefacts associés. Cette préoc-

cupation est au cœur de la réflexion du *Computer History Museum*.

ABSTRACTS

THE WEB WAS PRODUCED BY A NOVEL KIND OF “FACTORY”

Jean-François ABRAMATIC

The internet was first conceived at the beginning of the 1970s by a handful of computer science researchers who were looking for ways to set up communication between the

computers they were using. Hardly thirty years later, the internet is used by almost half the planet's population. Its deployment has revolutionized practically all fields of hu-

man activity. Half a century on, is it possible to speak of industrial heritage when we speak of the internet and the web, and what do we mean by this expression?

COMPUTER MUSEUMS AND COLLECTIONS

Florence HACHEZ-LEROY et Pierre PARADINAS

The earliest collections relating to computer technology appeared practically at the same time as computers began to be used in businesses. If we include objects and machines used for calculations, the

notion covers a vast period of human history. The relationship between computers and mathematics is to be found in the collections of science museums, either in the earliest exhibitions specifically de-

voted to computers or in the later developments brought to the museum's permanent collections. And today, many company museums are dedicated to information technology and digital matters.

WHAT SHOULD WE KEEP IN ORDER TO PRESERVE SOFTWARE HERITAGE?

Len SHUSTEK

Collecting, preserving and interpreting the history of software, in order to understand computer history, should not limit itself to the collec-

tion of material. In order to guarantee the intellectual contents of software programmes, it is necessary to keep the source code of the

software, along with the associated hardware. This is the preoccupation at the heart of the approach of the Computer History Museum.

LE CODE SOURCE DES LOGICIELS : UN PATRIMOINE IMMATERIEL, QU'IL EST ESSENTIEL DE PRÉSERVER !

Roberto di COSMO

Le logiciel est omniprésent dans nos sociétés modernes, au point d'être devenu en quelques décennies la composante principale de notre patrimoine scientifique, technique et

industriel. Le code source des logiciels est donc un bien précieux, véritable création humaine au cœur de la révolution numérique. Trop longtemps oublié, le code source des logi-

ciels est aujourd'hui un patrimoine en danger. L'initiative *Software Heritage* a pour mission de le récolter, le préserver, et le rendre facilement accessible à tous.

L'INFORMATIQUE DE BNP PARIBAS, DE L'HISTOIRE AU PATRIMOINE

Christiane de FLEURIEU

La collection informatique de BNP Paribas trouve ses racines au cœur de l'histoire du traitement de l'information et des opérations bancaires. Si l'informatique arrive dès la fin des années 1950, c'est parce que son dé-

veloppement s'est appuyé sur l'organisation mise en place pour le service mécanographique depuis l'entre-deux-guerres. Le numérique, à partir des années 1980, constitue un nouveau cap technologique. À chaque

période ses métiers et leurs matériels, dont la conservation, par des générations d'employés, a une valeur patrimoniale remarquable.

LE PATRIMOINE HISTORIQUE DU GROUPE BULL

Mathieu BARROIS

La valorisation du patrimoine historique de Bull est une histoire de près d'un demi-siècle. Elle est née d'une politique volontariste de l'entreprise et de l'engagement de ses salariés,

femmes et hommes passionnés, actifs et retraités. Archives, matériels et témoignages ont été patiemment collectés et conservés, afin de constituer un corpus de sources précieux,

mis à la disposition des historiens pour retracer, au-delà d'une entreprise, l'histoire technologique et économique de l'informatique en France.

IBM EUROPE : UNE COLLECTION AUX RACINES FRANÇAISES

Michel MOUYSSINAT

En mai 1987, IBM Europe présentait dans ses locaux, à Paris, une magnifique collection de machines à calculer pour certaines remontant au XVIII^e siècle. La provenance de ces

pièces est connue : il s'agissait de la collection d'instruments et de machines à calculer de Lucien Malassis. Collectionneur et expert reconnu du domaine, l'homme était cependant

peu connu, de même que l'ampleur de sa collection, dont une partie a été acquise par Homo Calculus.

LA COLLECTION INFORMATIQUE DU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

Isabelle ASTIC

Le musée des Arts et métiers, à Paris, est le seul musée public qui participe à la préservation du patrimoine informatique en France. Sa collection informatique, essentiellement centrée sur l'industrie nationale, fut constituée grâce à la clairvoyance de

son directeur et à l'aide des professeurs du Conservatoire national des arts et métiers. Elle s'étend sur une période allant de 1889, année de la présentation du système de tabulation d'Hollerith à l'Exposition universelle de Paris, à 2008, année de la

mise sur le marché du supercalculateur IBM Blue Gene/P. L'histoire technique évoquée par le musée est essentiellement une histoire matérielle, le logiciel y est peu représenté.

SOFTWARE CODE SOURCES, AN INTANGIBLE HERITAGE THAT IT IS VITAL TO PRESERVE

Roberto di COSMO

Software is ubiquitous in our modern societies, to the point of having become, in a few decades, the main component of our scientific, technical and industrial heritage. Software source code, a genuine

fruit of human creativity that lies at the heart of the digital revolution, is therefore a precious asset. Long neglected, software source code today represents a heritage threatened with disappearance. Software

Heritage's mission is to gather and preserve this source code heritage and to make it easily accessible to everyone.

COMPUTERS AT THE BNP PARIBAS BANK, FROM HISTORY TO HERITAGE

Christiane de FLEURIEU

BNP Paribas's collection of computer artefacts stems from the history of information systems and banking operations. In the 1950s, banks were able to install their first computers because they had already used

mechanised and punched-card data processing equipment during the interwar period. Digital technology was subsequently a major turning point in the 1980s. Each period showcases its own skills and equip-

ment, preserved by succeeding generations of the bank's employees and now presenting a unique heritage value.

THE HISTORIC HERITAGE OF THE BULL GROUP

Mathieu BARROIS

The interpretation and promotion of the historic heritage of the Bull company is a story that is now nearly fifty years old. It originates from a pro-active policy on the part of the company itself and from the passio-

nate involvement of the company's employees, both active and retired. Archives, equipment and oral testimonies have been patiently collected and preserved, in order to build up a precious body of source mate-

rial, available to historical researchers. And this history is not merely that of a particular firm, it is that of the whole technological and economic history of computer technology in France.

IBM EUROPE, A COLLECTION WITH FRENCH ORIGINS

Michel MOUYSSINAT

In May 1987, at its Paris headquarters, IBM Europe put on a magnificent exhibition of calculating machines, some of which dated back to the eighteenth century. The origin

of the pieces exhibited was the collection of arithmetical devices and machines built up by Lucien Malassis. He was an outstanding collector and expert in this field, al-

though he was not very well known. His collection was very important, and a part of it has been acquired by Homo Calculus.

THE COMPUTER COLLECTIONS AT THE PARIS MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

Isabelle ASTIC

The musée des Arts et métiers in Paris is the only public museum in France which make a contribution to the preservation of the country's computer heritage. Its collection is mainly focused on the national computer industry and was developed thanks to the foresight of one

of the museum's directors and with the help of the teachers at the Conservatoire national des arts et métiers. The collection goes back as far as 1889, the year of the Paris world fair at which Hollerith presented his tabulating machine. It goes up to 2008, the year in which

IBM began to commercialise its Blue Gene/P generation of supercomputers. The technical history which the museum presents is essentially a material history of hardware; the software heritage is little addressed.

LA COLLABORATION ENTRE L'UNIVERSITÉ DE LILLE ET L'ENTREPRISE GEMPLUS

Antoine MATRION

Fondée en 1988, l'entreprise GemPlus, spécialisée dans la conception et la fabrication de cartes à puces (circuits intégrés), a noué des partenariats très importants avec

l'Université de Lille de 1989 à 2013. Dénommée GemAlto depuis 2006, elle a produit un patrimoine scientifique et technique présent dans notre quotidien : carte bancaire,

carte téléphonique utilisable dans les cabines téléphoniques, carte SIM des téléphones portables, ou carte Vitale.

EN FRANCE, À GRENOBLE, IL EXISTE UN PATRIMOINE INFORMATIQUE COMPLET

Philippe DUPARCHY

La fondation de l'Association pour un Conservatoire de l'Informatique et de la Télématicque, à Grenoble, en 1985, s'inscrit dans la démarche, unique à l'époque, de créer un sec-

teur Culture Scientifique, Technique et Industrielle au sein de la Maison de la culture de Grenoble, ouverte et inaugurée par André Malraux en février 1958. ACONIT conserve des

objets permettant l'étude et l'illustration de l'évolution de l'informatique et fait revivre son histoire passée en illustrant les développements actuels.

POUR PROTÉGER IL FAUT CONNAÎTRE, POUR RECONNAÎTRE IL FAUT DÉNOMMER

Entretien avec Jean DAVOIGNEAU

Les politiques publiques nécessaires à l'appréhension du patrimoine de l'informatique restent encore largement à construire. L'Inventaire géné-

ral du patrimoine culturel et le service des Monuments historiques ont jusqu'ici avancé prudemment et même pour ce qui constitue leur

cœur de métier - la connaissance et la conservation du patrimoine matériel - il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine.

COLLABORATION BETWEEN THE UNIVERSITY OF LILLE AND THE GEMPLUS COMPANY

Antoine MATRION

The GemPlus company was founded in 1988. It is specialised in the design and manufacture of chip cards (integrated circuits). Between 1989 and 2013, the company deve-

loped a close working relationship with Lille University. Called GemAlto today, it has produced a scientific and technical heritage which is present everywhere in our

daily lives: credit cards, phone cards for use in public call boxes, SIM cards for mobile phones or the Vitale health insurance card.

A COMPLETE COMPUTER HERITAGE, AT GRENOBLE

Philippe DUPARCHY

Founded at Grenoble in 1985, the Association pour un Conservatoire de l'Informatique et de la Télématique, association for a conservatory of computer science and telematics, was part of a broader approach, unique at the time,

which aimed at creating a section of scientific, technical and industrial culture within Grenoble's Maison de la Culture, the institution imagined by André Malraux and inaugurated by him in February 1958. This ACONIT association conserves arte-

facts which illustrate and allow for the study of the evolution of computers. It brings computer science's past back to life and shows its present-day developments.

PROTECTION REQUIRES UNDERSTANDING, RECOGNITION SUPPOSES NAMING

Interview with Jean DAVOIGNEAU

The public policies necessary for a proper appreciation of the computer-related heritage are still to be developed. In France, the General

Inventory service and the historic monuments service at the Ministry of Culture have only made timid inroads into the world of computers.

Even where their core activity is concerned, understanding and conserving the material heritage, much work remains to be done.

LA MÉMOIRE EST L'ANTIDOTE À L'AMNÉSIE DES SOCIÉTÉS SANS AVENIR

Fondé en 1978, le **CILAC** - Comité d'information et de liaison pour l'archéologie, l'étude et la mise en valeur du patrimoine industriel - est une association nationale. Sa mission est de promouvoir, en toute indépendance, la réflexion et la protection du patrimoine français de l'industrie sous toutes ses formes et dans tous ses aspects.

Le **CILAC** ne gère pas de sites : il relaye et appuie la demande sociale en faveur d'une politique du patrimoine industriel. Il réunit un grand nombre d'associations locales, régionales ou sectorielles, de musées et écomusées industriels, dont il est le porte-parole notamment auprès des pouvoirs publics.

Le **CILAC** est le représentant français auprès de **TICCIH** - Comité international pour la conservation du patrimoine industriel.

CONSEIL D'ADMINISTRATION du CILAC

(Renouvelé pour trois ans en mars 2019)

Présidents d'honneur :

Louis BERGERON (†), Dominique FERRIOT, Gracia DOREL-FERRÉ,
Bertrand LEMOINE, Denis VARLOOT

Présidente :

Florence HACHEZ-LEROY - Maîtresse de conférences HDR, Université d'Artois et CRH/EHESS

Membres fondateurs :

Yves MALÉCOT (†), Président-fondateur de 1978 à 1993

Le Directeur du Centre de recherches historiques de l'EHESS

Le Directeur du Centre de documentation et d'histoire des techniques du CNAM

Le Président de l'Institut de l'entreprise

Le Président de l'Écomusée du Creusot/Montceau-les-Mines

Le Président de l'Association pour l'histoire matérielle de la civilisation industrielle

Membre de droit :

Le Directeur général des Patrimoines au ministère de la Culture

Membres élus :

Géraud BUFFA - Conservateur en chef du Patrimoine, service des patrimoines, ministère de la Culture

Jean CHAUBET - Agent territorial, représentant de l'ASPPIV, Avignon

Jean-Bernard CREMNITZER - Architecte DPLG, Paris

Geneviève DUFRESNE - Maître de conférences (ER), Chartres

Antoine FURIO, Attaché de conservation du patrimoine, Ermont

Marie-Françoise GRIBET, Professeure des universités (ER), Paris

Marie-Laure GRIFFATON, Directrice du département scientifique et des collections du musée de l'Air et de l'Espace du Bourget, Cachan

Florence HACHEZ-LEROY - Maîtresse de conférences HDR, Université d'Artois et CRH/EHESS

Jean-Louis KEROUANTON - Maître de conférences, Université de Nantes, Centre Jean Viète

Ivan KHARABA - Directeur de l'Académie François-Bourdon, Le Creusot

Roger LAMARTINE - Professeur des Universités (ER), Villeurbanne, représentant Patrimoine Rhônalpin

Odile LASSÈRE, Directrice du musée de l'histoire du Fer, Jarville-la-Malgrange

Arthur METTETAL - Doctorant à l'EHESS, Paris

Antoine MONNET, Architecte DPLG, Sèvres (†)

Elise PAGEL-PRÉVOTEAU, Architecte HMONP, Paris

Frédéric PILLET - Chargé d'études, Direction du patrimoine, Saint-Quentin

Gérard SALAGNON - Professeur d'arts plastiques, Belley

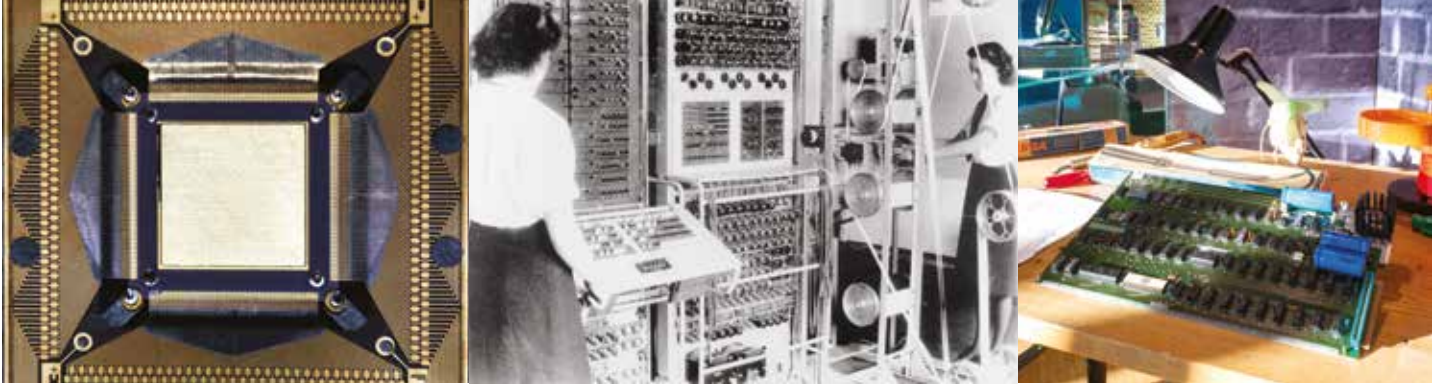
Paul SMITH, Historien, Paris

Colette VÉRON, Enseignante-documentaliste (ER), Albon d'Ardèche, représentante de MOLERIAE et FDMF

PUBLICATIONS
ACTUALITÉS
ACTIVITÉS
RESSOURCES
ABONNEMENT...

REJOIGNEZ
LE CILAC!

WWW.CILAC.COM



PATRIMOINE INDUSTRIEL N°73

5

ÉDITORIAL

PAUL SMITH

6

AVANT-PROPOS

ROBERTO DI COSMO
PIERRE PARADINAS

7

MAURICE, L'ART ET LE PATRIMOINE

PAUL NIVAT

8

QUEL PATRIMOINE POUR
L'INFORMATIQUE ?

SERGE ABITEBOUL
FLORENCE HACHEZ-LEROY

20

LE WEB A ÉTÉ PRODUIT PAR UNE
« USINE » D'UN TYPE NOUVEAU

JEAN-FRANÇOIS ABRAMATIC

26

MUSÉES ET COLLECTIONS
INFORMATIQUES

FLORENCE HACHEZ-LEROY
PIERRE PARADINAS

36

QUE DEVONS-NOUS COLLECTER
POUR PRÉSERVER L'HISTOIRE
DU LOGICIEL ?

LEN SHUSTEK

40

LE CODE SOURCE DES LOGICIELS

ROBERTO DI COSMO

46

L'INFORMATIQUE DE BNP PARIBAS

CHRISTIANE DE FLEURIEU

52

LE PATRIMOINE HISTORIQUE
DU GROUPE BULL

MATHIEU BARROIS

58

IBM EUROPE : UNE COLLECTION
AUX RACINES FRANÇAISES

MICHEL MOUYSSINAT

64

LES COLLECTIONS INFORMATIQUES
DU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

ISABELLE ASTIC

70

LA COLLABORATION ENTRE L'UNIVERSITÉ
DE LILLE ET L'ENTREPRISE GEMPLUS

ANTOINE MATRION

72

EN FRANCE, À GRENOBLE, IL EXISTE UN
PATRIMOINE INFORMATIQUE COMPLET

PHILIPPE DUPARCHY

74

POUR PROTÉGER, IL FAUT RECONNAÎTRE,
ET POUR RECONNAÎTRE, IL FAUT DÉNOMMER

ENTRETIEN AVEC JEAN DAVOIGNEAU

78

CONSERVER LES DÉMONSTRATIONS,
CONSERVER LES PROGRAMMES

GILLES DOWEK

80

À LA RECHERCHE DU WEB PERDU

VALÉRIE SCHAFFER

82

IMAGES DE LA TRANSFORMATION
NUMÉRIQUE

SERGE ABITEBOUL

CLAIRE MATHIEU

84

PROTECTIONS MONUMENTS HISTORIQUES
2018

88

LA VITRINE DU LIBRAIRE