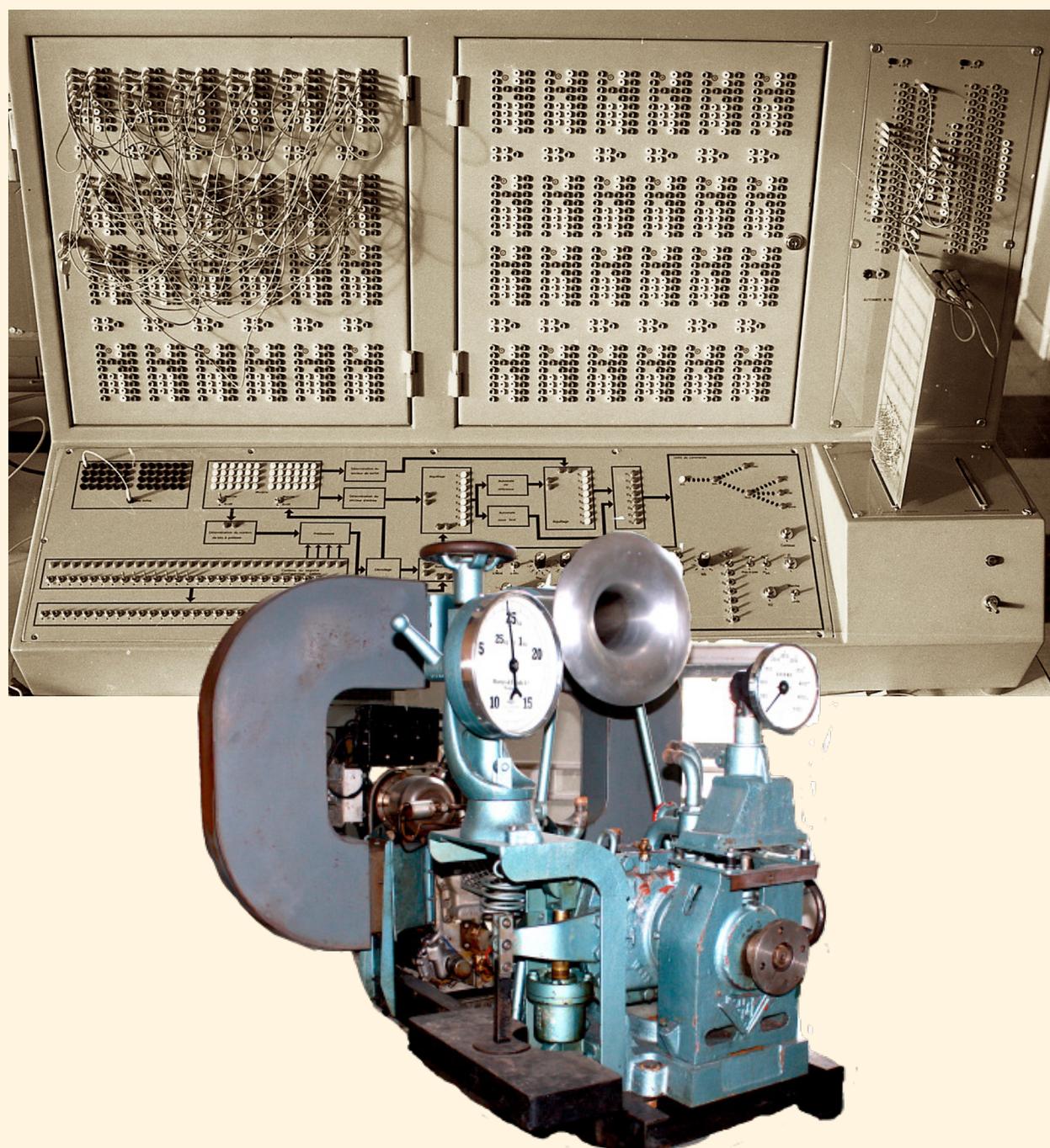


Destins d'objets

Chroniques 2005-2020



PATSTEC - ACONIT

Destins d'objets

**Quinze ans d'activité de la mission
nationale de sauvegarde du patrimoine
scientifique et technique contemporain
en région Rhône-Alpes sud**

*Gérard Chouteau
Philippe Denoyelle
Xavier Hiron*

ACONIT



Le générateur de chocs de GE Power, avant son démantèlement en janvier 2018. Photo ACONIT / GE Power.

Sommaire

- Préface, Daniel Thoulouze p. 5
- Note introductive et remerciements p. 7
- **Patrimoine scientifique et technique contemporain (industrie, recherche, enseignement)** p. 9
- La sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain dans le complexe grenoblois : une saga de quinze années, Gérard Chouteau (ACONIT) p. 11
- Faut-il sauvegarder les objets scientifiques ? Gérard Chouteau (ACONIT) p. 14
- Petite histoire d'un générateur de chocs (6/10 - année 2018), Xavier Hiron et Gérard Chouteau (ACONIT) p. 16
- Tedimage38, la mémoire des tubes électroniques (9/10 - année 2019), Xavier Hiron (ACONIT) p. 18
- La Sames, heurs et malheurs d'une entreprise grenobloise (03/10 - année 2020), Xavier Hiron (ACONIT) p. 22
- Comment l'informatique dirigeait les eaux au siècle dernier - le Poste de commande hydraulique de Lyon (7/10 - année 2018), Henri Thibert (Estel), Xavier Hiron et Cyrielle Ruffo (ACONIT) p. 25
- 1977, Ramsès II, chef d'état, prête son corps à la science, ou l'histoire du laboratoire ARC-Nucléart (8/10 - année 2019), Xavier Hiron (ACONIT) p. 28
- L'objet scientifique, témoin de son temps, Gérard Chouteau (ACONIT) p. 31
- Le liquéfacteur mixte hydrogène-hélium, dit liquéfacteur Lacaze-Weil : un nouveau Monument historique dans le patrimoine scientifique de Grenoble (3/3 - année 2017), Gérard Chouteau et Xavier Hiron (ACONIT) p. 33
- Quand Grenoble concurrençait les Beatles ! Une histoire de scanner X (9/10 - année 2018), Xavier Hiron (ACONIT) p. 36
- Ce que nous révèle le prototype du Neuromate conservé au Musée grenoblois des Sciences médicales (2/10 - année 2018), Cyrielle Ruffo et Xavier Hiron (ACONIT) p. 39
- Piéger les neutrons libres, ou comment Grenoble intervient pour caractériser l'univers (3/10 année 2019), Gérard Chouteau et Xavier Hiron (ACONIT) p. 42
- L'aimant hybride du LNCMI (1/10 - année 2018), Xavier Hiron et Cyrielle Ruffo (ACONIT) p. 45
- Le cyclotron ou la sarabande des particules (4/10 - année 2018), Gérard Chouteau et Cyrielle Ruffo (ACONIT) p. 48
- (Comment) Faut-il sauvegarder les objets encombrants ? Gérard Chouteau et Xavier Hiron (ACONIT) p. 50
- L'IUT1 de Grenoble : un patrimoine scientifique et technique insoupçonné, Gérard Chouteau (ACONIT) p. 53
- Fiches représentatives des autres partenaires régionaux (ARhome, SIERG, Institut Néel - CNRS, LGGE, Gipsa-Lab, INPG-Acroé, IUT1, lycée Descartes et collège de Bissy) p. 55 à 67

• Sauvegarder le passé pour comprendre le présent, Maria Rosa Quintero Bernabeu (ACONIT)	p. 68
• Patrimoine informatique (du calcul aux ordinateurs)	p. 71
• L'histoire de la gestion d'une collection d'informatique, Philippe Denoyelle (ACONIT)	p. 73
• Ada Augusta King, comtesse de Lovelace, une visionnaire méconnue de l'informatique (1/10 - année 2019), Xavier Hiron (ACONIT)	p. 79
• Quelques icônes de l'Histoire du calcul (2/10 - année 2019), Cyrielle Ruffo (ACONIT)	p. 83
• L'aventure du Gamma 3 (5/10 - année 2018), Maurice Geynet et Cyrielle Ruffo (ACONIT)	p. 87
• Remise en marche d'une Perforatrice IBM 29 (7/10 - année 2019), Antoine Hébert, Nicolas Arnaise et Xavier Hiron (ACONIT)	p. 90
• L'ordinateur Gamma 60 de Bull a 60 ans (02/10 - année 2020), Maurice Geynet, Xavier Hiron et Jean Ricodeau (ACONIT)	p. 94
• L'architecture des ordinateurs parallèles (4/10 - année 2019), Philippe Denoyelle et Jean Ricodeau (ACONIT)	p. 99
• Seymour Cray, l'homme des super-calculateurs (5/10 - année 2019), Cyrielle Ruffo et Maurice Geynet (ACONIT)	p. 103
• Le micro-ordinateur Alcyane, un Monument historique dans le patrimoine scientifique de Grenoble (2/3 – année 2017), Alain Guyot et Xavier Hiron (ACONIT)	p. 106
• L'Apple II et son épopée (8/10 – année 2018), Alain Guyot et Cyrielle Ruffo (ACONIT)	p. 109
• Le Silver De Grafe, palette graphique conservée par l'ACONIT (3/10 - année 2018), Alain Guyot et Cyrielle Ruffo (ACONIT)	p. 112
• Cette calculatrice peut-elle devenir un Monument historique ? Catherine Gauthier et Rebecca Bilon	p. 115
• Le calculateur analogique OME P2 (1/3 – année 2017), Philippe Denoyelle et Gérard Chouteau (ACONIT)	p. 116
• À l'origine de l'automatique et de l'informatique (1/10 - année 2020), Xavier Hiron (ACONIT)	p. 120
• Un additionneur algébrique binaire, premier composant d'ordinateur développé en école d'ingénieurs ? (4/10 - année 2020), Philippe Denoyelle (ACONIT)	p. 122
• Le Mind 1024, rencontre entre anatomie et informatique (10/10 - année 2018), Cyrielle Ruffo, Alain Guyot et Xavier Hiron (ACONIT)	p. 127
• De la place de la femme, du calcul à l'informatique (10/10 - année 2019), Xavier Hiron et Philippe Denoyelle (ACONIT)	p. 133
• Conclusion (une ouverture sur la société)	p. 137
• Un patrimoine en devenir, Émilie Demeure	p. 139
• Une rétrospective de l'activité de l'ACONIT, délégation Rhône-Alpes sud (2005-2020)	p. 141
• Des encarts thématiques sur l'activité de l'ACONIT	p. 143 à 150
• Postface, Patrick Levy, coordinateur de l'IDEX-UGA	p. 151

Préface

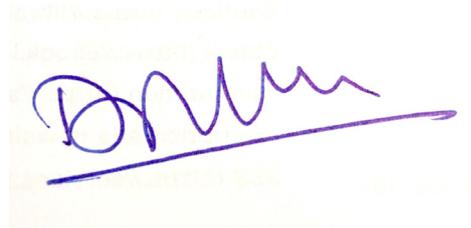
C'est une histoire exceptionnelle que raconte cet opuscule, l'histoire de l'immense développement de la recherche et de l'industrie de la région grenobloise dans la seconde moitié du XX^e siècle. Mais ce n'est pas une histoire traditionnelle, écrite sur du papier. C'est une histoire vécue par des hommes qui l'ont établie, par les instruments qu'ils ont construits, qu'ils ont utilisés. Ces instruments ainsi conservés sont devenus un nouveau patrimoine qui témoignera de cette époque, de l'époque de la renaissance de la recherche et de la technologie française, dans une ville où elle s'est probablement manifestée avec le plus d'intensité dans le domaine des sciences exactes.

C'est par l'informatique, comme l'explique Gérard Chouteau, que cette idée a pris corps à Grenoble, avec l'association ACONIT. L'ACONIT a été, avec l'université de Nantes, le premier participant du réseau national de sauvegarde du patrimoine scientifique et technique (PATSTEC) créé en 2003 au musée des Arts et Métiers, avec l'aide du ministère de la Recherche. Ce réseau s'appuie maintenant sur les grandes universités régionales et quelques musées, auxquels s'ajoutent des grandes entreprises et organismes, coordonnés au niveau national par le musée des Arts et Métiers.

Cet héritage matériel, mémoire vivante des acteurs de la recherche et de l'entreprise, apparaît de plus en plus nécessaire comme base de la culture scientifique et technique, pour les transmettre aux générations actuelles et futures. Les sciences et les techniques doivent avoir leur place dans la culture et dans la formation de tous, en particulier des jeunes, devant les enjeux importants qui les attendent : information, biologie, environnement, climat....

Confortée par de nouveaux partenariats, l'ACONIT est prête à relever le défi.

***Daniel Thoulouze,
Ancien directeur de recherche au CNRS
Ancien directeur scientifique du musée des Arts et Métiers
Co-fondateur de la mission PATSTEC***



Note introductive

Les articles et synthèses contenus dans cette plaquette proviennent en très grande majorité des publications postées au fil de l'eau par l'ACONIT ou en partenariat sur le site Echosciences Grenoble, édité et animé par l'équipe de La Casemate - CCSTI de Grenoble, géré par le Centre de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI) de Grenoble. Mis en place dès 2012, cet espace numérique de partage de l'information et de vulgarisation scientifique fait suite à une première expérience d'un réseau local fédéré par l'ACONIT, qui s'intitulait Pistil. Sa forme actuelle a joué le rôle de caisse de résonance.

Tous les auteurs de nos articles, souvent écrits en collaboration, sont soit membres de l'ACONIT – bénévoles ou salariés – soit des partenaires du réseau PATSTEC. Ils donnent à lire les résultats les plus représentatifs de leur activité patrimoniale, accomplie sur le terrain depuis 2014. Depuis décembre 2017, l'ACONIT a instauré des séries thématiques annuelles de dix articles (Destins d'objets scientifiques et techniques, Machines et personnalités, Patrimonialisation scientifique et technique) qui ont rencontrées un large lectorat. Ainsi, deux ans et demi après leur instauration, on dénombre 30 364 vues pour un panel de vingt-six articles, et près de 50 000 vues si l'on tient compte des articles hors séries et annonces événementielles postés depuis 2012*.

Or ces articles sont aujourd'hui dispersés parmi une offre de plus de 2440 publications numériques. Cette synthèse a pour but de les rendre plus facilement identifiables et accessibles à toute personne impliquée dans la recherche et la valorisation patrimoniale contemporaine.

** Chiffres établis au 15 avril 2020, tout comme le nombre de vues indiqué sous le bandeau titre de chaque article.*

Comité de rédaction et réalisation

Gérard Chouteau, directeur de publication
Philippe Denoyelle, expert en informatique
Xavier Hiron, coordinateur et secrétariat de rédaction
Violaine Bugnard, mise en page et maquette

Comité de relecture

Catherine Ballé, Directeur de recherche honoraire CNRS
Catherine Gauthier, Conservatrice du patrimoine scientifique, technique et naturel

Liste des acteurs de l'ACONIT (au premier trimestre 2020)

Président : Philippe Duparchy, ancien cadre AG2R La Mondiale
Secrétaire : René Gindre, ancien ingénieur Hewlett-Packard
Trésorière : Jocelyne Arto, ancienne agent comptable

Chargés de mission

- Moyens informatiques : Philippe Denoyelle, ancien ingénieur Philips, Jean-Louis Gondol, ancien consultant en système d'information
- Communication : Antoine Homer, ancien concessionnaire automobile
- Relations avec les laboratoires universitaires : Monique Chabre-Peccoud, ancienne Maîtresse de conférences UGA
- Conservation et diffusion : Alain Guyot, professeur honoraire ENSIMAG, Maurice Geynet, ingénieur de recherche en informatique CNRS
- Mission PATSTEC : Gérard Chouteau, professeur de physique honoraire à l'UGA
- Restauration et exploitation d'équipements : Antoine Hébert, ingénieur Leti-CEA
- Xavier Hiron, inventaire et gestion des collections PATSTEC et ACONIT

Personnes Ressources

Miguel Saro, Pierre Wolfers, Jean Ricodeau, René Krynen, Saad Belgoumri, Christian Jullien, Jean Poma, Christian Perrot, Pierre Laforgue

Depuis septembre 2019, la mission nationale PATSTEC (sauvegarde du Patrimoine scientifique et technique contemporain), émanant du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, est intégrée dans la mission "Réseaux et recherches" de la PICST (mission pour le patrimoine, l'information et la culture scientifique et technique), créée à cette même date au sein du CNAM. Cette mission inclut également le réseau REMUT et les projets de recherches menés par le musée des Arts et Métiers.

La directrice de la PICST, Pascale Heurtel, adjointe à l'administrateur général, coordonne tout le domaine patrimoine, information et CST au sein du CNAM. Sa déléguée pour les missions patrimoine PATSTEC et REMUT est Catherine Cuenca, co-fondatrice de la mission PATSTEC en 2003.

Remerciements à

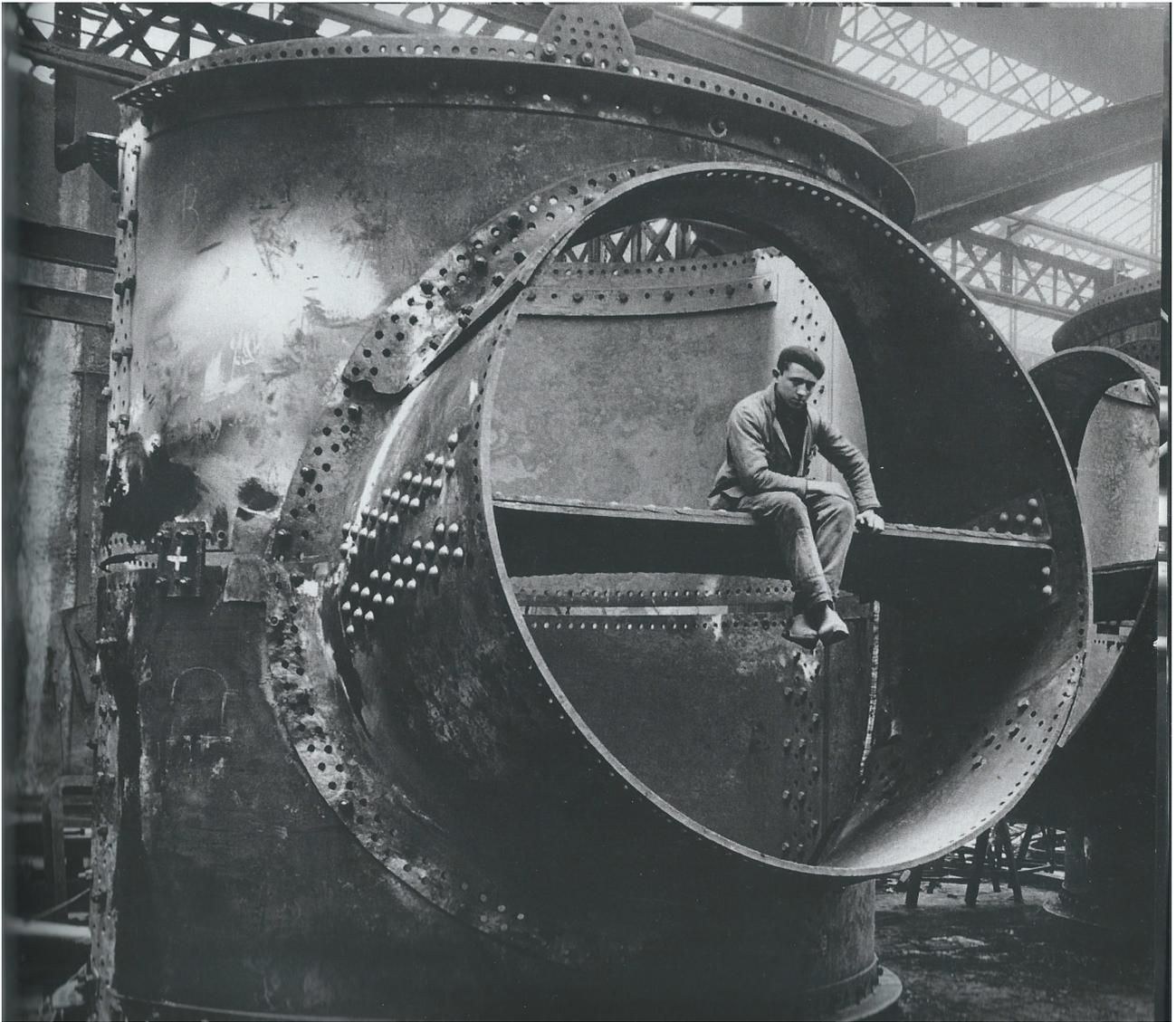
Marie-Christine Bordeaux, vice-présidente culture de l'Université Grenoble-Alpes
Catherine Cuenca, Conservatrice générale, cheffe de la mission réseaux et recherches, PICST - Patrimoines information et culture scientifique et technique, CNAM, Paris
Patrick Levy, coordinateur de l'IDEX Université Grenoble Alpes
Daniel Thoulouze, Directeur de recherche honoraire CNRS, ancien directeur scientifique du musée des Arts et Métiers
Claude Evrard et Henri Thibert (association Estel - Espace Télécommunication à Lyon)
Jean-Luc Berger et Jacques Chevalier (association Tedimage38 - Témoignage des tubes Electroniques et Dispositifs à Images en Isère, Saint-Égrève)
Jean-François Dyon et Sylvie Bretagnon (association Musée grenoblois des Sciences médicales, La Tronche)
Rebecca Bilon (Muséum d'histoire naturelle de Grenoble), Émilie Demeure (étudiante en communication), Nicolas Arnaise, Maria Rosa Quintero Bernabeu et Cyrielle Ruffo (ACONIT)
Et plus particulièrement à l'équipe du CCSTI - La casemate, Grenoble pour la gestion de nos articles sur le site Echosciences Grenoble.

Ainsi qu'à tous les bénévoles de l'association qui se sont succédés depuis sa création en 1985, sous l'impulsion de Michel Jacob et Louis Bolliet.

Publié par l'ACONIT, association pour un Conservatoire de l'informatique et de la télématique, 12 rue Joseph Rey, 38000 Grenoble, mai 2020

PATRIMOINE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE CONTEMPORAIN

- Des textes méthodologiques
- Des objets industriels
- Des objets de recherche
- Des objets d'enseignement



L'entreprise Bouchayer, l'un des fleurons du complexe industriel grenoblois. Photo droits réservés

La sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain dans le complexe grenoblois : une saga de quinze années

Article non publié sur le site *Echosciences-Grenoble*



L'extrémité ouest de la presqu'île et l'ESRF vers 2015 : le deuxième souffle de la recherche à Grenoble. Photo droits réservés

Par Gérard Chouteau, délégué de la mission PATSTEC en Rhône-Alpes sud, ACONIT

C'est dans la deuxième moitié du XIX^e siècle que tout commence, ou presque.

En 1869, Aristide Bergès, ingénieur papetier, en capturant l'eau d'un torrent dans une conduite forcée à Lancey (Isère) et en l'amenant au cœur de son usine pour faire tourner des machines à défibrer le bois, allait être à l'origine d'une longue aventure industrielle et scientifique au cours de laquelle une efficace synergie s'établira entre industriels de la métallurgie, de l'électrochimie, de l'énergie électrique, école d'ingénieurs et élus locaux. Tous étaient convaincus que l'hydroélectricité, qu'Aristide Bergès avait dénommée "la Houille blanche", constituerait à l'avenir une indispensable source d'énergie.

Une aventure unique en son genre qui vit, tout au long du XX^e siècle, la croissance spectaculaire des entreprises industrielles phares de la région grenobloise : Bouchayer-Viallet (métallurgie, 1868), Neyrpic (turbines, 1917), Keller (électrochimie, 1906) et la naissance de grandes écoles d'ingénieurs (Institut Polytechnique en 1898, École de papeterie en 1907, École d'électrochimie en 1921), étroitement associées à l'essor industriel. Paul Janet, professeur de physique, créa un cours d'électricité, grande première pour une université. Ces nouvelles institutions de formation bénéficièrent d'importants financements de la part des industriels.

À l'approche de la Seconde Guerre mondiale, grâce à l'action de personnalités telles que Louis Barbillon et

le Doyen René Gosse, respectivement directeurs de l'Institut national polytechnique de Grenoble (IPG) de 1904 à 1928 et de 1928 à 1940, et aussi d'élus locaux influents, le complexe industrie-formation-recherche était solidement établi et prêt pour de nouveaux développements.

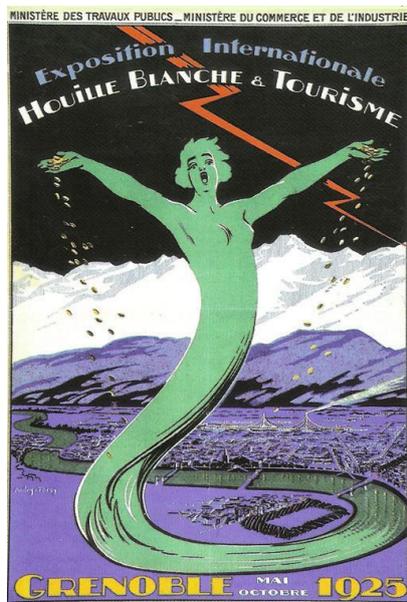
Lorsque Louis Néel arrive à Grenoble en 1940, fortement encouragé par Félix Esclançon, professeur à l'INPG, le terrain ne demandait qu'à porter ses fruits. Après la guerre, son action s'inscrit dans le contexte plus large de la reconstruction nationale. La France, soucieuse de redevenir une nation scientifique de premier plan, consacra un effort considérable pour développer la recherche et l'enseignement supérieur : le CNRS, créé en 1939, amorcera son plein essor après 1945. Il faut mentionner également la création du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) en 1945, de l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) et de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), tous deux en 1946. Grâce à l'action de Louis Néel, viendront s'implanter à Grenoble, sur son ancien polygone d'artillerie – aujourd'hui dénommée Presqu'île scientifique – le CEA en 1956, puis le CNRS en 1963.

Le complexe grenoblois ne resta pas à l'écart de ce mouvement. Aux côtés de Louis Néel, deux autres hommes eurent une influence déterminante : le physicien Louis Weil, qui devint directeur du Centre de recherches sur les très basses températures et

créa en 1967 le campus universitaire de Grenoble, et l'industriel Paul-Louis Merlin, fondateur avec les deux autres de l'association pour le développement de la recherche (ADR), structure unique en France qui participa au soutien financier de nombreux chercheurs et techniciens.

Un nouveau type de réseau impliquant laboratoires publics et laboratoires d'entreprises se met en place. De ces collaborations naissent des entreprises comme Air Liquide (collaboration avec le Centre de recherches sur les très basses températures du CNRS, dirigé par

Louis Weil) ou la Sames, issue des recherches du laboratoire d'électrostatique et de physique du métal dirigé par Noël Felici. Les besoins grandissants en calcul et en modèles mathématiques, aussi bien pour la recherche que pour les besoins des industriels, aboutissent en 1956 à la création du pôle Informatique et mathématiques appliquées de Grenoble (IMAG), de son école d'ingénieurs (Ensimag) en 1960 et de l'IRIA (qui prendra en 1980 le nom d'INRIA, Institut national de recherche en informatique et en automatique) en 1967. Des centres de calcul intensif se développent à l'IN2P3 ou au CEA.



Affiche de l'exposition *Houille blanche et Tourisme, Grenoble 1925*, par Andry-Farcy. Un événement de portée internationale. Document droits réservés

L'IMAG devint rapidement le pôle européen de l'informatique et le berceau de l'informatique française, attirant à Grenoble des entreprises d'envergure internationale comme Bull, IBM et Hewlett-Packard. « L'université de Grenoble devint le berceau de la principale lignée de mini-ordinateurs en phase avec la concurrence internationale », comme le rapporte l'historien Pierre Mounier-Kuhn. Ce foisonnement créatif doit beaucoup à Jean Kuntzmann, arrivé à Grenoble à l'invitation de Louis Néel. N'oublions pas que c'est à Grenoble que Joseph Fourier, alors préfet de l'Isère, inventa une puissante méthode de calcul du spectre en fréquences des fonctions périodiques, connue sous le nom de série de Fourier, étendue à la transformée de Fourier (aujourd'hui utilisée dans la plupart des sciences, notamment le calcul numérique).

C'est sous l'impulsion de Louis Néel que naquirent à Grenoble les grands instruments internationaux tels que l'Institut Laue-Langevin (ILL) en 1967, le laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI) en 1970 et le European synchrotron radiation facility (ESRF) en 1994. Parallèlement, tout au long de cette période, l'université de Grenoble, à l'instar des autres universités françaises, connaît un puissant développement. Elle passe ainsi de 7 700 étudiants en 1960 à environ 60 000 aujourd'hui. Quatre-vingts laboratoires, souvent associés à d'autres

grandes institutions de recherche, figurent dans son périmètre d'action. Aujourd'hui la technopole grenobloise est devenue un centre de l'innovation et de la connaissance internationalement reconnu.

Au cours de ces cinquante dernières années, ce développement scientifique et industriel fut à l'origine d'une explosion démographique caractérisée par l'arrivée d'une population très qualifiée, possédant une formation de haut niveau, ce qui constitue une des spécificités du bassin d'emplois grenoblois. La population de Grenoble passa ainsi de 42 000 habitants en 1870, année de naissance de la Houille blanche, à 160 000 aujourd'hui, au sein d'une agglomération de plus de 600 000 habitants.

Une histoire riche et foisonnante, dont il est indispensable de conserver la mémoire. Curieusement, aucun ouvrage ne la raconte de manière exhaustive. On imagine sans peine qu'un patrimoine scientifique et industriel d'une exceptionnelle richesse s'est constitué durant ce demi-siècle. Sa préservation contribue à l'indispensable travail de mémoire. C'est ce que l'ACONIT a entrepris dès l'année 2005, sur le territoire de l'académie de Grenoble, dans le cadre de la mission nationale du Patrimoine technique et scientifique contemporain (PATSTEC), mise en place par le musée des Arts et Métiers.

Travail de fourmi qui s'est développé sur les six versants de toute action de sauvegarde : sensibilisation, inventaire, préservation, conservation, mise en valeur et contextualisation. Le travail de contextualisation n'étant pas le moindre des enjeux, loin s'en faut, car un objet quel qu'il soit ne peut et ne doit pas être détaché du contexte scientifique, social et économique qui l'a vu naître : pour quel objectif scientifique a-t-il été conçu ? Par qui et comment a-t-il été construit ? Qui l'a financé ? Le mode de financement des laboratoires est en effet toujours révélateur de la politique scientifique d'une époque.

À Grenoble, nombreux sont les pionniers de cette aventure (devrions nous dire épopée ?) encore présents et capables de nous conter leur histoire. C'est ainsi que nous avons pu nous entretenir de longues heures avec le professeur Albert Lacaze, concepteur avec Louis Weil du premier liquéfacteur français d'hélium, aujourd'hui inscrit à l'inventaire des Monuments historiques, et avec Louis Bolliet, l'un des pionniers, aux côtés de Jean Kuntzmann, de la recherche logicielle à Grenoble et co-fondateur de l'association ACONIT.



Louis Néel, fondateur de la recherche grenobloise d'après-guerre, prix Nobel de physique en 1970. Photo Wikimedia Commons

Sensibiliser les instances universitaires, les laboratoires et les chercheurs eux-mêmes, trouver des correspondants impliqués, assurer la pérennité des actions, chercher à élargir le champ d'investigation aux entreprises historiques du bassin grenoblois (ARaymond, Thalès, Air Liquide, STMicroelectronics, E2V...) fut un travail patient et passionnant qui s'est concrétisé de bien des manières, notamment par l'organisation, en 2013 et 2015, de deux colloques rassemblant enseignants, chercheurs, industriels et acteurs de la sauvegarde du patrimoine.

Il y a encore beaucoup à explorer, du côté des grands instruments et des entreprises notamment, mais on peut dire que la nécessité de sauvegarder et de mettre en valeur le patrimoine scientifique et technique est maintenant une idée bien comprise et acceptée dans tout le complexe industrie-recherche du bassin grenoblois.

C'est historiquement par un travail sur l'informatique que tout a commencé à Grenoble. En effet, dès sa

fondation en 1985, l'ACONIT s'est donné pour objectif la conservation du patrimoine informatique. Elle a ainsi pu constituer la collection la plus complète d'objets informatiques d'Europe. C'est en reconnaissance de ce travail rigoureux que le musée des Arts et Métiers lui a confié en 2005 la mission d'élargir son action à l'ensemble du patrimoine scientifique.

La sauvegarde du patrimoine fait désormais partie intégrante des missions des universités. C'est ainsi que l'université Grenoble-Alpes a récemment créé sa propre mission de conservation. À l'avenir, c'est donc à travers une collaboration UGA-ACONIT que le travail entrepris par la seule ACONIT se poursuivra.

Les articles et matériaux rassemblés dans ce livret donnent une idée de l'étendue du champ d'investigation qui est le nôtre et de l'esprit avec lequel nous l'avons abordé jusqu'à présent. Il reste encore beaucoup à explorer et à construire.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base PSTC, domaine Patrimoine scientifique et technique contemporain.

Nombre de fiches 858, dont 684 versées en national. Inventaire depuis le 5 mars 2007

Faut-il sauvegarder les objets scientifiques ?

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 7 mai 2012 (1774 vues)



Connaître le passé pour mieux construire l'avenir : telle devrait être la ligne de conduite de toute démarche patrimoniale. Photo ACONIT

Par Gérard Chouteau, délégué régional PATSTEC, ACONIT

D'une évolution continue et nécessaire à une mission institutionnalisée

L'objet que représente la photographie ci-dessus, que vous ne saurez peut-être pas identifier au premier coup d'œil, est pourtant le témoin d'une magnifique aventure scientifique, technique et industrielle, comme il s'en est produit beaucoup à Grenoble dans les cinquante dernières années. Aujourd'hui, cette aventure se perpétue à travers des recherches foisonnantes.

Il s'agit du premier liquéfacteur d'hélium français, construit à la demande du professeur Louis Néel entre 1948 et 1952, à Grenoble, au Centre de recherche sur les très basses températures (CRTBT, aujourd'hui partie intégrante de l'Institut Néel) du CNRS, dirigé par l'ingénieur Louis Weil. Il fallait répondre à des besoins de recherche fondamentale dans le domaine du magnétisme aux très basses températures, soit - 269 °C, ce que seul un appareil de ce type pouvait satisfaire.

Le premier liquéfacteur d'hélium au monde avait été construit par Heike Kamerlingh Onnes à Leyde aux

Pays-Bas, en 1908. Réalisation qui devait le conduire à la découverte, en 1911, de la supraconductivité, qui se caractérise par l'absence de résistance électrique et l'expulsion du champ magnétique observées à l'intérieur de certains matériaux sous certaines conditions de température. Puis, entre 1908 et 1950, la science a connu un développement considérable. Elle est passée du stade artisanal du XIX^e siècle au stade industriel pour devenir une composante majeure et déterminante des sociétés développées. Parallèlement, ce mouvement s'est accompagné d'une élévation massive et nécessaire du niveau d'éducation de la population, passée du simple certificat d'études primaires au niveau Bac+2 en moins de quatre générations.

C'est de cette révolution dont témoigne ce liquéfacteur. Construit dans un laboratoire de recherche fondamentale, il a été à l'origine d'une entreprise industrielle, aujourd'hui parmi les leaders mondiaux du domaine, grâce à un mouvement permanent et

réussi de transferts de connaissances entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée.

On pourrait raconter la même histoire avec beaucoup d'autres instruments scientifiques, qui par leur évolution technique, leur perfectionnement, leur sophistication continue, se sont éloignés progressivement de l'objet

artisanal dont ils sont issus pour devenir des objets industriels de grande série, accessibles sur catalogue. Évolution qui a contribué à bouleverser la démarche de la recherche elle-même, le chercheur devenant de plus en plus un utilisateur de dispositifs vendus "clé en main" et dont il ne maîtrise plus la conception, ni parfois même les fondements.



Détail du cœur froid du liquéfacteur mixte hydrogène-hélium. Photo ACONIT

Comme on le voit, la sauvegarde ne consiste pas simplement à inventorier des objets, à les identifier ou les classer par catégories. Son objet est à la fois plus riche et plus vaste. Il s'agit avant tout de replacer ces objets dans leur contexte historique, économique, social et scientifique, à travers une démarche pluridisciplinaire associant scientifiques, témoins oculaires, sociologues, philosophes et historiens des sciences. Ambitieux et passionnant projet !

Ce travail de fond est accompli en France, pour ce patrimoine émergent que constitue le domaine scientifique et technique, à la demande du

ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, par le musée des Arts et Métiers, qui s'appuie sur un réseau dense de structures, dont l'association ACONIT à Grenoble. Cette mission nationale, répartie dans la plupart des régions, se dénomme PATSTEC.

Il est heureux que les institutions universitaires, les laboratoires et les instituts de recherche aient pris progressivement conscience de l'importance et de la nécessité de s'associer à une telle démarche patrimoniale, jusqu'à considérer qu'elle fait partie intégrante de leurs missions.

Pour aller plus loin

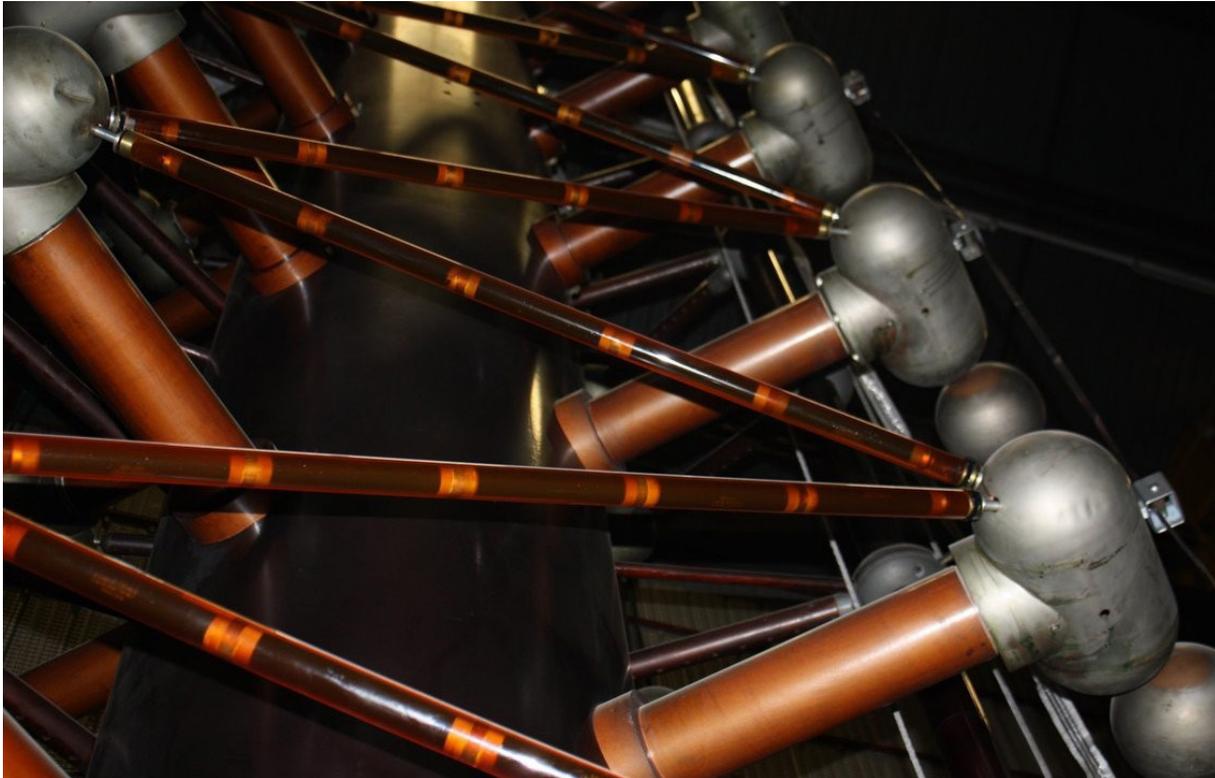
Statistiques

Base PSTC, domaine Patrimoine scientifique et technique contemporain.

Nombre de fiches 858, dont 684 versées en national. Inventaire depuis le 5 mars 2007

Destin d'objets scientifiques et techniques : Petite histoire d'un générateur de chocs (6/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 13 juin 2018 (1144 vues)



Condensateurs sphériques reliés par les résistances de charge. Photo ACONIT

Par Xavier Hiron, chargé de mission collections, en collaboration avec Gérard Chouteau, responsable de la délégation Rhône-Alpes sud de la mission PATSTEC, ACONIT

L'objet que nous vous proposons de découvrir aujourd'hui va nous emmener jusqu'à Villeurbanne, dans la banlieue nord-est de Lyon. S'il est exceptionnel par sa taille, ce n'est pourtant pas un objet unique, ni même un objet rare. Mais s'il a accaparé notre attention, c'est parce qu'il illustre de manière aiguë la question de la conservation d'une certaine catégorie d'objets scientifiques et techniques contemporains.

Témoin de l'histoire d'un site

Nous sommes arrivés un matin de décembre sur le site d'essais de GE Power, qui appartient au géant américain de l'énergie, General Electric. Nous avons été contactés à propos d'une pièce destinée à être démantelée. Cependant, même son propriétaire avait du mal à se faire à cette idée.

Nous avons été reçus par Marc Vittoz, ingénieur et chef de projets d'essais diélectriques, et Amélie De Phuoc, son assistante technique. La pièce à propos de laquelle nous nous étions déplacés est un générateur de chocs datant de 1953. Cet appareil de 13,50 mètres de haut à l'origine (sa configuration actuelle a été réduite d'environ 2 mètres), de type générateur de Marx (voir en annexe), reproduit des tensions électriques continues jusqu'à 400 kilovolts, dans le but de tester des composants soumis

à des surtensions internes ou externes. Ce qui veut dire en clair que ce type d'appareil sert à tester la qualité des isolants utilisés dans les équipements électriques de très grande capacité.

Le site sur lequel il est installé a un peu plus de 100 ans. Il a été créé par l'entreprise Delle (nom d'un village suisse situé proche de la frontière jurassienne) qui a décidé, pour s'ouvrir au marché français, d'implanter un site à Lyon en 1912. Du fait de la guerre, l'entreprise doit déménager à Villeurbanne. Son champ d'action est la construction d'équipements électriques de moyenne et haute tension, de disjoncteurs, d'aiguilleurs à huile, etc. L'entreprise devient florissante lors du boom technologique de l'après Seconde Guerre mondiale, avec un apogée dans les années 1950-60. Le site compte 4000 employés, tandis qu'actuellement son effectif est redescendu à 1500.

Dans ce contexte économique favorable, Delle et Alstom, deux gros concurrents, s'associent pour développer des alternateurs et pour disposer d'un centre d'essais commun tout en restant concurrents, avant la livraison de leur matériel à la clientèle. Cela conduira en 1970 au rachat de Delle par Alstom. Le centre d'essais diélectriques

perdre : il permet de préparer les qualifications réglementaires des isolants, qui sont ensuite validés par le centre d'essais EDF de Clamart, en région parisienne.

En 2010, suite au Grand emprunt et à l'essor des énergies dites décarbonées, le site devient un Institut de recherche sur les énergies renouvelables, notamment sur la problématique de la stabilité des réseaux.



Le générateur de chocs dans sa configuration de décembre 2017.
Photo ACONIT

De la technique au patrimoine

En créant de très hautes tensions (ou surtensions), il est possible d'analyser la capacité de mise en défaut et de réaliser un test grandeur nature de coupure des disjoncteurs (cas normal). Cette méthodologie, datant de 1925-26, est la première à avoir été appliquée en France, voire dans le monde.

Du point de vue patrimonial, trois transformateurs ont été installés sur le site de Villeurbanne entre 1925 et 1937, ainsi qu'un petit laboratoire annexe, pour lequel fut commandé le générateur de chocs fournissant 245 kW de puissance et alimenté par un chargeur de deux millions de volts. Le générateur déploie ses propres condensateurs en ligne (ou en parallèle) : pièces sphériques en métal reliées entre elles par des résistances de charge (tubes en verre). Des électrodes donnent des impulsions, ou ondes électriques, qui initient la libération quasi instantanée de l'énergie emmagasinée dans les différents condensateurs (amorçage en série). Les bras qui relient les parties actives sont remplis d'huile, qui fait office d'isolant thermique.

L'appareil actuel a été fabriqué à Aix-les-Bains en 1951-1953 par une petite entreprise spécialisée dans la fabrication d'équipements électriques sur mesure. Il s'agit de la Société savoissienne de constructions électriques. Ce qui a particulièrement intéressé Gérard Chouteau dans la démarche entreprise par GE Power, c'est qu'il a pu faire, à cette occasion, le rapprochement avec les générateurs de chocs utilisés en batterie dans le laboratoire du professeur Noël Felici, à Grenoble. Ce chercheur de l'entourage de Louis Néel a investigué le champ des possibilités d'exploitation technique offertes par les ondes électromagnétiques. Du contexte matériel de ces recherches initiales, il ne reste malheureusement quasiment rien, si ce n'est une masse d'archives scientifiques difficiles d'accès aux non spécialistes du domaine.

Comment assurer une pérennité ?

Nous avons donc effectué une campagne de photographies la plus complète possible et compilé un maximum d'informations concernant cette pièce, afin de renseigner des fiches d'identification de l'appareil et de ses annexes sur une base de données nationale. Car vous l'aurez bien compris, il ne fut évidemment pas possible de conserver le générateur de chocs à cause de sa taille impressionnante et du délai restreint dont nous disposions pour agir. Il a été démantelé dans le courant du mois de janvier 2018, avec le bâtiment qui l'abritait.

Cependant, à défaut de la pièce elle-même, notre action a permis de mettre en valeur une partie des informations associées à l'objet, comme son devis initial et ses plans d'origine, et ainsi de conserver la mémoire de son activité. Ce qui constitue, somme toute, le rôle essentiel dévolu à la mission nationale de sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain (PATSTEC) dont l'ACONIT assure à ce jour la délégation au niveau du territoire de l'académie de Grenoble.

Remerciements

À l'entreprise GE Power, pour avoir pris l'initiative d'entamer une démarche encore trop rare dans le domaine industriel.

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

General Electric, GE Power, centre de recherche SuperGrid Institute, Villeurbanne :
Nombre de fiches 30, toutes versées en national.
Inventaire depuis le 4 janvier 2018.

Pour en savoir plus

Sur les générateurs de Marx, rechercher sur le net :

- Générateur de Marx + wikipedia
- Générateur de Marx + lyonel.baum
- Générateur portable + geindustrial.com

Machines et personnalités : Tedimage38, la mémoire des tubes électroniques (9/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 19 novembre 2019 (700 vues)



L'atelier de montage des tubes à oxydes à l'époque de son ouverture, en 1956. Photo Tedimage38

Par Xavier Hiron, chargé de mission collections, ACONIT

L'association ACONIT collabore depuis plusieurs années déjà avec une association issue de l'activité industrielle à la périphérie de Grenoble, appelée Tedimage38. Son activité de valorisation d'un patrimoine scientifique et technique méconnu pourra paraître confidentielle à nombre d'entre vous. Mais elle nous permet d'entrer de plain-pied dans le monde foisonnant d'une entreprise de technologie innovante née au début du XX^e siècle, et dont l'un des centres de recherche et de production est depuis longtemps installé près de Grenoble. Il s'agit de Thomson-CSF, devenue Thales en 2000, entreprise internationale au destin multiforme, fleuron actuel de l'électronique française. Nous allons plus particulièrement évoquer la trajectoire de sa division des Tubes électroniques (DTE) en Isère.

L'industrie des tubes électroniques : une activité précurseur dans le paysage grenoblois

On entend souvent dire que la région de Grenoble est une sorte de "Silicon Valley à la française". En mars 2014, Grenoble a en effet été sacrée par la Commission européenne deuxième ville la plus innovante d'Europe, après Barcelone. Selon le magazine Forbes, elle serait même la cinquième ville la plus innovante au monde derrière Eindhoven, San Diego, San Francisco et Malmö. Pourquoi une telle concentration d'entreprises technologiques dans cette cité située au pied des Alpes ?

L'association Tedimage38 apporte quelques éléments de réponse à cette question, en présentant notamment l'histoire de plusieurs éléments remarquables de sa collection riche de plus de 600 tubes et dispositifs à image. Ils furent fabriqués sur le site Émile-Girardeau de Saint-Égrève, à 6 km de Grenoble. Ce site de la CSF, devenue Thomson-CSF après la fusion de 1968 avec Thomson-Brandt, est en effet l'un des berceaux de l'électronique française. On dénombre aujourd'hui, en région grenobloise, huit entreprises qui en sont directement issues, employant au total plus de 8000 personnes.

L'histoire de ce site remonte à la toute fin du XIX^e siècle. À cette époque, l'ingénieur Eugène Ducretet établit la première liaison radio entre la tour Eiffel et le Panthéon. Puis Gustave Ferrié entreprend de développer les techniques radio au sein de l'armée. Son collaborateur, Paul Brenot, convainc son camarade de promotion à Polytechnique, Émile Girardeau, de s'intéresser à la TSF (télégraphie sans fil) naissante. Ce dernier crée la Société française radio-électrique (SFR) en 1910. Après la première guerre mondiale, durant laquelle la SFR a fourni de nombreux matériels radio pour les équipements terrestres, maritimes et aériens, l'entreprise est englobée dans un groupe industriel élargi dirigé par Émile Girardeau : la Compagnie générale de télégraphie sans fil (CSF).



Les huit entreprises ayant pour origine commune, en 2015, le centre Émile-Girardeau de Saint-Égrève. Avec photo du site prise en 1955. Illustration Tedimage38

Les tubes électroniques sont des composants et non des systèmes ou produits prêts à l'emploi, ce qui fait que leurs clients sont d'autres industriels, parmi lesquels figurent des groupes mondiaux, parfois de très grande taille. Dans les années 1950, ces tubes équipent aussi bien les postes de radio à usage domestique que les équipements industriels et militaires. Ils se miniaturisent et voient leur production s'envoler.

En 1953, Maurice Ponte, alors directeur général du groupe CSF, prend la décision de construire une usine dans la région de Grenoble qu'il connaît bien, étant lui-même né à Voiron. Il fait suite à la demande du ministre de la Reconstruction de concourir à l'œuvre de décentralisation industrielle de la France. L'objectif de cette usine étant de fabriquer des tubes électroniques miniatures, elle doit rassembler des compétences variées. Or la formation d'ingénieurs à Grenoble est une tradition qui remonte à la fin du XIX^e siècle, l'essor de la Houille blanche ayant suscité la création, sur le lieu même de son émergence, d'un cours d'électricité industrielle. D'où un environnement scientifique très favorable. Sont également présentes les ressources pour l'encadrement technique et administratif, du fait des nombreuses industries traditionnelles déjà implantées dans la région. On y trouve, enfin, une main-d'œuvre féminine très habile pour les tâches minutieuses et disponible, car issue de la ganterie et du tissage alors déclinants.

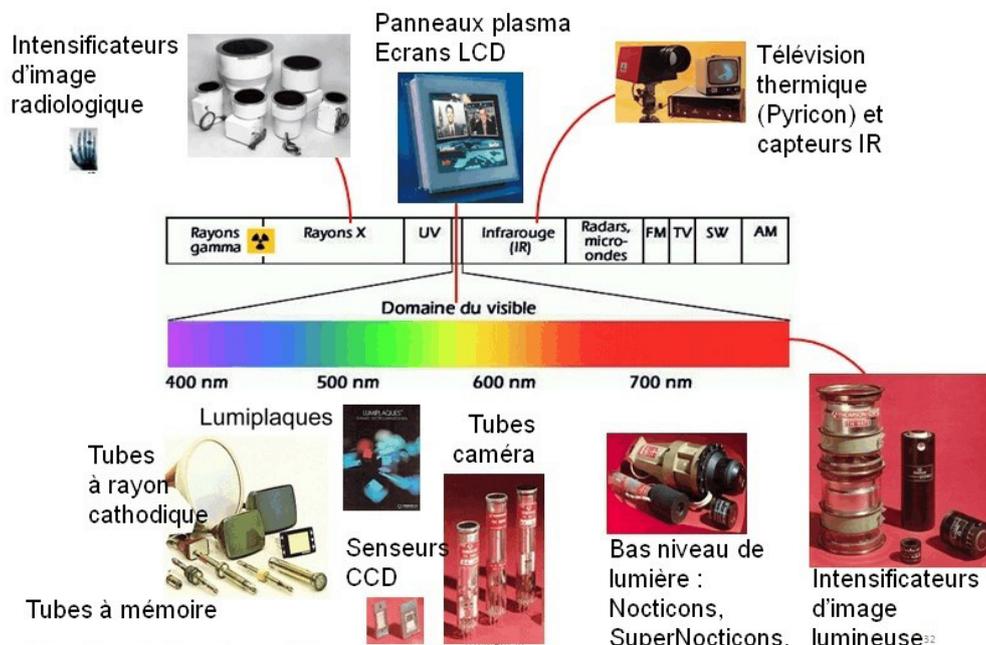
Maurice Ponte rend hommage à Émile Girardeau

Pour y construire son usine, Maurice Ponte fait acheter le domaine Chalves à Saint-Égrève, une ancienne ferme de 12 hectares datant de 1642, dont il préservera les bâtiments d'origine. Le centre Émile-Girardeau, nom qu'il donnera au site en hommage à son prédécesseur, deviendra très vite un site emblématique de l'industrie de pointe du bassin grenoblois. Ceci grâce notamment à la conception architecturale du projet, très audacieuse pour l'époque et conduite sous la houlette d'un architecte de grande renommée, André Gutton. Celui-ci s'attelle à réaliser

une structure modulaire de bâtiments préfabriqués ajustables, permettant de déplacer très rapidement les machines au sein des ateliers. Ainsi, le site et les bâtiments pourront s'adapter en permanence au rythme de la production et à la variabilité de plus en plus accrue du marché des composants électroniques. En 1956, l'usine est prête et arrive à point nommé pour répondre à l'essor prodigieux des diodes et transistors. Un atelier de production d'hydrogène est installé à l'extrémité sud du premier bâtiment afin de produire l'atmosphère nécessaire au tirage des cristaux de germanium, utilisés dans ces nouveaux composants. Après la première année d'activité, contre toute attente, les effectifs doivent être multipliés par quatre !

Dès l'année suivante, la production se diversifie en accueillant les produits initialement prévus pour ce site, les tubes électroniques. CSF fabrique des tubes depuis plus de 40 ans, mais l'éventail des applications s'est grandement élargi : triodes et pentodes pour les récepteurs radio de l'armée ou les calculateurs Bull, tubes subminiatures pour les radars embarqués de type Cyrano, tubes répéteurs pour les câbles sous-marins de télécommunication, tubes à rayons cathodiques pour les oscilloscopes, les radars, les tableaux de bord d'avion, tubes hyperfréquences comme les magnétrons pour les cuisinières électriques, ainsi que des relais sous vide... Ces tubes sont tous constitués d'une enceinte en verre dans laquelle un filament chauffe une cathode émettrice d'électrons. Ceux-ci sont accélérés par différentes électrodes qui permettent de contrôler le courant et la trajectoire du faisceau, en fonction des différentes applications projetées.

Dans des ateliers lumineux, spacieux et bien équipés, le travail demandait une forte concentration. C'était en particulier le cas pour la phase de montage des tubes à oxydes. Dans des salles qui rassemblaient plus de 50 opératrices, réputées pour leur précision et leur minutie, le travail consistait à assembler par soudure électrique les différentes électrodes du tube sur les passages métalliques du pied en verre (voir photo d'en-tête).



La gamme des produits issus de l'activité Thomson-CSF. Illustration Tedimage38

Évolution des tubes vers les composants "état solide"

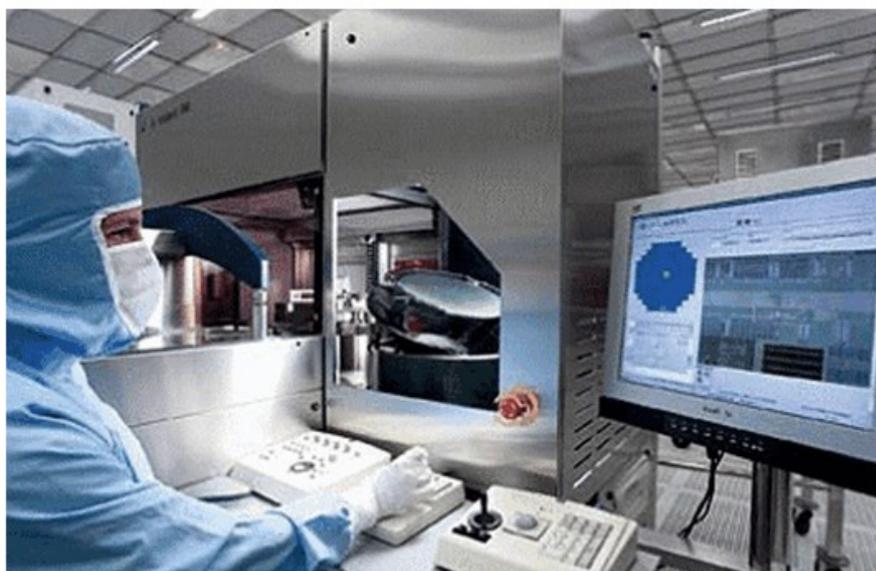
En 1968, sous l'impulsion de l'État français, la branche Thomson-Brandt absorbe la CSF et crée sa filiale Thomson-CSF, entièrement dédiée à l'électronique professionnelle. Un protocole d'accord est signé en septembre 1967 et une nouvelle organisation est mise en place en décembre 1968. De là naissent d'un côté le secteur des semi-conducteurs, avec sa filiale Sesco (Société européenne de semi-conducteurs) qui fusionne avec la Cosem pour donner la Sescossem, et de l'autre, le Groupement tubes électroniques (GTE) qui rassemblera les activités tubes des deux entreprises d'origine.

Tandis que l'évolution du germanium vers le silicium va conduire le premier secteur vers les circuits intégrés bipolaires et les microprocesseurs et mémoires MOS, les tubes, pour leur part, vont se perfectionner et se diversifier. Ils vont peu à peu évoluer vers des produits dits entièrement "état solide", comme les capteurs d'image CCD¹, les afficheurs Plasma, les LCD, ainsi que les détecteurs plats pour la radiologie médicale ou le contrôle non destructif sous rayons X. L'essentiel des activités de la division Tubes électroniques de Saint-Égrève va se concentrer en peu de temps sur des dispositifs de capture et restitution d'image.

1. CCD : composants électroniques photosensibles servant à convertir un rayonnement électromagnétique en un signal électrique analogique qui, amplifié puis numérisé, est traité pour obtenir une image numérique



Montage du canon d'un tube



Fabrication de dispositifs semi-conducteurs

Du fait de l'émergence de nouveaux besoins et de l'envergure grandissante des équipements de production dédiés, un tiers de l'activité des tubes électroniques (radiologie, tubes caméras et vision nocturne) est déplacé en 1986 sur un nouveau site construit sur la zone industrielle Centr'Alp de Moirans, à 18 km de Saint-Égrève. Les activités CCD vont rester implantées à Saint-Égrève, en rejoignant la section des semi-conducteurs, tandis que les activités LCD et plasma vont s'installer sur le site de Moirans. Les tubes à rayons cathodiques vont subsister à Saint-Égrève jusqu'en 1998, puis migrer en partie vers Moirans, en partie vers un autre site Thomson situé à Ulm, en Allemagne. Enfin, en décembre 2000, Thomson-CSF prend le nom de Thales. En 2015, trois entreprises directement issues du site initial Émile-Girardeau de Saint-Égrève demeurent sur le site de Moirans : Thales Electron Devices, l'un des derniers fabricants au monde de tubes électroniques pour la radiologie médicale, Trixell, fabricant de détecteurs plans pour la radiologie, ainsi que Thales LCD, fabricant d'écrans plats pour l'avionique.

Conclusion

En retraçant l'histoire d'un site industriel qui eut un apport significatif pour l'essor des industries de l'électronique dans notre région, nous abordons en filigrane l'histoire d'une très grande variété de métiers spécifiques. Tous répondaient à des exigences techniques importantes et faisaient appel à des savoir-faire qui apportaient leurs propres solutions aux problèmes posés par la production de masse, laquelle

comportait toujours, à cette époque, un nombre non négligeable d'aléas. Il s'agissait avant tout des métiers de "tubistes" pour le façonnage du métal, le travail du verre, le soudage verre-métal, les traitements de surface, les traitements thermiques, les techniques du vide, la sédimentation des poudres, etc.

L'évolution des tubes vers les dispositifs "état solide" verra une transformation importante des métiers, corrélative d'une diminution de taille considérable des objets fabriqués. Avec les techniques de la microélectronique, un éloignement de plus en plus grand s'est fait jour entre la personne et l'objet qu'elle fabrique. On est passé en moins de deux décennies de la tradition d'un certain tour de main de l'homme de l'art, détenteur d'un savoir-faire longuement acquis et dont on pouvait être fier, à des techniques de fabrication collective des produits, nécessitant une maîtrise industrielle grandissante des procédés et faisant préférentiellement appel à l'ingénierie.

Aujourd'hui, des causeries sont organisées par l'association Tedimage38 pour recueillir le témoignage direct des anciens : opérateurs, techniciens, ingénieurs ayant vécu ces évolutions et œuvré sur ces différents produits. Grâce à ces actions, c'est une part importante de cette histoire technique, industrielle et sociale qui a profondément modelé le visage de notre région qui est ainsi préservée. Espérons que cette démarche novatrice puisse servir d'exemple et initier, à terme, de nombreuses vocations de chercheurs en sciences humaines et d'historiens.

Remerciements

À Jean-Luc Berger et Jacques Chevalier, président et secrétaire en exercice de l'association Tedimage38.

Pour aller plus loin :

Statistiques sur base PSTC

Association Tedimage38 (Témoignage des tubes électroniques et dispositifs à images en Isère) :

Nombre de fiches 26, dont 25 versées en national. Inventaire depuis le 28 novembre 2011

Pour en savoir plus

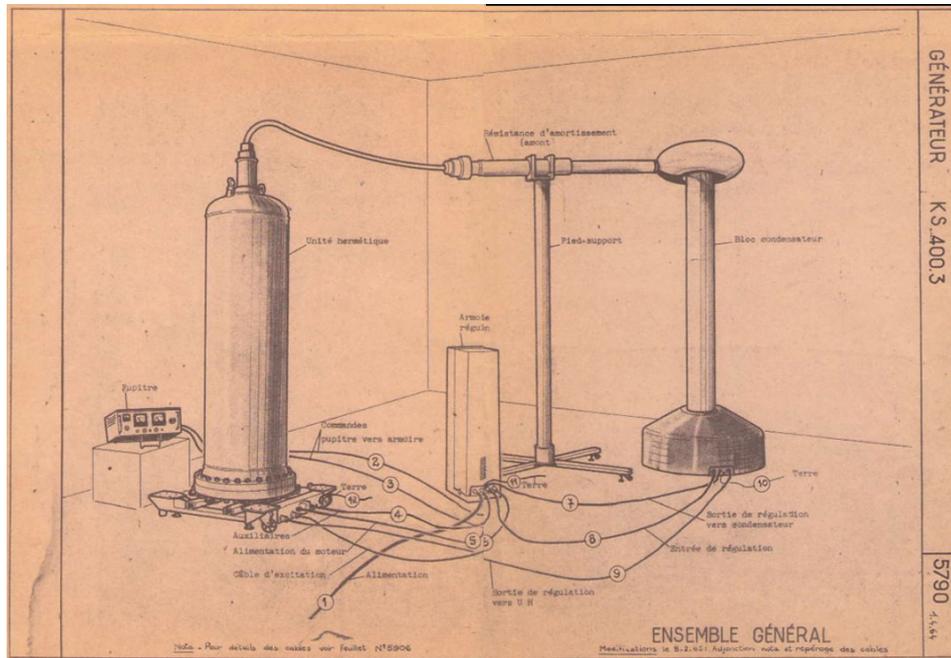
Pour accéder au Parcours Tubes et dispositifs à image fabriqués en Isère :

<https://db.aconit.org/dbgalerie/>

Site de Tedimage38 : www.tedimage38.org

Patrimonialisation scientifique et technique : La Sames, heurs et malheurs d'une entreprise grenobloise (03/10 - année 2020)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 11 mars 2020 (416 vues)



L'ensemble générateur KS Samtron pour l'IUT Département électricité de l'Université de Nantes.
Document mission PATSTEC - Pays de la Loire

Par Xavier Hiron, chargé d'inventaire PATSTEC, ACONIT

Le 2 janvier 1992, le physicien Louis Néel écrivait à Roger Morel : « J'ai été particulièrement heureux [...] de savoir qu'après des débuts brillants, vous avez finalement conduit à un succès industriel une entreprise dont les débuts furent chaotiques et difficiles. » Et il conclut sa missive par ces mots : « Je partage entièrement votre philosophie sur les entreprises de taille moyenne et, en particulier, le rôle ambigu que doit y jouer la recherche. »

Qu'est-ce qui a motivé ces appréciations sous la plume de celui qui fut, en 1970, distingué par un prix Nobel de physique ? La lecture d'un manuscrit intitulé "De Sames à Sames S.A. ou quarante années d'électrostatique", ouvrage datant de 1985, qui lui a remémoré l'aventure issue des travaux menés par son confrère et ami normalien, docteur en physique, Noël Felici. De nos jours, nous parlerions d'un transfert de compétence réussi entre le monde de la recherche fondamentale et celui des applications industrielles. Revenons sur les grandes étapes de cette aventure.

Des machines électrostatiques à l'électromagnétisme

Les machines électrostatiques à influence permirent d'obtenir pour la première fois des tensions électriques élevées de faible puissance. Elles ont été produites dès

le début du XX^e siècle et ont même connu une vogue importante, notamment dans le domaine des recherches physiologiques. Mais les lois de l'électricité étant, à cette époque, encore mal établies, ces machines ont vite été jugées non exploitables scientifiquement, car les résultats obtenus n'étaient pas ou peu reproductibles. Pourtant, le monde scientifique était alors à la veille de subir de grands bouleversements.

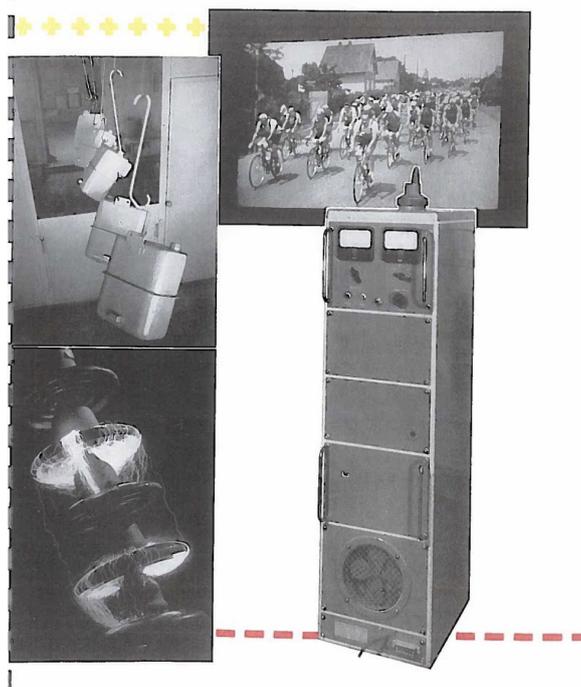
Durant la Seconde Guerre mondiale, en 1942, l'équipe du physicien Louis Néel se replie, depuis la ville de Strasbourg trop exposée aux combats, vers Grenoble, mieux protégée et bénéficiant surtout d'un bon environnement scientifique et technique, depuis que s'y était développée la Houille blanche. Déjà, il est accompagné de Noël Felici, jeune et brillant normalien. Sous la houlette de ce dernier, l'étude du magnétisme s'accompagne de la physique des champs électriques, qui utilise les propriétés des équations de Maxwell, lesquelles relient champ magnétique et champ électrique ("dans le vide, le champ électrique est perpendiculaire au champ magnétique").

Noël Felici développera notamment un type de générateurs qui portera son nom, variante du générateur Van De Graaff, dans lequel la courroie est remplacée par un cylindre isolant à paroi mince de

quelques millimètres d'épaisseur et tournant à grande vitesse autour d'un stator cylindrique légèrement conducteur.

Puis, dans le sillage des travaux de Louis Néel, Noël Felici développera ses propres recherches vers les champs électrostatiques intenses, en rapport avec l'augmentation des puissances installées. Tant et si bien que dès 1945, le tout nouveau Centre national de la recherche scientifique (CNRS) créera le Laboratoire d'électrostatique et de la physique du métal, qui consacrera l'émergence des besoins du pays en activités industrielles utilisant les hautes tensions continues.

Au sortir de la guerre, toujours avec la bienveillance de Louis Néel, Noël Felici crée en 1947 une entreprise d'un genre nouveau, la Sames, qui a licence exclusive d'exploiter des recherches émanant du CNRS et obtient, pour ce faire, une aide matérielle de l'université de Grenoble. Les ateliers sont situés au 46, avenue Félix-Viallet (le site historique de l'actuel Grenoble-INP). À cette époque, les machines-outils d'usinage proviennent des réquisitions faites en Allemagne, au titre de réparation des dommages de guerre. Plus tard, en 1972, la Sames sera la première entreprise à regrouper l'ensemble de ses locaux sur la Zone d'innovation et de recherche scientifique et technique (Zirst) de Meylan, en périphérie de Grenoble.



Différents exemples d'utilisation de matériels de la Sames, selon une brochure commerciale datant de 1955. Photo Sames Kremlin

Le développement des activités de la Sames

Ainsi, l'étude du magnétisme, dont Grenoble se fait aujourd'hui encore une spécialité mondiale, notamment avec le Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI) – on se souviendra aussi des travaux menés par Louis Néel pour insensibiliser les coques des navires alliés aux mines magnétiques flottantes nazies – et la physique des champs électriques se sont accompagnées de l'émergence du secteur industriel des projections électrostatiques. C'est sur ces deux derniers secteurs que se sont développées les activités commerciales de la Sames (Société anonyme des machines électrostatiques), mais seules les projections électrostatiques vont perdurer dans le temps. Pourquoi une telle situation ?

Au début de son activité, l'entreprise participe à l'effort de reconstruction de l'après-guerre et produit essentiellement des générateurs électrostatiques à haute tension, sans application ciblée. Mais rapidement, l'application aux peintures et poudres s'impose comme le vecteur commercial le plus efficace. Les premières utilisations observées, fruits de commandes de recherche et développement spécifiques, furent le

poudrage et sulfatage de produits agricoles pour l'entreprise Truffaut, ainsi que la mise au point d'allumeurs destinés au secteur de l'industrie automobile, dès 1950. Mais ces secteurs d'activité offraient des débouchés trop instables ou trop peu prévisibles.

Dans les faits, la marotte de Noël Felici consistait à développer le secteur des instruments de recherche scientifique. Aussi, de nombreuses applications en haute tension continue sont explorées : rayons X, microscopie électronique, essais diélectriques et appareils de physique corpusculaire et nucléaire, dont des accélérateurs de particules (première étape à 600 kilovolts), avec toujours des applications possibles pour l'industrie. La Sames équipe à cette époque des laboratoires universitaires ou industriels en matériel de recherche, comme ce fut le cas pour l'Université de Nantes, qui conserve toujours en ses locaux un condensateur d'alimentation en haute tension continue et un accélérateur électrostatique commandés en 1964 auprès de la société grenobloise (voir l'inventaire scientifique et technique du Pays de la Loire).

Dans ce contexte sont nées les premières demandes d'étude pour des chantiers de peinture électrostatique. Pour y répondre, la Sames va sophistication un procédé d'électrification des peintures venu des États-Unis, à partir de ses propres générateurs et pistolets à tête rotative. Cependant, il faudra attendre 1958 pour voir la technique passer à l'échelle industrielle. Entre les années 1960 et 1963, les buses fixes à jet Vortex (brevet d'origine anglaise) sont associées au système de pulvérisation pneumatique et à l'effet électrostatique. Or pour ce nouveau domaine d'activité, la demande industrielle est forte et la concurrence européenne quasi-inexistante.

Mais cette dispersion d'activités se révélera

préjudiciable à l'entreprise, qui y perdait en visibilité. Aussi, son conseil d'administration décida-t-il en 1979 de recentrer ses activités sur le volet industriel de la pulvérisation électrostatique. Or, à cette époque, une firme américaine concurrente sur ce secteur d'activité breveta des procédés découverts et mis en œuvre en France et gagna sur dix ans ses procès avec l'entreprise Sames. Des interventions officielles émanant du gouvernement français conduisirent à la création de la firme Tunzini-Sames, dont le but était le renflouement de la Sames.

Heureusement, durant ces années noires, la Sames avait développé le poudrage électrostatique dont elle se fit par la suite une spécialité mondiale.



PRÉCIPITATIONS ELECTROSTATIQUES	<ul style="list-style-type: none"> • Peinture • Couvrage • Poudrage • Pulvérisation de poudres abrasifs • «Fluxage» des buses • Séparation des résinates • Triage de scories...
ELECTRONIQUE	<ul style="list-style-type: none"> • Télévision • Soudé • Couverture d'images • Tubes à électrons • Sélecteurs...
RADIOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Radiothérapie • Radio-nucléographe • Radio-entomologie...
ESSAIS ÉLECTRIQUES EN LABORATOIRES ET SUR CHANTIERS	<ul style="list-style-type: none"> • Essai de câbles • Mesure des ruptures diélectriques et des isolants • Essai non destructif de matériaux** • Essai de choc...
APPLICATIONS NUCLÉAIRES	<ul style="list-style-type: none"> • Accélérateurs de particules et tubes à ions • Circuits de neutrons...
DIVERS	<ul style="list-style-type: none"> • Alliage spécial de manganèse explosif • Applications médicales par ultra-physiologie directe • Enregistrement...

Générateurs Felici produits par la Sames (à gauche) et les principaux domaines d'application des matériels Sames, selon une plaquette commerciale datant de 1955 (à droite). Photo Sames Kremlin

Conclusion

À travers l'histoire de la création et du développement de cette entreprise majeure dans le paysage grenoblois, se lit en filigrane l'aventure de la recherche du pôle scientifique fédéré par Louis Néel en personne. On a en effet avancé que si Louis Néel avait été honoré par l'académie suédoise, c'est parce qu'il avait su rassembler autour de lui tout un environnement scientifique à la mesure des enjeux de la recherche en physique d'après-guerre, pour en tirer le meilleur parti industriel. La société Sames, malgré ses mésaventures, en est un témoin vivant.

Mais que reste-t-il de sa période de gestation ? Très peu de témoins matériels subsistent. La mémoire de l'entreprise Sames, au sein du groupe aux prises avec les contraintes du monde économique moderne, tend à s'estomper. L'ACONIT, en 2016, a été sollicitée lors du déménagement de l'ancien bureau occupé par Noël Felici sur le site du CNRS-Alpes, et a ainsi contribué à sauvegarder quelques-unes de ses archives de recherches, dont des cahiers de laboratoire, en interpellant les archives départementales de l'Isère sur leur devenir. Reste enfin le témoignage dont se

félicitait Louis Néel, "De Sames à Sames S.A. ou quarante années d'électrostatique", ce livre écrit en 1985 par Roger Morel, ancien ingénieur développement de l'entreprise, malheureusement trop difficilement accessible car de diffusion restreinte.

Remerciements

À Hervé Walter, cadre de Sames Kremlin, pour nous avoir fourni les documents historiques concernant la Sames, et à Gérard Chouteau pour sa relecture pointilleuse.

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

Société anonyme des machines électrostatiques (Sames), Meylan. Nombre de fiches 1, versée en national. Inventaire depuis le 4 juillet 2019

Pour en savoir plus

Fiche de documentation sur Base PSTC :

[https://db.ACONIT.org/DBAconit/+ \[id\] collection : 785](https://db.ACONIT.org/DBAconit/+ [id] collection : 785)

Lien vers l'onglet du site de Sames Kremlin :

<https://www.sames-kremlin.com/france/fr/history.html>

Destin d'objets scientifiques et techniques : Comment l'informatique dirigeait les eaux au siècle dernier - le Poste de commande hydraulique de Lyon (7/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 13 septembre 2018 (1024 vues)



Le PCH de Lyon tel qu'il était en l'an 2000. Photo EDF-Estel

Par Henri Thibert, membre de l'association Estel. En collaboration avec Xavier Hiron et Cyrielle Ruffo, chargés de mission patrimoine scientifique et technique contemporain, ACONIT

L'association ACONIT gère la délégation de la mission nationale PATSTEC pour l'académie de Grenoble. À ce titre, elle entretient des partenariats avec un réseau d'acteurs de la préservation du patrimoine scientifique et technique contemporain, comme l'est Estel (Espace télécommunication), une autre association créée en mai 1995, à qui nous donnons la parole aujourd'hui. Actuellement logée à Lyon, cette dernière dispose d'une salle de présentation de matériels de télécommunication et de conduite à distance (ou téléconduite) utilisés au siècle dernier par EDF et sa filiale RTE pour la gestion du réseau électrique à haute et très haute tension.

Elle nous présente dans cet article l'un de ces systèmes de téléconduite, sauvegardé en état de fonctionnement après son remplacement en 2001 et exposé en partie dans ses locaux. Il s'agit du Poste de commande hydraulique (PCH) de Lyon, qui assurait la gestion des usines de lac et des stations de transfert d'énergie par pompage (Step) depuis le centre de dispatching de Lyon. Ce genre d'équipement illustre toute la complexité en matière de gestion de l'approvisionnement énergétique.

La sauvegarde du Poste de conduite hydraulique de Lyon

À l'occasion de l'arrêt de son exploitation au début de l'année 2001, après 30 années de service, Estel a récupéré une partie du matériel de ce poste de commande dans le but de le réinstaller en état de marche à des fins de démonstration.

Le système PCH était pourtant entré dans le XXI^e siècle sans aucune difficulté majeure et le bug de l'an 2000 ne l'avait aucunement affecté. Cet ensemble patrimonial, constitué d'un Mitra 15 et de ses périphériques, a été réinstallé dans une salle de présentation dédiée. Des simulations de connexions avec deux usines ont été restituées par l'intermédiaire de deux armoires de commande supposées être distantes et localisées, pour visualisation des procédures de transmission, dans une salle attenante. En complément de ce dispositif, une maquette de l'usine de Vouglans a été installée près des matériels de commande, afin de rendre plus concrètes les démonstrations.

Cependant, tous les postes de conduite hydraulique n'ont pas connu le même destin que celui de Lyon.

Le PCH au XXI^e siècle

Aujourd'hui, avec la création de RTE (Réseau de transport d'électricité) et sa séparation des autres activités d'EDF, la totalité des postes de commande est désormais regroupée dans des centres de conduite hydraulique à Toulouse, Lyon et Kembs pour EDF et Lyon pour la CNR (Compagnie nationale du Rhône).

Dans un système électrique devenu concurrentiel, l'adéquation entre la production et la consommation est préparée par les responsables d'équilibre qui, sur leur propre périmètre, travaillent pour que les injections programmées de leurs moyens de production s'équilibrent avec les soutirages prévus de leurs clients. Néanmoins, RTE reste l'acteur principal de l'équilibre en temps réel entre la production et la consommation d'électricité. Il intervient sur les marchés de l'ajustement, gère les marges et réserves globales, la fréquence, la tension... entre autres paramètres.



Vue de l'ensemble des équipements sauvegardés dans la salle de présentation d'Estel. Photo Estel

Architecture et fonctionnement

Comme il est nécessaire de maintenir la fréquence du réseau national à 50 Hz et l'électricité étant une énergie qui ne se stocke pas, il faut constamment être en capacité d'équilibrer en temps réel l'offre et la demande. Pour cela, les usines doivent adapter leur production en fonction de la consommation et une grande partie de cet équilibrage s'effectue automatiquement par le réglage secondaire. Néanmoins, une intervention humaine reste souvent nécessaire pour ajuster au mieux les puissances développées (réglage tertiaire).

C'est pourquoi au début des années 1970, afin de renforcer l'optimisation de la gestion de l'eau et d'améliorer les fonctions de souplesse, fiabilité, stockage et rapidité d'intervention des centrales hydrauliques du bassin alpin, un Poste de commande hydraulique (PCH) a été installé au centre de dispatching de Lyon.

Afin d'assurer la fiabilité de l'ensemble du système, un doublement des matériels et des voies de transmission a été réalisé. Ainsi, à Lyon, l'opérateur disposait de deux voies (ou moyens) de conduite : normal et de secours. Chaque ensemble comportait :

un pupitre de commande par boutons poussoirs lumineux pour les actions programmées et les demandes d'information, un écran de visualisation des états des groupes et des niveaux de retenue usine par usine, un calculateur de type Mitra 15 de 16 bits de technologie TTL, qui comporte une mémoire principale à tores de ferrite au lithium et huit cartes mémoire secondaires, une unité de disque de 5 Mo, un lecteur de cartes, un terminal d'impression à bande de marque Télétype pour la maintenance, ainsi qu'une imprimante à aiguilles, destinée à imprimer le journal de bord.

Installées au sein de chaque usine, des armoires de commande de type ETC 50 complétaient le dispositif. Fournies par la firme CETT (Compagnie européenne de télétransmission), elles assuraient la transmission aller-retour des informations entre le centre de dispatching et les différentes usines à la vitesse de 50 bits/seconde. Un codage des informations permettait la détection des erreurs. Pour parfaire la sécurité, les voies de transmission étaient par ailleurs doublées (absence de mode commun) : un circuit entièrement privé et autonome d'EDF assure la permanence des services, en parallèle du circuit de téléphonie public traditionnel.

Typologie des sources d'approvisionnement

Les eaux administrées par le Poste de conduite hydraulique de Lyon provenaient de quatre types d'usines hydrauliques qui produisent généralement de l'électricité par turbinage (action de turbines associées ou non à des conduites forcées) :

- les usines de hautes chutes (ou centrales de lac), qui disposent de grandes retenues d'eau (barrages), se remplissent principalement à la fonte des neiges. De grande capacité, elles sont le plus souvent turbinées pendant les heures de forte consommation sur un cycle annuel ;
- les usines d'éclusées, possédant de plus petites réserves d'eau qui leur permettent de turbiner sur un cycle plus court, généralement hebdomadaire ;
- les usines de basses chutes, ou centrales au fil de l'eau, qui turbinent en continu l'eau d'une rivière. Elles ne disposent donc pas de capacités de stockage significatives ;

- les stations de transfert d'énergie par pompage (Step), lesquelles échangent par intermittence une masse d'eau entre un bassin supérieur et un bassin inférieur. La Step remonte l'eau en période de faible demande et turbine pendant les périodes de forte demande (ou aléas).

Les informations principales que les postes de commande échangent avec ce genre d'usines de production électrique sont multiples : la mesure du niveau des retenues, l'alarme usine, le démarrage des groupes en turbine ou en pompe, la commande d'arrêt, les consignes de puissance active et réactive pour chaque groupe de production. En retour, il reçoit les mesures de puissance active, de puissance réactive, de tension, l'indisponibilité de certains groupes ou de ceux qui sont en commande locale.



Les imprimantes



Face avant du Mitra 15



Les armoires de commande



visualisation d'une usine

Les éléments principaux du PCR de Lyon. Photo Estel

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

Association Estel (espace télécommunication), Lyon.

Nombre de fiches 55, dont 49 versées en national. Inventaire depuis le 21 mai 2011

Pour en savoir plus

Le site d'Estel : <http://estelenerg.org>

Voir notamment le volet consacré à la téléconduite

Atlas des énergies en région Paca – Energiee watch (voir notamment le chapitre 4)

Machines et personnalités : 1977, Ramsès II, chef d'état, prête son corps à la science, ou l'histoire du laboratoire ARC-Nucléart (8/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 15 octobre 2019 (521 vues)



La momie de Ramsès II désinfectée et restaurée. Photo ARC-Nucléart

Par Xavier Hiron, chargé de mission PATSTEC, ACONIT

La date de 1977 est une date clé dans la science de la conservation des matériaux organiques. Cette année-là, la momie d'un pharaon vieux de plus de 3 000 ans se déplace, avec tous les honneurs dus à son rang, vers la France pour y subir un traitement révolutionnaire. La momie est gravement attaquée par des souches de champignons de type cryptogames et par des larves d'insectes. Au Caire, les conditions de chaleur et d'humidité importantes favorisent ces développements et font craindre aux autorités égyptiennes une disparition rapide de la momie. Il faut agir, mais encore faut-il savoir comment.

Cette problématique interpelle la communauté internationale. C'est ainsi que vont se rencontrer, par l'intermédiaire de Magdeleine Hours, alors directrice du laboratoire de recherche des Musées de France (LRMF), l'égyptologie et le programme Nucléart, lancé quelques années auparavant par un jeune ingénieur enthousiaste de la section d'application des radioéléments de Grenoble, nommé Louis de Nadaillac.

Plus de 50 ans plus tard, le laboratoire ARC-Nucléart est devenu l'un des plus réputés au monde et des mieux lotis en équipements pour faire face à grande échelle aux traitements des matériaux organiques d'origine archéologique, ainsi qu'aux sculptures, objets et meubles patrimoniaux. ACONIT, qui gère la délégation de la mission nationale PATSTEC (Patrimoine scientifique et technique contemporain) sur le territoire de l'académie de Grenoble, a récemment entrepris l'inventaire de la partie historique de son parc d'équipement scientifique

et technique. L'occasion de faire le point sur l'avancée que ces méthodes ont imprimé durablement dans le paysage de la conservation-restauration du patrimoine mondial.

Tout débute avec l'irradiation gamma

La technique phare sur laquelle s'appuie Louis de Nadaillac est l'irradiation gamma. Celle-ci est obtenue dans un irradiateur constitué d'une cellule aux murs en béton épais (1,5 mètre) permettant d'y introduire à la demande une source de rayons gamma à fort pouvoir pénétrant, diffusés par du cobalt 60 (isotope instable à fort pouvoir de rayonnement). Lorsque la source de rayonnement à très faible longueur d'onde doit être rendue inactive pour pouvoir accéder aux objets, elle est plongée dans une piscine de 4,25 mètres de profondeur, car la présence de l'eau absorbe le rayonnement et le rend inopérant en surface. Toute la problématique de ce jeune ingénieur et de son équipe est de maîtriser ce qu'on appelle le débit de dose, et par voie de conséquence de calibrer la dose reçue par les objets à traiter en fonction du mal dont ils doivent être curés.

Les cibles à détruire sont les micro-organismes vivants (larves, champignons, algues, insectes) qui ont infesté les objets patrimoniaux à préserver, eux-mêmes constitués de matières organiques qui, du fait de leur transformation par l'homme, sont devenues inertes (mais pas amorphes). Aussi s'aperçoit-il très vite que pour maîtriser avec précision de tels paramètres, il doit réunir deux conditions : s'entourer d'une équipe

de scientifiques pour prendre en charge les aspects de recherche et développement nécessaires aux traitements de conservation appliqués aux matériaux organiques, et d'une équipe de spécialistes de la culture, conservateurs et restaurateurs réunis, afin de satisfaire aux meilleures conditions de la préservation des œuvres d'art. Le concept d'un laboratoire dédié à la conservation du patrimoine est né.

Dans ce contexte initié dès le début des années 1970, l'arrivée d'un cas de figure réputé insoluble est une aubaine pour démontrer la validité des techniques développées par l'équipe de Louis de Nadaillac. Mais il a aussi exploré d'autres voies : pour les bois secs pulvérulents comme pour les sculptures en pierres poreuses ou pour les plâtres, s'inspirant d'une

méthode de consolidation américaine, il a entrepris des essais pour imprégner au cœur des objets de la résine styrène-polyester liquide (non sans avoir testé au préalable plusieurs autres polymères, dont le méthacrylate de méthyle), qu'il fait ensuite durcir par l'action du même rayonnement, plutôt que par l'ajout d'un durcisseur chimique, afin d'assurer une consolidation homogène dans tout le volume des objets.

Ce fut d'ailleurs à cette méthode que fut confiée la première réalisation grandeur nature d'un traitement de mobilier patrimonial : dès 1970 en effet, les 155 mètres carrés du parquet historique de la salle de réception de l'Hôtel de Lesdiguières, alors Hôtel de Ville de Grenoble, furent ainsi imprégnés et sauvegardés.

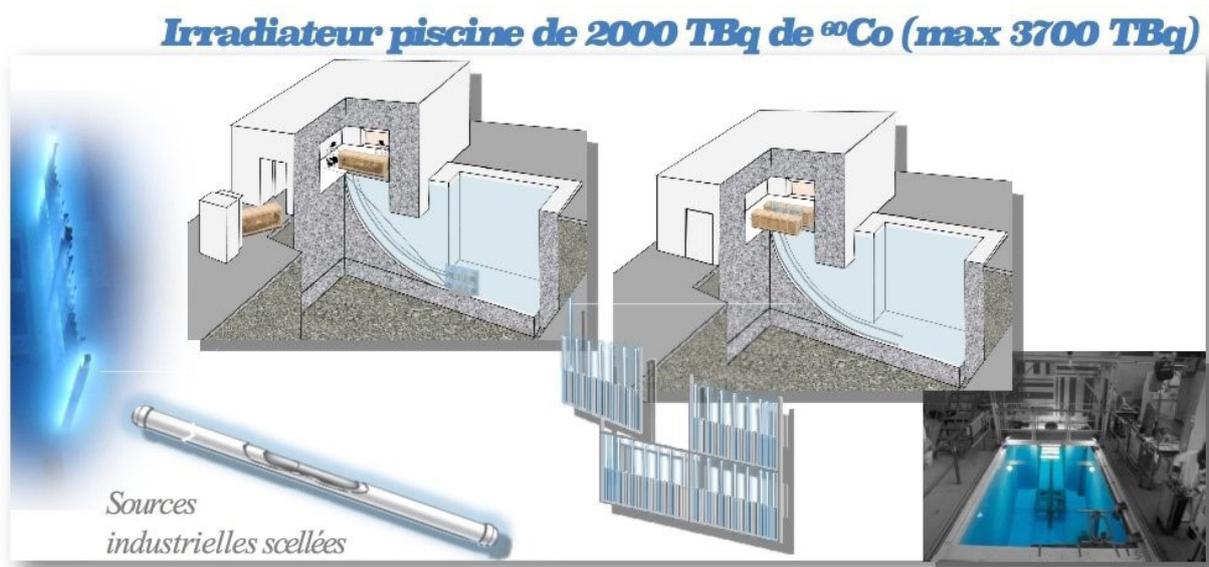


Schéma de principe de fonctionnement de l'irradiateur d'ARC-Nucléart : les sources radioactives de ⁶⁰Co sous double-enveloppe inox correspondent au standard industriel ; elles sont réparties sur un panneau porte-sources mobile passant de la piscine à l'intérieur de la cellule selon les besoins. Document ARC-Nucléart

La problématique particulière des bois gorgés d'eau

Mais la polymérisation de la résine polyester est irréversible. Cette méthode convient donc aux pièces les plus gravement atteintes comme solution de la dernière chance. Cependant, la déontologie de la restauration-conservation préconise d'avoir recours en priorité à des méthodes qui préservent la faculté d'un retraitement ultérieur.

Or, à partir des années 1972, le lac de Paladru, à Charavines, commence à livrer en quantité des objets de fouille en bois gorgés d'eau. Michel Colardelle, alors conservateur à la sous-direction de l'archéologie, souhaite confier le traitement de ce matériel au laboratoire grenoblois. Pour satisfaire aux critères de réversibilité, l'équipe Nucléart s'intéresse bientôt à une

nouvelle technique, la lyophilisation. Mais là encore se pose un problème de consolidation préalable des bois qui ont perdu toute résistance mécanique du fait de l'action prolongée de l'eau sur les parois des cellules.

C'est le polyéthylène-glycol, un dérivé de la chimie du pétrole, qui est utilisé pour jouer ce rôle de consolidant de la microstructure fragilisée des bois archéologiques. Soluble dans l'eau, il peut être imprégné jusqu'à concurrence de 40% massique avant que les objets, consistant parfois en des pirogues de plusieurs mètres de long, soient déposés dans un lyophilisateur. Cette machine sert à éliminer l'eau contenue dans les bois par sublimation de la glace. Ce phénomène naturel est reproduit ici artificiellement, après avoir congelé les bois à -20°C voire en deçà, puis en créant un vide primaire dans l'enceinte de traitement.

Un appareil prototype a été développé dès 1980 avec l'aide de la société Sérail, mais son enceinte de traitement cylindrique ne faisait qu'un mètre cube. En 1988, il lui a été adjoint une virole de quatre mètres supplémentaires pour traiter la pirogue de Charavines-Colletière, première embarcation à être asséchée par l'organisme double qui intégrait alors le CETBGE (Centre d'étude et de traitement des bois gorgés d'eau) cogéré par la Ville de Grenoble.

Ensuite, ARC-Nucléart (nom donné en 1989 en préfiguration de la constitution du GIPC – Groupement

d'intérêt public à vocation culturelle – co-créé en 1997 par le ministère de la Culture, la Ville de Grenoble, la Région Rhône-Alpes et le CEA-Grenoble) s'équipera d'un lyophilisateur d'appoint consacré aux cuirs et aux vanneries, puis d'un deuxième gros lyophilisateur destiné à traiter de très grandes pièces de navigation, comme les chalands découverts à Lyon et à Arles au début des années 2000. Ceux-ci, d'ailleurs, faisant parfois plusieurs dizaines de mètres de long, sont souvent tronçonnés par les archéologues eux-mêmes pour pouvoir être traités par sections.



La pirogue de Charavines-Colletière, datée du XIV^e siècle, après séchage par lyophilisation.
Photo d'archives ARC-Nucléart

Conclusion

C'est donc tout ce parc technologique et la mémoire des études et recherches entreprises par ARC-Nucléart au cours de ces 50 dernières années que met en valeur l'inventaire actuel mené par l'ACONIT. Cette opération permet de rendre compte d'un domaine pionnier dans lequel Grenoble a œuvré avec succès. En ce qui concerne la momie de Ramsès II, le traitement, particulièrement adapté, a été réalisé dans un équipement homologue du centre du CEA-Saclay – pour ne pas risquer d'endommager la pièce par un transport supplémentaire – à partir des calculs de dose effectués à Grenoble. Il fut efficace et le chef d'état tri-millénaire, en visite officielle en France, s'en est retourné au Caire.

Il y a retrouvé un caisson hermétique de présentation, car le traitement appliqué est réputé curatif (il élimine les sources de contamination actives) mais pas préventif (il ne les empêche pas de se réinstaller sur la matière traitée si les conditions climatiques leur sont favorables). Quant à Louis de Nadaillac, il n'aura malheureusement pas eu la joie de participer à cette première mondiale validant ses méthodes, puisqu'il décède à l'âge de 37 ans, soit quatre ans avant la venue en France de cet hôte de marque.

Xavier Hiron a par ailleurs été conservateur-restaurateur à ARC-Nucléart durant 20 ans, et à ce titre, a activement contribué à son rayonnement international.

Remerciements

À Anne-Karine Froment, directrice du GIP, mise à disposition par le CEA.

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

Atelier de recherche et de conservation-Nucléart, CEA-Grenoble.

Nombre de fiches 17, dont 10 versées en national. Inventaire depuis le 23 septembre 2019

Pour en savoir plus

Le site d'ARC-Nucléart : <http://www.arc-nucleart.fr/>

Source du texte : plaquette d'information de l'association ProNucléart, direction Philippe Cœuré, novembre 2011

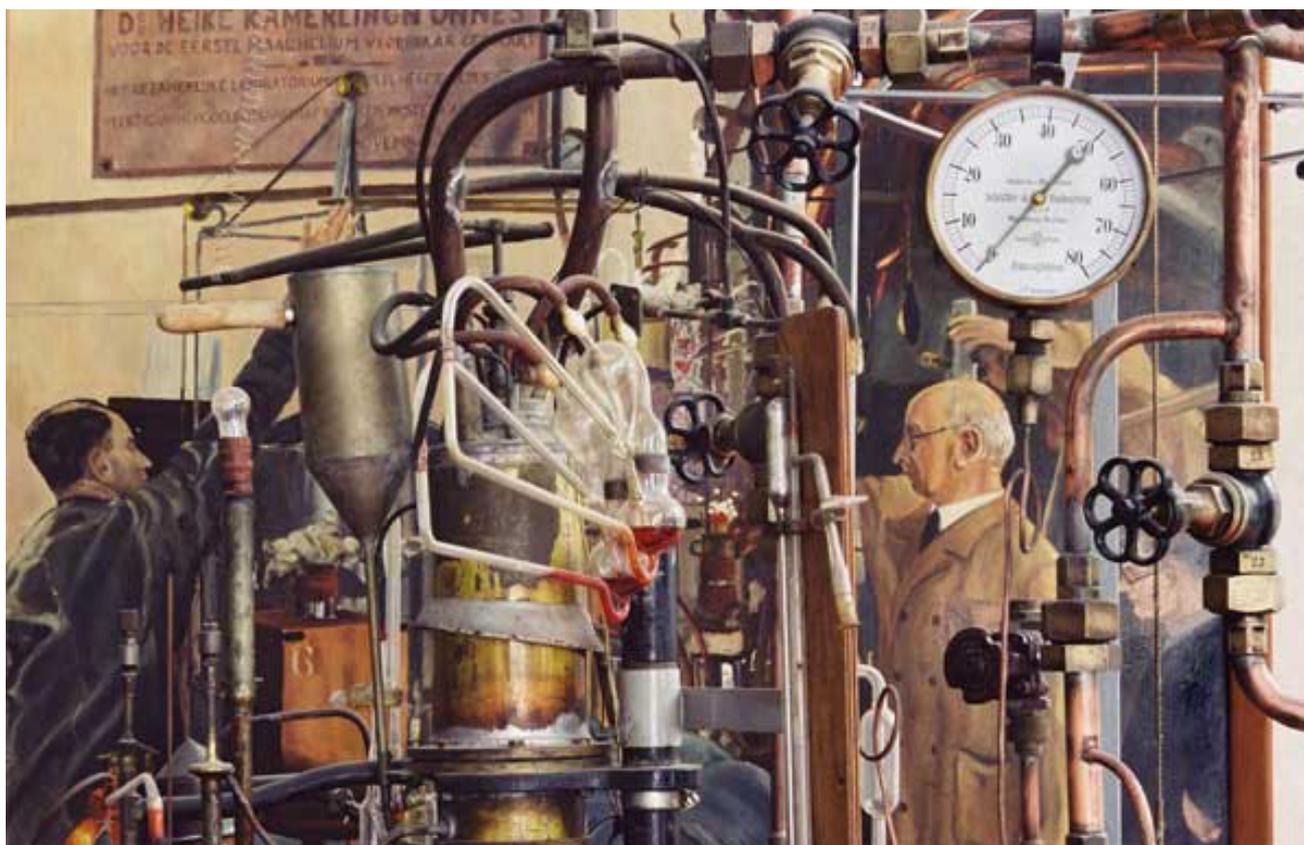
Correspondants techniques CEA :

Gilles Chaumat (lyophilisation) : documentation Base PSTC, [id] collection : 795

Laurent Cortella (irradiation gamma) : documentation Base PSTC, [id] collection : 810

L'objet scientifique, témoin de son temps

Article non publié sur le site Echosciences-Grenoble



Le liquéfacteur de Kamerlingh Onnes en 1908 (Leyden, Pays-Bas). Image CNRS

Par Gérard Chouteau, professeur honoraire à l'UGA, chargé de mission ACONIT

En examinant les deux photographies sur cette page, chacun peut constater qu'un monde sépare les deux objets pourtant tout aussi complexes qu'elles évoquent : le premier, prototype du liquéfacteur d'hélium construit en 1908 dans le laboratoire du professeur Kamerlingh Onnes aux Pays-Bas, s'oppose fortement à l'appareillage moderne puissamment informatisé, livrable clés en mains et dont on soupçonne à peine, par la présence d'une bonbonne sur la droite du cliché, qu'il utilise un fluide cryogénique.

Toute une évolution récente se cache derrière la façade impeccable de ce deuxième instrument, que le travail de sauvegarde du patrimoine, adossé à l'action des grands organismes de recherche, des universités et des entreprises, doit mettre en perspective à travers un regard pluridisciplinaire vers lequel devront converger scientifiques, historiens et sociologues. Mais il ne fut pas si naturel de voir émerger une telle démarche, d'ailleurs encore confidentielle de nos jours. Pourquoi ? Parce qu'elle est en réalité révélatrice de très fortes évolutions sociétales.

Dans la période qui suit la deuxième révolution industrielle, à la jointure des XIX^e et XX^e siècles, environ



Un spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN), fabriqué par Bruker. Photo droits réservés

2% de la population seulement accède au baccalauréat, créé en 1880. Le diplôme le plus répandu est alors le certificat de fin d'études primaires. À l'époque, la science est une activité minoritaire, confinée dans quelques laboratoires universitaires. Le pays ne compte guère plus d'une ou deux centaines de chercheurs qui mènent une recherche essentiellement fondée sur des démarches personnelles. Il n'existe évidemment aucun grand organisme fédérateur de la recherche. Dans ces conditions, les liens entre celle-ci et la société sont forcément ténus, la culture scientifique restant peu diffusée. Par ailleurs, les dirigeants politiques ne sont pas convaincus que la science devienne un jour un acteur du développement économique. Rappelons à ce sujet les prédictions pessimistes d'Adolphe Thiers sur l'avenir du chemin de fer !

Dès le début du XX^e siècle, les choses évoluent rapidement. De 3,6% de la population atteignant le baccalauréat en 1936, la France passe à 36% en 1980, puis à près de 70% aujourd'hui. Le certificat d'études a disparu et, globalement, le niveau culturel et scientifique de la population s'est considérablement élevé, en même temps que la société se complexifiait et se diversifiait.

Aujourd'hui, l'activité scientifique est devenue une activité de masse qui nous concerne tous. Elle se concentre dans de nombreux organismes de recherche et compte plusieurs dizaines de milliers de chercheurs et d'enseignants-chercheurs à temps plein. Elle est désormais impliquée dans les processus de production.

Ses liens avec une société de plus en plus exigeante à son égard ne cessent de se renforcer et les citoyens veulent avoir leur mot à dire dans les choix scientifiques qui impactent fortement leur quotidien.

C'est toute cette histoire que la démarche patrimoniale, au-delà de la simple sauvegarde des objets issus du passé, doit s'efforcer d'éclairer : montrer qu'elle va bien au-delà de la simple histoire de l'objet en lui-même et de son évolution technique.

L'action de sauvegarde du patrimoine scientifique et industriel de la mission nationale PATSTEC (Patrimoine scientifique et technique contemporain – CNAM, musée des Arts et Métiers, Paris), telle que relayée en région Rhône-Alpes sud par l'association ACONIT, couvre une période de l'après-guerre qui coïncide avec le développement impétueux de la recherche scientifique grenobloise. Des figures emblématiques émergent, dont sont porteuses les actions pionnières d'Aristide Bergers, du doyen Gosse, du mathématicien Jean Kuntzmann, du physicien Louis Néel ou de l'industriel Paul-Louis Merlin, pour ne citer qu'eux. Cette période encore récente devient déjà historique. De nombreux témoins et acteurs sont toujours vivants et c'est ce que cherche à valoriser notre action de terrain auprès d'une multitude d'intervenants actuels, héritiers d'une dynamique qui date d'à peine plus de 150 ans. Elle tend à rendre sensibles aux yeux de chacun les évolutions qui se mettent en place à un rythme de plus en plus effréné, au cœur de notre société.

Pour aller plus loin

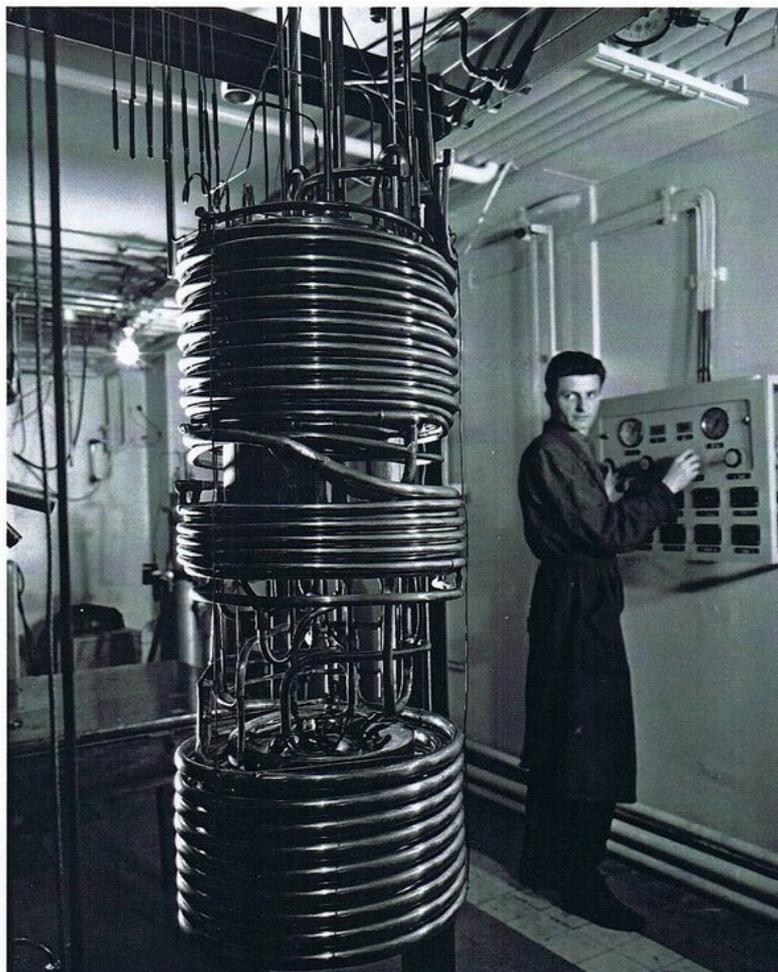
Statistiques

Base PSTC, domaine Patrimoine scientifique et technique contemporain.

Nombre de fiches 858, dont 684 versées en national. Inventaire depuis le 5 mars 2007

Le liquéfacteur mixte hydrogène-hélium, dit liquéfacteur Lacaze-Weil : un nouveau Monument historique dans le patrimoine scientifique de Grenoble (3/3 – année 2017)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 18 décembre 2017 (1844 vues)



Le cœur froid du liquéfacteur Lacaze-Weil photographié par Robert Doisneau en avril 1958. Photo CNRS-Alpes

Par Gérard Chouteau, en collaboration avec Xavier Hiron, ACONIT

Un peu d'histoire : pourquoi liquéfier l'hélium ?

Au XVIII^e siècle, la seule loi connue décrivant le comportement des gaz est celle des gaz parfaits, découverte à quelques années d'intervalle par l'Irlandais Robert Boyle (en 1662) et par le Français Edme Mariotte (en 1676). Celle-ci ne prédit pas la liquéfaction des gaz, pourtant observée expérimentalement.

À la fin du XIX^e siècle, tous les gaz connus avaient été liquéfiés, à l'exception de l'hydrogène et de l'hélium. Beaucoup pensaient que ces deux gaz ne pouvaient d'ailleurs pas exister à l'état liquide et on avait même

créé pour eux la catégorie des "gaz permanents".

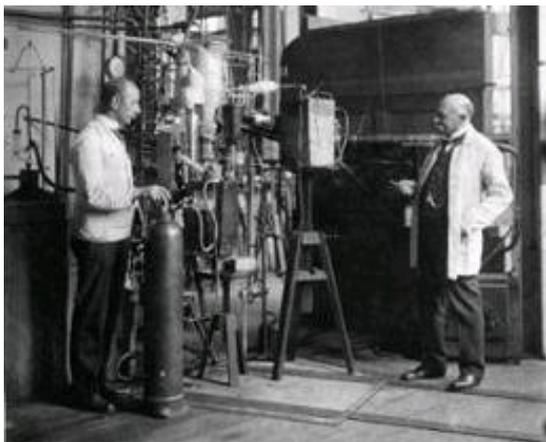
Mais en 1898, James Dewar parvient à liquéfier l'hydrogène à Cambridge. Il atteint ainsi la température record de 20 kelvins (- 253 °C). En 1908, Heike Kamerlingh Onnes, physicien néerlandais, réussit la liquéfaction de l'hélium à Leyde, à la suite d'une compétition acharnée avec Dewar, dont il pulvérise le record de froid avec 4,2 kelvins (-269 °C).

Exit les "gaz permanents" ! Grâce à cette prouesse technique, Heike Kamerlingh Onnes découvrira la supraconductivité en 1911, ce qui lui valut le prix Nobel de physique en 1913.

Le contexte historique français

Les débuts de la liquéfaction de l'hydrogène puis de l'hélium à Grenoble sont une des conséquences du repli de physiciens venant de Strasbourg sous la conduite de Louis Néel, à la suite de l'occupation de la France par l'Allemagne, en 1940. Parmi ceux-ci, Louis Weil, qui travaillait sur les propriétés magnétiques des poudres, constata qu'il fallait descendre à des températures plus basses que celle de l'azote liquide (-196 °C). Mais la France ne disposait alors pas de liquéfacteurs permettant d'atteindre ces températures. En 1947, Albert Lacaze, jeune ingénieur, se vit confier par Louis Weil la mission de concevoir un liquéfacteur d'hydrogène qui produirait 15 litres de liquide par heure.

Dès 1950, Weil et Lacaze construisirent le premier liquéfacteur d'hélium, qui utilisait de l'hydrogène produit dans une autre machine comme fluide de prérefroidissement. Cette machine très complexe et d'emploi malcommode fut plus tard perfectionnée pour aboutir au liquéfacteur mixte hydrogène-hélium, présenté dans cet article. Il fonctionna de 1956 jusqu'aux années 1970 et constitue l'ancêtre de tous les liquéfacteurs français.



Kamerlingh Onnes devant son liquéfacteur.
Photo Musée Boerenhave Leiden

En 1947, aucun laboratoire de recherche ni aucune industrie ne possédait les savoirs nécessaires à la construction d'une telle machine : propriétés mécaniques des métaux aux très basses températures, techniques de soudure de capillaires très fins à l'argent, isolations thermiques, étanchéité des enceintes et des compresseurs. C'est donc un véritable travail de pionnier qui fut entrepris, nécessitant la mise en place de formations nouvelles pour de nombreux techniciens et ingénieurs.

Beaucoup de laboratoires français, notamment le CEA, s'intéressèrent à cette machine. Devant la demande croissante, Louis Weil créa la société SBT, rachetée vers 1958 par Air Liquide, qui créa le Centre d'études cryogéniques de Sassenage. La société Air Liquide est aujourd'hui l'un des leaders mondiaux dans le domaine de la production des fluides cryogéniques.

Ce liquéfacteur fut à l'origine de très nombreux développements en recherche fondamentale et en recherche appliquée (réfrigérateurs à hélium -3, puis réfrigérateurs à mélange hélium -3 / hélium -4 – permettant d'atteindre quelques millikelvins (mK) – développements pour le spatial, développements des aimants supraconducteurs, notamment pour l'imagerie médicale). Il reste le symbole d'une collaboration particulièrement fructueuse entre industrie et recherche fondamentale.

La liquéfaction, comment ça marche ?

La liquéfaction de tous les gaz repose sur le même principe. On utilise un cycle particulier, dit de Joule-Thompson qui comporte les phases suivantes :

1. Le gaz est comprimé à température ambiante (300 kelvins (K)) jusqu'à la pression de 15 bars (15000 hectopascals) ;
2. Il est ensuite refroidi à cette pression par échange avec les vapeurs froides jusqu'à 7,5 K, température inférieure à la température dite d'inversion, en dessous de laquelle une détente à travers un orifice étroit (détente isenthalpique) produit un refroidissement ;
3. La détente isenthalpique à travers une valve permet de franchir la limite vapeur / liquide observée à 4,2 K et 1 bar ;
4. Les vapeurs froides issues du réservoir de liquide sont réchauffées jusqu'à la température de 300 K, et ensuite comprimées à nouveau dans le compresseur (retour à la phase 1).



Le cœur froid du Monument historique. Photo ACONIT

L'appareil a été partiellement démonté et seules les parties principales constituant le cœur froid de la machine sont exposées dans un des halls d'entrée de l'Institut Néel, au CNRS-Alpes (l'objet est, au moment où ces lignes sont écrites, en exposition temporaire au Musée des arts et métiers à Paris). Elles sont suspendues à l'intérieur d'un cadre armoire métallique. Le récipient d'isolation est démonté et exposé en partie basse. Les échangeurs, cuve à hydrogène et hélium et les valves de détente de Joule-Thompson sont visibles en partie haute.

La difficulté de la liquéfaction de l'hélium tient au fait qu'elle se produit à très basse température (4,2 K, soit - 269 °C). Il est donc nécessaire d'isoler thermiquement très soigneusement toutes la parties froides et de les enfermer dans des enceintes étanches, maintenues dans un vide poussé.

L'appareil très complexe est constitué de trois étages

froids permettant d'atteindre la liquéfaction par paliers successifs :

1. Le premier étage utilise l'azote liquide, injecté de l'extérieur, qui par pompage permet d'atteindre 65 K (en vert sur le schéma ci-dessous) ;
2. Le deuxième étage est un liquéfacteur d'hydrogène liquide à 20 K et refroidi par pompage à 15 K (en rouge) ;
3. Le troisième étage est le liquéfacteur d'hélium (en orange).

L'ensemble pouvait produire dix litres d'hydrogène et cinq litres d'hélium par heure, de façon semi-automatique, sans manipulation intermédiaire entre l'hydrogène et l'hélium. Cependant, l'obtention des premières gouttes de liquide nécessitait plusieurs heures de fonctionnement. Aujourd'hui, les liquéfacteurs modernes sont beaucoup plus simples d'emploi. Entièrement automatisés, ils sont devenus des machines industrielles disponibles sur catalogue. On est loin du dispositif bricolé de Kamerlingh Onnes.

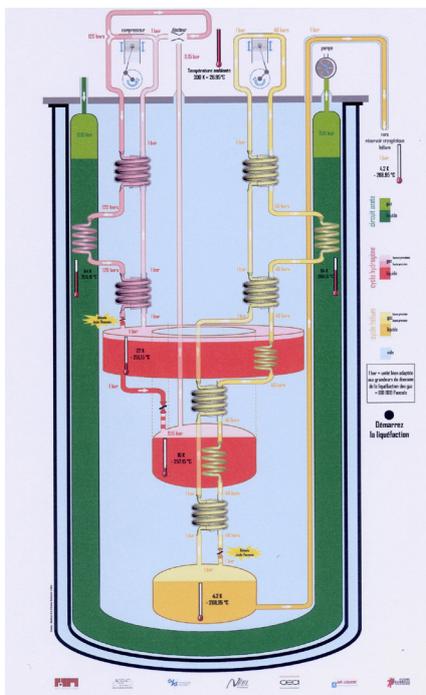


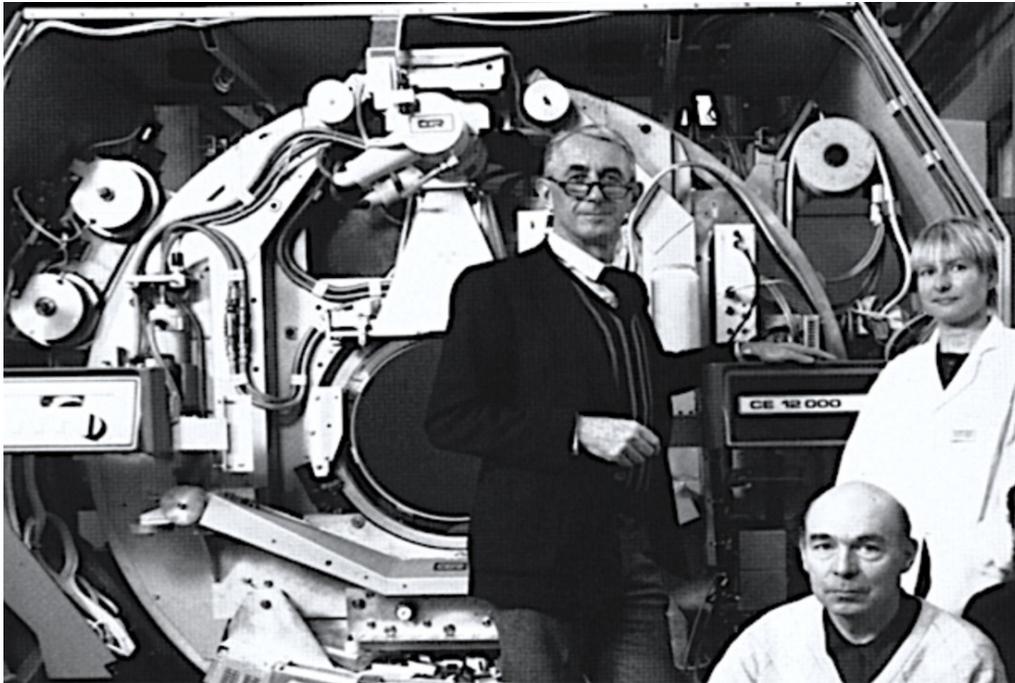
Schéma montrant les trois étages de refroidissement de la machine.
Document CNRS

Pour aller plus loin :
Statistiques sur base PSTC

Institut Néel, CNRS-Alpes, Centre de recherche sur les très basses températures (CRTBT).
Nombre de fiches 20, dont 10 versées en national. Inventaire depuis le 5 mars 2007.

Destin d'objets scientifiques et techniques : Quand Grenoble concurrençait les Beatles ! Une histoire de scanner X (9/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 14 novembre 2018 (969 vues)



Premier tomographe corps entier en cours de réalisation. Edmond Tournier est debout, au centre. Document Leti

Par Xavier Hiron, chargé de mission patrimoine scientifique et technique contemporain, ACONIT

Aujourd'hui, tout un chacun, dans le monde, connaît les performances et l'efficacité des techniques d'imagerie médicale et les côtoie d'une manière quasiment familière. Leur accessibilité nous est devenue naturelle. Pourtant, les techniques récentes, associées à l'essor de l'informatique, ont à peine plus de 40 ans et nombre d'entre vous seront peut-être heureux de découvrir que l'origine de leur développement en France est due à l'environnement de recherche technico-scientifique de l'agglomération grenobloise. Ce fut le cas pour le Scanner X qui, à partir de mesures de l'absorption d'un rayonnement X sous différentes incidences à travers un patient, permet la reconstruction d'une image en coupe des tissus traversés.

L'examen des faits

Dès la toute fin des années 1960, l'objectif des chercheurs grenoblois était d'arriver à numériser et à traiter "informatiquement" des images obtenues par rayon X. L'intérêt de cette démarche était de pouvoir bénéficier non plus d'images cumulatives classiques de l'absorption X rapportées sur un plan (images projectives), mais d'images traitées en coupe le long de sections anatomiques prédéfinies. Ce que l'on appela images tomo-densitométriques, car les mesures

d'absorption X renseignent en effet sur la densité des tissus (le préfixe "tomo" indiquant qu'il s'agit d'une coupe). Mais à l'époque, les besoins en calcul numérique dépassaient les performances des calculateurs alors disponibles. Il faut noter que l'Institut Laue-Langevin (ILL) effectuait dans le même temps une série d'expériences en utilisant des multi-détecteurs à rayonnement X, ce qui se révélera d'une aide précieuse pour la suite.

Durant cette période aussi, à Grenoble, le professeur Roger Sarrazin (anatomiste et chirurgien), en bon connaisseur du potentiel scientifique et technique, impulsait une collaboration fructueuse entre médecins du Centre hospitalier régional et universitaire (CHRU) et des ingénieurs du Centre d'études nucléaires de Grenoble (CENG). Celle-ci se concrétisait plus précisément avec le Leti (Laboratoire d'électronique et de traitement de l'information, dirigé alors par Michel Cordelle). Une instrumentation pour l'exploration fonctionnelle vasculaire par impédance électrique était en cours d'industrialisation. Grâce à cette réussite, Roger Sarrazin put entraîner dans sa dynamique collaborative un jeune neurochirurgien, Alim-Louis Benabid, qui effectuera une partie de sa thèse de physique au Leti, et un jeune ingénieur de l'Institut

national polytechnique de Grenoble (INPG), dénommé Jean-François Le Bas, qui s'engagea pour sa part dans un cursus complet d'études médicales. L'un et l'autre s'appliquèrent à acquérir une double compétence qui s'inscrivait dans le domaine porteur de la biophysique.

La concurrence s'établit

Parallèlement, depuis le début des années 1970, l'Anglais Godfrey Newbold Hounsfield développait, à partir des travaux théoriques de l'Américain Allan MacLeod Cormack, un équipement scanner capable de restituer une image en coupe du cerveau. Il utilisait des capteurs discrets se déplaçant en translation et en rotation, dans un mouvement coordonné avec celui d'une source de rayons X, autour de l'axe de la tête du patient. La particularité de ces travaux résidait dans le fait qu'ils étaient entièrement financés par la major de disques EMI (Electric and Musical Industries) qui, soucieuse de réinvestir les revenus mirifiques qu'elle avait tiré de la Beatlemania, s'offrit un véritable laboratoire de recherche industrielle, dans le but de diversifier ses activités.

Informé par Alim-Louis Benabid, qui avait fortuitement eu connaissance de ces avancées, Edmond Tournier, alors chef d'équipe au Leti, se précipite à Londres pour assister aux toutes premières acquisitions d'images. À son retour, avec ses collègues Robert Allemand et Roger Gariod, ils font le constat des complémentarités proposées par les technologies anglaises et françaises, ce qui les incite à se lancer dans cette aventure.

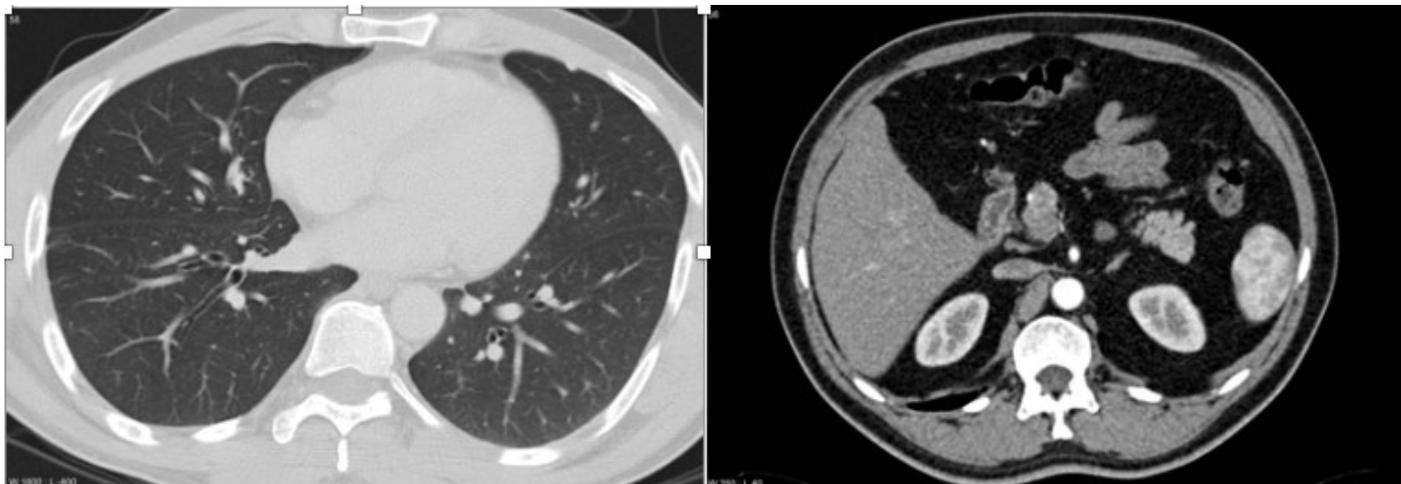
C'est lors d'une réunion en 1974 à laquelle participait Michel Geindre (responsable du service de radiologie au CHU de Grenoble, mais aussi président du Collège des enseignants en radiologie de France), que la direction du Leti/CENG et celle de la Compagnie générale de radiologie (CGR, représentée par Serge Roger) lancèrent le projet instrumental d'un premier prototype de tomographe corps entier. Il fut construit au Leti/CENG par l'équipe d'Edmond Tournier et rendu



Godfrey N. Hounsfield posant devant un scanner de cerveau obtenu avec l'équipement présent en arrière-plan. Photo Wikimedia Commons

opérationnel dès 1976. Ce prototype intégrait des innovations technologiques majeures : adaptation de l'appareil à la morphologie d'un corps complet (dit scanner corps entier), multi-détecteur courbe, mouvement de rotation seule, algorithme de reconstruction rapide par déconvolution (procédé utilisé en traitement du signal basé sur la mise en œuvre de calculs en boucle destinés à inverser les effets de "bruits de fond" observés lors de l'acquisition d'images numériques).

Un deuxième prototype est bientôt lancé, toujours avec la CGR pour partenaire, qui préfigura plus précisément les équipements futurs en permettant l'exploration du corps entier. Il sera installé en 1978 au CHU de Grenoble, dans le service de radiologie des professeurs Michel Geindre et Max Coulomb, et restera en service pendant de longues années.



Images tomo-densitométriques (ou TDM) du thorax et de l'abdomen. Documents CHU Grenoble

Ce fut une étape fondatrice très importante pour la visibilité de Grenoble dans le domaine de l'imagerie médicale. Jean-François Le Bas, qui terminait ses études de médecine et travaillait au CHU comme attaché scientifique avec le professeur Roger Sarrazin, s'inscrivit résolument dans l'accompagnement de ces développements et s'orienta assez naturellement vers la pratique de la radiologie, qu'il avait contribué à faire progresser.

Acquis des scanners et retombées de cette aventure

Pour avoir été le promoteur de cette technologie innovante, Godfrey Newbold Hounsfield obtiendra le prix Nobel de médecine en 1973. Le scanner X, en effet, va rapidement devenir l'examen de référence pour l'exploration radiologique, qu'elle soit à visée diagnostique ou préopératoire des lésions invasives, pour la surveillance sous traitement des lésions profondes ou pour le guidage de gestes thérapeutiques (domaine chirurgical ou en radiothérapie). Le constructeur français CGR sera racheté quelques années plus tard par le constructeur américain General Electric, qui imposera ses propres équipements.

Aujourd'hui, les scanners X de dernière génération affichent des performances largement étendues, avec des acquisitions volumiques en corps entier, des temps de reconstruction instantané, des résolutions spatiales sub-millimétriques et des doses d'irradiation faibles, ouvrant la voie à des gestes médico-chirurgicaux guidés et à des explorations fonctionnelles poussées (études de la vascularisation et de la perfusion tissulaire par exemple), qui se sont généralisées dans le diagnostic et le suivi de traitement de nombreuses pathologies.

Par la suite, les équipes de recherche scientifiques et médicales grenobloises, fortes de leur expérience acquise auprès des scanners, relèveront de nouveaux défis en se tournant vers d'autres techniques : l'imagerie de médecine nucléaire (γ Cameras, Pet Scan), puis l'imagerie par résonance magnétique, couramment appelée IRM. Jean-François Le Bas, en tant que chef du service de neuro-imagerie du CHU de Grenoble, et Alim-Louis Benabid, chef du service de neurochirurgie, continueront durant de longues années leurs activités respectives de recherche et de pratiques médicales au bénéfice des neurosciences grenobloises.



Trois images actuelles de scanner cérébral. Document CHU Grenoble

Remerciements

À Jean-François Le Bas pour la relecture avisée de cet article.

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

Association Musée grenoblois des Sciences médicales, CHU-Grenoble.

Nombre de fiches 114, dont 111 versées en national. Inventaire depuis le 24 octobre 2011.

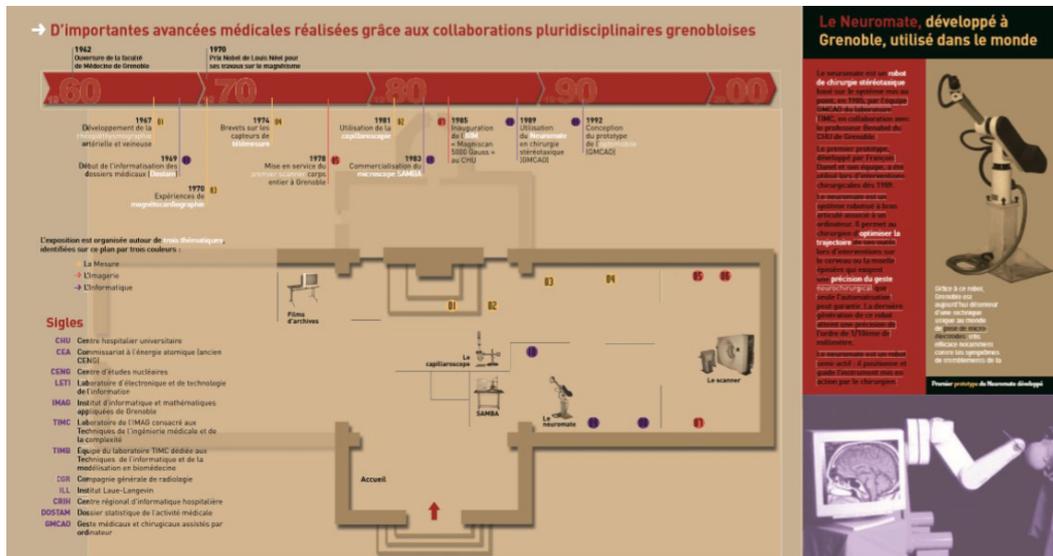
Pour en savoir plus

L'ouvrage : "De la mesure à la robotique, 1960-2000, catalogue d'exposition du MGSM", octobre 2007

L'exposition virtuelle : <http://musee-sciences-medicales.fr/exposition-de-la-mesure-a-la-robotique>

Destins d'objets scientifiques et techniques : ce que nous révèle le prototype du Neuromate conservé au Musée grenoblois des Sciences médicales (2/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 12 février 2018 (1405 vues)



Guide de l'exposition de 2007 intégrant le Neuromate du Musée grenoblois des Sciences médicales. Document Musée grenoblois des Sciences médicales

Par Cyrielle Ruffo, service civique mémoire et citoyenneté, en collaboration avec Xavier Hiron, chargé de collections, ACONIT

Le deuxième article de notre série consacrée à l'histoire de quelques objets symboliques de la culture scientifique et technique grenobloise, prise au sens large, va s'attacher à évoquer une pièce remarquable du patrimoine hospitalier récent : le Neuromate, révélateur du déploiement, à partir du milieu des années 1980, de dispositifs chirurgicaux d'un nouveau genre.

Le prototype de cet appareil représentatif d'une discipline émergente, la chirurgie assistée par ordinateur, appartient aux collections du Musée grenoblois des Sciences médicales, sur le site du CHU de La Tronche. Cette pièce exceptionnelle a été développée, sous l'impulsion des travaux menés dans le service des professeurs Cinquin et Demongeot, par le professeur Alim-Louis Benabid, en collaboration avec un industriel spécialisé en robotique, et fut présentée en 2007 dans le cadre de l'exposition "De la mesure à la robotique". Les éléments contenus dans cet article sont extraits du catalogue de cette exposition.

Durant ces dernières décennies, le domaine médical a cherché à se doter de nombreux appareils qui ont bouleversé la manière d'opérer les patients. Ces innovations ont permis aux médecins, et notamment aux chirurgiens, de repousser les limites de la science et de mieux prendre en charge le soin de nombreuses affections.

La mise au point du robot Neuromate, tout comme celle du dispositif Igor (Image guided operating robot), fut emblématique de l'essor de la neurochirurgie stéréotaxique robotisée. Le Neuromate fut l'un des tout premiers dispositifs de chirurgie assistée par ordinateur (GMCAO) conçu pour la neurochirurgie, ou chirurgie du cerveau. Sa réalisation n'a mobilisé qu'un budget modeste, de l'ordre de 150 000 francs (soit environ 25 000 €). Cet appareil est composé de plusieurs parties reproduisant la structure du bras d'un corps humain (tronc vertical, épaule, avant-bras, coude et poignet), dans le but de recréer les gestes du chirurgien. Tout cet ensemble constitue un système à six degrés de liberté, pensé de manière à favoriser l'intervention chirurgicale sur le patient.

La mise au point de tels dispositifs intervient dans le contexte du développement de la robotique médicale, à partir de 1984, avec l'essor des GMCAO qui transformèrent radicalement la façon de soigner certaines pathologies, en alliant informatique, mathématiques appliquées et médecine. L'objectif des équipes de GMCAO était de permettre des interventions chirurgicales les plus précises possible à l'aide d'images médicales et/ou de dispositifs de guidage ("navigation chirurgicale") associés à des robots chirurgicaux, pour permettre aux chirurgiens de dépasser leurs propres limites et d'améliorer la qualité des interventions chirurgicales.



Vues de face et de profil du Neuromate. Photos ACONIT

Pour comparaison, le développement du dispositif Igor s'est effectué dans un cadre universitaire, donnant lieu à la conduite de thèse d'un doctorant, Stéphane Lavallée, sous la direction de deux professeurs de l'Université de Grenoble, Jacques Demongeot et Philippe Cinquin, avec la contribution active d'une spécialiste de robotique, Jocelyne Troccaz. Ces ingénieurs-médecins étaient intégrés au laboratoire TIMC-IMAG (Techniques de l'ingénierie médicale et de la complexité - Informatique, mathématique et application, Grenoble) qui œuvre pour rendre accessibles des techniques mêlant informatique et chirurgie. Ses activités sont désormais mondialement reconnues pour la forte contribution apportée dans le développement de l'informatique médicale. Pour sa part, le développement du robot Neuromate a été le fruit d'un partenariat étroit entre le Professeur Alim-Louis Benabid, neurochirurgien au Centre hospitalier universitaire de Grenoble et un industriel spécialisé en robotique, François Danel, qui avait créé la société d'Assistance industrielle dauphinoise (AID).

Une précision plus importante

Le Neuromate fait donc partie de cette nouvelle génération d'appareils de GMCAO développés dans le cadre d'un projet ciblé. Il permet une disposition optimale du matériel d'opération, avec une meilleure orientation du canon de perçage. Ce système permet également de faire circuler sur la trajectoire voulue une électrode qui enregistre les données, ainsi qu'un trocart à biopsie utilisé pour opérer les prélèvements de tissu sur le corps humain. Les coordonnées établissant la trajectoire du bras robotisé sont

prédéfinies sur la base d'images préopératoires acquises par imagerie par résonance magnétique, à l'aide d'un microordinateur, tout en restant à tout moment sous le contrôle du chirurgien pendant la durée de l'opération. Cette technique permet ainsi de sélectionner la cible de l'intervention, tout en restant éloigné des zones qui pourraient présenter un risque pour le patient, en restituant une précision du geste que la main seule n'est pas capable d'obtenir.

Comme tout nouvel appareillage, le Neuromate – comme cela fut aussi le cas pour le dispositif Igor – a été testé sur des mannequins avant d'être déclaré opérationnel. Il a été utilisé pour la toute première fois lors d'une ponction ventriculaire, opération qui consiste à « introduire une aiguille dans les ventricules latéraux du cerveau ». Son efficacité a été définitivement démontrée lors de la réalisation, en 1993, d'une première mondiale dans le domaine de la neurochirurgie. Le dispositif a permis de contribuer au traitement de la maladie de Parkinson, sans pour autant la guérir. Par son intermédiaire, il est désormais possible d'implanter des électrodes de stimulation au centre du cerveau du patient (technique de stimulation profonde). Cette technique, devenue une pratique mondialement répandue, fait partie des solutions de traitement proposées lorsque cette pathologie incurable a atteint son stade terminal.

Pour des raisons de confort d'utilisation, de performance et parce que la plupart des inventions nécessitent des améliorations ultérieures, ces appareillages médicaux ont connu des évolutions et des ajouts qui leurs ont conféré, au fil

du temps, une meilleure ergonomie. Aujourd'hui, le produit industriel dénommé Neuromate est toujours commercialisé par la société Renishaw et a été repensé pour être de mieux en mieux adapté à la forme humaine. Pour sa part, le système Igor a inspiré de nombreux autres dispositifs, tels que le robot Rosa, et les données de son système sont désormais programmées directement sur les images médicales elles-mêmes, ce qui donne une nouvelle dimension aux informations gérées par l'appareil et visualisées en continu par le praticien.

L'utilisation des robots Neuromate ou Igor a par conséquent marqué un tournant dans l'histoire de la neurochirurgie. Le développement purement grenoblois de ces deux appareils, à l'instar d'autres nouvelles spécialisations médicales, a amorcé le début d'une série d'inventions qui ont totalement bouleversé les pratiques hospitalières, de plus en plus robotisées et performantes.

Remerciements

À Sylvie Bretagnon, du Musée grenoblois des Sciences médicales et au professeur Philippe Cinquin.

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

Association Musée grenoblois des Sciences médicales, CHU-Grenoble.

Nombre de fiches 114, dont 111 versées en national. Inventaire depuis le 24 octobre 2011.

Pour en savoir plus

Les pages 62 à 83 de l'ouvrage : "De la mesure à la robotique - recherches médicales et scientifiques au Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble - 1960 - 2000", association du Musée grenoblois des Sciences médicales.

Le site internet : <http://musee-sciences-medicales.fr>

Le témoignage du Professeur Alim-Louis Benabid en 2006 : « Retrouvant en 1987, au cours d'un colloque scientifique organisé par l'Université Joseph-Fourier, François Danel, que j'avais connu en mathématiques supérieures au lycée Champollion et qui avait créé une entreprise, l'Assistance industrielle dauphinoise (AID) qui fabriquait des robots, je lui avais demandé s'il était possible de me réaliser une machine à positionnement numérique, comme on peut en voir dans les ateliers de mécanique de précision, afin de positionner les instruments de perçage et de propulsion des électrodes dont j'avais besoin en chirurgie stéréotaxique, en donnant à la machine les données numériques des coordonnées, plutôt que de tenter de les afficher avec une relative imprécision sur des curseurs mobilisés manuellement. Il m'avait répondu que ce n'était pas la solution, que son entreprise avait développé un robot universel destiné à effectuer de nombreuses tâches et qu'il suffisait de l'adapter aux circonstances particulières de mon activité pour en faire un outil adéquat. L'impératif principal que je présentais était celui de la précision et le principal obstacle ou inconvénient qu'avait son robot était la vitesse. La réduction de celle-ci devait permettre d'optimiser celle-là. (...) François Danel et son équipe ont alors pu réaliser le premier prototype, aujourd'hui dénommé Neuromate. »

Machines & personnalités : Piéger les neutrons libres, ou comment Grenoble intervient pour caractériser l'Univers (3/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 18 mars 2019 (665 vues)



Le piège à neutrons Mambo I, avec son metteur au point, W. Mampe. Document ILL

Par Gérard Chouteau et Xavier Hiron, chargés de mission PATSTEC, ACONIT

"La cosmologie est la branche de l'astrophysique qui étudie l'origine, la nature, la structure et l'évolution de l'Univers", nous dit Wikipédia.

Depuis un siècle environ, cette science, à l'image de l'Univers lui-même, est en pleine expansion. Son sujet principal est de savoir comment décrire l'Univers primordial, qui est celui de la formation de notre système astrophysique, juste après le Big bang.

Tout simplement – et aussi étrange que cela puisse paraître – par la mesure de la durée de vie d'un neutron. Tout simplement ? En vérité, nous allons voir que même cette étape n'est pas de tout repos. Et qu'aujourd'hui encore cette mesure, qui est de l'ordre du quart d'heure environ, reste une estimation entachée d'incertitude. L'Institut Laue-Langevin de Grenoble a beaucoup contribué à établir ce résultat. Reprenons les éléments de cette mise en évidence.

Pourquoi mesurer la durée de vie du neutron libre ?

Le neutron est responsable de plus de la moitié de la masse visible de la matière dans son état actuel.

Cette particule est stable lorsqu'elle est liée à d'autres nucléons au sein du noyau atomique, mais lorsque le neutron est libre (c'est-à-dire arraché à ce même noyau), il se désintègre spontanément en un proton, un électron et un antineutrino, par le biais d'un mécanisme qu'on appelle désintégration bêta. Ce phénomène est l'une des manifestations de l'interaction faible de la matière. En comparaison, le proton peut être considéré comme stable, puisque sa durée de vie estimée (vous comprendrez vite qu'elle n'a pas pu être concrètement mesurée !) est de l'ordre de 10^{31} années (c'est-à-dire 100 000 000 000 000 000 000 000 000 000 ans).

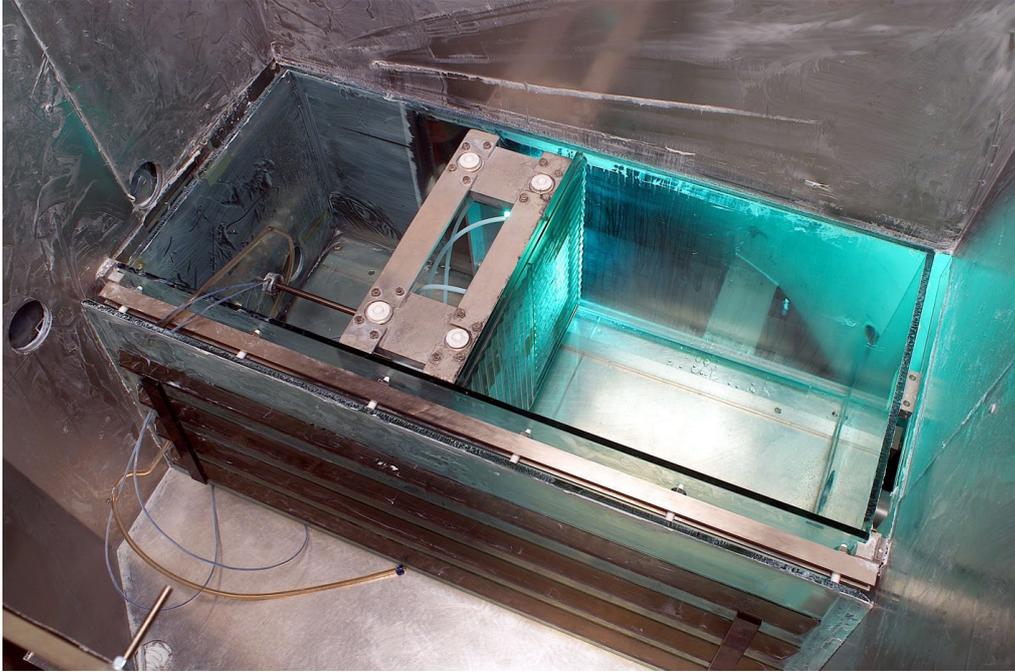
La durée de vie du neutron libre est l'une des grandes données de la cosmologie et sa première mesure date de 1950. Depuis, beaucoup d'efforts sont consentis par les scientifiques du monde entier, car une incertitude demeure sur la précision de cette valeur. Or, elle est la clé de la compréhension de la création de la matière à la suite du Big bang. Elle intervient en outre dans la théorie de grande unification des quatre interactions fondamentales de la matière : électromagnétique, faible, forte et gravitationnelle.

Il existe deux façons de mesurer la durée de vie moyenne du neutron libre :

- soit mesurer la radioactivité spontanée d'un faisceau très fin de neutrons, c'est à dire compter les protons résultant de la désintégration des neutrons qui le compose ;

- soit mesurer la décroissance dans le temps d'une population de neutrons confinés dans un piège matériel ou, plus récemment, magnétique.

Cette deuxième approche constitua l'une des expériences fondamentales majeures des débuts de l'Institut Laue-Langevin de Grenoble (ILL). Grâce à l'utilisation d'un procédé novateur pour l'époque, consistant en une source de neutrons dits ultra-froids, il était devenu possible de les confiner dans une "bouteille", dans le but de déterminer leur durée de vie avec précision. La première valeur mesurée par cet instrument en 1989 était de 887.6 ± 3 secondes (aujourd'hui corrigée en 881 ± 3 secondes, soit six secondes de moins).



Le dispositif Mambo II en cours d'installation dans son enceinte, en préparation d'une mesure. Photo ILL

Le matériel et les manipulations entreprises

Un premier piège à neutrons de nouvelle génération a été conçu et réalisé par J.C. Bates, de l'université de Risle, Angleterre, en 1986, en collaboration avec W. Mampe et P. Ageron, deux permanents de l'ILL. Mambo I (contraction de "Mampe's bottle") est une boîte de confinement à neutrons ultra-froids dont les parois sont faites d'un liquide sans hydrogène. Elle présente un habitacle rectangulaire en verre et aluminium, doté d'une entrée et d'une sortie disposées à chacune de ses extrémités. La première permet l'alimentation de la boîte en neutrons ultra-froids, la seconde s'ouvre à intervalle régulier vers un détecteur de neutrons à hélium -3, afin de compter le nombre de neutrons restant en vie. Une cloison mobile en verre permet de faire varier le volume de la boîte, paramètre important de la mesure.

Grâce à une innovation due à J.C. Bates, cet instrument apporte deux améliorations substantielles à la technique initiale de confinement des neutrons ultra-froids par des parois matérielles. Lors des mesures, les parois étaient recouvertes de Fomblin® (un perfluoropolyéther, qui est une huile ne contenant pas d'atome hydrogène). L'absence d'hydrogène limite considérablement les pertes en neutrons par absorption et par diffusion inélastique, ce qui rend la barrière bien plus étanche aux neutrons libres qu'une paroi solide qui comporte de nombreux trous, à l'échelle infime du neutron.

Dans ce dispositif, le confinement des neutrons est obtenu par leur rebond sur les parois du piège. Ceci n'est possible qu'avec des neutrons ultra-froids (neutrons de très faible énergie, très faible vitesse, très grande longueur d'onde). Or, il n'est pas possible de refroidir les neutrons par contact avec une source froide. Les scientifiques ont alors eu recours à un subterfuge pour pallier cette difficulté : ralentir la vitesse de propagation des neutrons équivaut à les refroidir, car on observe une relation directe entre la vitesse d'une particule et sa température.

Pour ce faire, un dispositif intermédiaire a été conçu, capable de ralentir les neutrons générés par un réacteur à haut flux (RHF) par simple choc élastique sur les pales du rotor en rotation lente. Le processus mis en jeu est similaire à celui d'un amorti au tennis.

Les neutrons ainsi ralentis jusqu'à une vitesse très faible, de l'ordre de cinq mètres par seconde, sont réfléchis par les parois du piège sur lesquelles ils rebondissent, comme des balles de ping-pong. Grâce à ces particularités, il est possible d'observer ces neutrons sur une longue période et de mesurer leur disparition progressive avec une assez grande précision. On effectue la même mesure pour des volumes différents de la "boîte", ce qui accroît la précision finale de l'estimation.

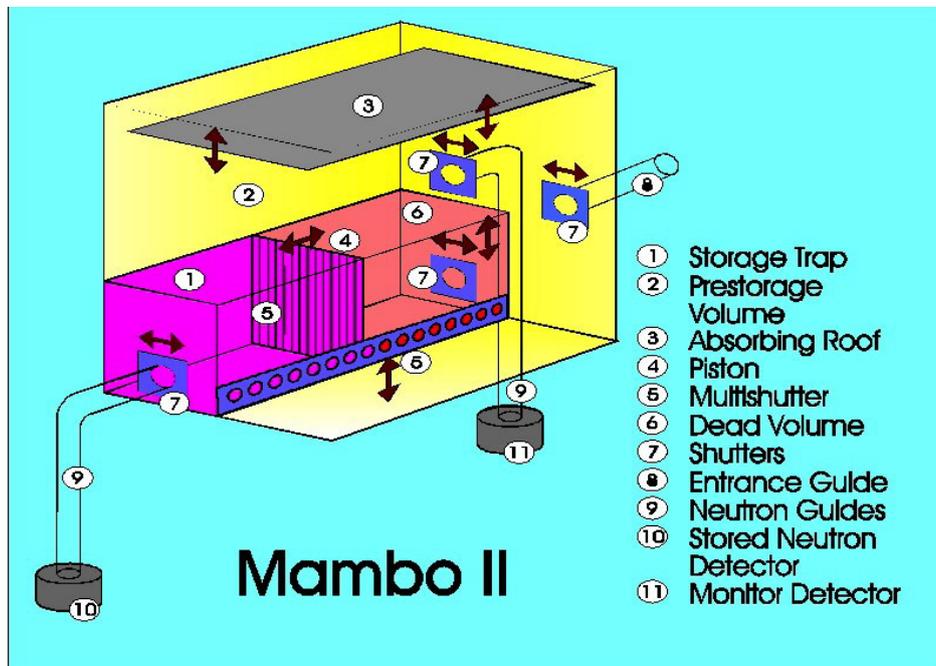


Schéma de principe du dispositif de mesure en situation de fonctionnement (les neutrons arrivent vers l'enceinte par l'entrée 8 et la décroissance de leur population est détectée par le moniteur 10). Schéma ILL

En quoi la précision de cette valeur est-elle importante ?

L'objectif premier de ce dispositif est donc la mesure de la durée de vie du neutron libre. En effet, nous avons vu que la durée de vie du neutron au sein du noyau atomique est infinie, mais qu'elle est très limitée pour le neutron libre. Par ailleurs, les protons et les électrons équilibrant leurs charges électriques respectives, la matière étant neutre, cela signifie qu'ils sont d'un nombre contingenté. Le neutron, pour sa part, n'est pas contraint en nombre, puisque neutre par nature, et l'on observe en effet qu'ils sont bien plus nombreux dans l'univers que les protons.

Cette propriété particulière d'une des trois particules dites élémentaires de la matière pose une question fondamentale pour les théories de la cosmologie. On pourrait la formuler ainsi : au moment de la constitution de l'Univers actuel, avant que les noyaux atomiques ne se forment, tous les neutrons étaient libres et se présentaient à l'état de plasma. Quelle proportion de ce plasma a été mise en jeu pour former les premiers noyaux de deutérium puis d'hélium, les premiers éléments qui se sont constitués dans l'Univers ?

La connaissance précise de la durée de vie du neutron permettra de tester les différents modèles d'Univers, notamment le "modèle standard", admis par la majorité des physiciens actuels, ainsi que les théories de la grande unification, qui visent à intégrer dans ce modèle les quatre interactions fondamentales précédemment citées.

Or six secondes d'écart, c'est largement plus que l'écart type d'une imprécision expérimentale. À l'échelle de l'Univers primordial, cela représente même une éternité, car pendant une telle durée, le nombre de neutrons primordiaux varie considérablement. Les

résultats aujourd'hui disponibles présentent une assez grande dispersion, dont l'origine n'est pas comprise. En effet, des techniques nouvelles conduisent à des valeurs encore plus faibles.

Deux voies s'offrent donc aux scientifiques pour résoudre un tel mystère :

- une voie que l'on qualifierait de modeste, selon laquelle les mesures ne sont pas encore assez précises et qu'en conséquence se cacherait une erreur méthodologique qui pourra être un jour démasquée ;
- une voie plus ambitieuse, mais lourde de conséquences, selon laquelle c'est la physique elle-même qui nous cache quelque chose. Il en découlerait que ce sont les différents modèles proposés à ce jour qui seraient incomplets. Il en va de la compréhension de l'interaction faible, responsable de la désintégration bêta, et par voie de conséquence du modèle dit standard.

On le voit, il y a encore du pain sur la planche pour les expérimentateurs de l'ILL, et sans aucun doute pour les cosmologistes eux-mêmes.

Remerciements

Au Dr. Alain Filhol, Computer scientist, Institut Laue-Langevin, Grenoble

Pour aller plus loin Statistiques sur base PSTC

Institut Laue-Langevin (ILL), Grenoble.
Nombre de fiches 29, dont 26 versées en national.
Inventaire depuis le 23 mai 2007.

Pour en savoir plus

Site de ILL : <https://www.ill.eu/fr/>

Destins d'objets scientifiques et techniques : l'aimant hybride du LNCMI (1/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 19 janvier 2018 (1305 vues)



Pierre Pugat explique en quoi consiste la production d'un câble supraconducteur. Photo ACONIT

**Par Xavier Hiron, chargé de collections internes et externes,
en collaboration avec Cyrielle Ruffo, en service civique, ACONIT**

Dans la continuité de notre présentation, en décembre 2017, des trois objets inscrits ou classés Monuments historiques par l'ACONIT (Association pour un conservatoire de l'informatique), nous avons nourri l'ambition de poursuivre l'évocation de ce patrimoine en devenir par une série d'articles dévoilant l'histoire de quelques objets symboliques de la culture scientifique et technique grenobloise prise au sens large, et même au-delà. Le musée des Arts et Métiers, qui abrite la mission nationale PATSTEC, dont l'ACONIT est le dépositaire pour notre territoire, ayant par ailleurs manifesté l'intention de réaliser une exposition dans le courant du premier semestre 2020 sur le thème des prototypes mis en lumière par ses délégations régionales, nous orienterons préférentiellement nos découvertes vers ce type de patrimoine.

Pour le premier volet 2018 de cette série, nous vous proposons de partir à la découverte d'un grand outil de recherche développé depuis une dizaine d'années par le Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI-CNRS-Alpes), situé sur la Presqu'île grenobloise, au Polygone scientifique de Grenoble. Cette évocation prend la forme d'une interview de son chef de projet, Pierre Pugat. Le prototype évoqué ici, qui se doit d'être pleinement fonctionnel, appartient à la catégorie des équipements scientifiques développés dans le but de mener à bien des expérimentations de nature exceptionnelle.

Interview de Pierre Pugat - Visite du 29/11/2017 au CNRS, Grenoble.

Pierre Pugat, pouvez-vous nous parler de vous ?

« J'ai suivi mes études à l'Université de Grenoble. J'y ai étudié la physique et suis sorti de l'une des premières promotions du Magistère de physique, diplôme toujours délivré par l'Université Grenoble-Alpes, intégrant une formation d'excellence à la recherche. J'ai ensuite préparé un doctorat de physique de l'Université Joseph-Fourier (désormais intégrée à l'UGA), dans un laboratoire du CNRS, sur la supraconductivité. »

Quel est le laboratoire dans lequel vous travaillez actuellement ?

« Le Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI en abrégé), est une structure qui a pour objectif de produire des champs magnétiques les plus intenses possibles, pour permettre à la communauté scientifique de réaliser des expériences, notamment en physique et en chimie. Pour ma part, je suis responsable du projet de la bobine hybride, pour lequel une équipe dédiée a été créée il y a plus de dix ans et qui livrera d'ici un an ou deux un outil opérationnel. Ce projet consiste à construire un outil expérimental pour produire un champ magnétique d'au moins 43 teslas dans une chambre de mesure d'un diamètre de 34 mm. Les expériences qui y seront conduites concerneront en premier lieu la physique de

la matière condensée (physique fondamentale). Mais plus le projet avance, plus de nouvelles thématiques s'y intéressent, comme la magnéto science. J'espère aussi pouvoir développer d'autres activités comme des recherches sur la matière noire. »

En quoi consiste concrètement un projet de réalisation d'une bobine hybride ?

« Au début, il n'y a pas eu de besoin très spécifique, mais plutôt une concordance de thématiques scientifiques qui ont poussé notre laboratoire à construire une plateforme modulable fournissant des champs et flux magnétiques intenses pour l'étude de mécanisme(s) de la supraconductivité à haute température critique, l'un des Graal de la physique contemporaine. Pour aborder cette thématique, il est important de disposer de champs magnétiques très intenses permettant de sonder l'état normal à basse température de ces supraconducteurs, ce qui nécessite de dépasser les champs critiques caractérisant la disparition de la supraconductivité. Il existe aussi une autre thématique pour laquelle un prix Nobel a été obtenu dans notre laboratoire : la découverte de l'effet Hall quantique, qui permet de montrer que si l'on utilise des champs intenses et des basses températures, on peut mettre en évidence de nouvelles propriétés de la matière. L'effet Hall est une résistance transverse au parcours du courant. On peut observer des paliers qui sont par exemple utilisés dans la métrologie, pour définir des étalons de résistance.

Dans le projet de la bobine hybride, la problématique principale était de produire un conducteur supraconducteur associant un bon conducteur thermique, lui-même refroidi à cœur pour des raisons de stabilité de la bobine, à un bon

supraconducteur. Il a fallu développer un conducteur supraconducteur qui soit également faiblement dissipatif du fait des courants induits, nés des perturbations magnétiques. Il faut éviter la transmission de l'état supraconducteur à l'état normal, sinon la propriété intéressante de la supraconductivité, à savoir l'absence de résistances électriques, est perdue.

Dans notre projet, tout a été pensé et réalisé pour répondre à ces critères. Comme les industriels ne nous ont pas répondu raisonnablement pour la réalisation de ce conducteur supraconducteur, les scientifiques ont décidé de relever le défi au sein même du laboratoire, après une phase d'étude qui a duré environ deux ans, en construisant et gérant eux-mêmes la ligne de production industrielle. Le but est d'assembler une goulotte de cuivre équipée d'un canal central de refroidissement pour la circulation de l'hélium superfluide à un câble supraconducteur plat. Une soudure de haute qualité, obtenue à partir d'un alliage d'étain, de plomb et d'antimoine, est réalisée grâce à un procédé de chauffage par induction, sur des longueurs unitaires de 265 mètres.

Le procédé d'assemblage que nous mettons en œuvre sur un banc de 18 mètres de long est entièrement automatisé. Il passe par toute une série de phases, à savoir le redressement du conducteur en cuivre, le déroulage du câble supraconducteur, le contrôle de la soudure, du chauffage par induction, le sertissage du câble sur le profilé en cuivre, suivi des phases de refroidissement, de contrôle par ultrasons et des contrôles géométriques dimensionnels, avant l'enroulage en simple galette, sur un dispositif mesurant jusqu'à 4,50 mètres de hauteur. »

The 43 T Hybrid Magnet of LNCMI Grenoble

R. Barbier, R. Benhajef, T. Boujet, F. Debray, T. Diapari, C. Grandclément, P. Hanoux, M. Pelloux, Ch. Peroni, R. Pflister, F. Pignat, L. Ronayette, Ch. Trophime and B. Vincent
 CNRS/LNCMI, UPR 3228, CNRS, CE4, UPR J254, BP166, 38042 Grenoble Cedex 9, France
 Ch. Bernaud, R. Berthier, F. Graffin, Ph. Fallaen, B. Hervieu, EP, Juster, P. Manil, F. Molinié, Y. Quérecq, and C. Pe
 CEADSMIRFU/CEA-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France.

Main Objective
 43 T in dia. 34 mm warm bore with 24 MW power (today at LNCMI-G: 38 T in dia. 34 mm with 24 MW)

Modularity

Field (T)	Warm bore diameter (mm)	Electrical power (MW)	Magnets configurations
43	34	24	14 helix + 2 Bitter + 1 superconducting
34	34	12	14 helix + 1 superconducting
27	170	18	8 helix + 2 Bitter + 1 superconducting
17.5	375	12	2 Bitter + 1 superconducting
8.5	800	0.35	Superconducting magnet alone

Rutherford Cable On Conduit Conductor (RCCOC)

- Flat NbTi superconducting Rutherford cable of 19 strands (diameter = 1.62 mm) with stainless steel core (thickness 50 µm)
- 6264 filaments per strand (diameter = 14 µm)
- Extruded Cu-Ag₂O₂ stabilizer with a 6 mm diameter hole
- Internal cooling with pressurized superfluid He @ 1.8 K
- Critical current @ 1.8 K, 10.4 T > 18.2 kA

Superconducting magnet
 37 double-pancakes of 2x26 layers, electrically connected in series, vacuum impregnated separately before being assembled, obtained from the winding of 37 lengths of 265 m long insulated RCCOC.

Inner / outer diameter: 1150 / 1826 mm
 Height: 1400 mm
 Weight: 16.3 tons
 Nominal / ultimate current (8.5 / 9 T): 7100 / 7500 A
 Inductance: 3 H
 Stored Energy (8.5 / 9 T): 76 / 84 MJ
 Operating temperature: 1.8 K

Industrial RCCOC production line developed, built and installed at LNCMI-G

Innovative developments achieved for the industrial assembly of superconducting conductor of 265 m long based on induction heating (unwinding, straightening, assembly, soft-soldering, crimping, calibration & winding in single pancake of 2 m internal dia.)

Cryogenics

Equivalent cooling capacity requirements:
 - 90 tH LHe @ 4.5 K, 1300 hPa magnet not energized
 - 110 tH LHe @ 4.5 K, 1300 hPa magnet energized @ 8.5 T

Mass @ 1.8 K: 24 000 kg
 - Superconducting coil: 16 200 kg
 - Helium vessel: 5 300 kg
 - Mechanical structure: 2 500 kg
 Mass @ 4.2 K: 190 kg
 - Transmutation loop
 Mass @ 38 K: 2 800 kg
 - Edge-cooled shield: 2 200 kg
 - Thermal screen: 620 kg
 Mass @ 89 K: 710 kg
 - Thermal screen

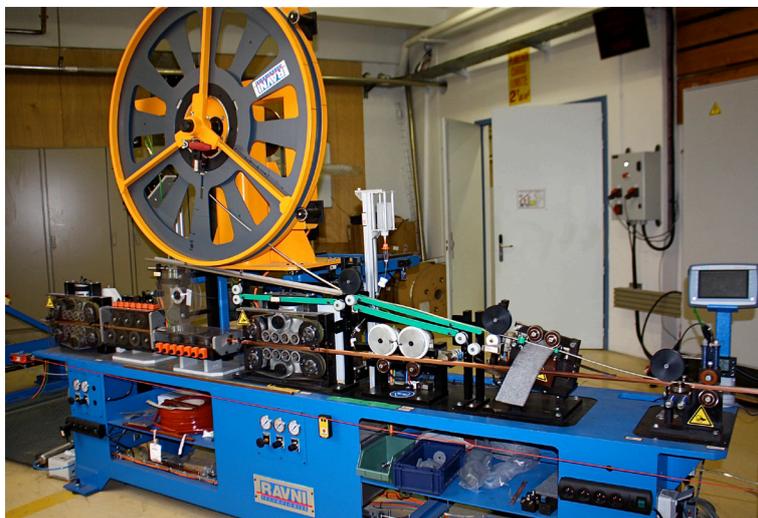
Timeline

- 2019: Operation
- 2018: Construction of the magnet
- 2017: Construction of the cryostat
- 2016: Construction of the cryostat
- 2015: Construction of the cryostat
- 2014: Construction of the cryostat
- 2013: Construction of the cryostat
- 2012: Construction of the cryostat
- 2011: Construction of the cryostat
- 2010: Construction of the cryostat
- 2009: Construction of the cryostat
- 2008: Construction of the cryostat
- 2007: Construction of the cryostat

Que pourrait devenir ce banc de production prototype ?

« L'équipe a fini la production de tout le conducteur nécessaire pour le projet depuis juillet 2017. Nous essayons de lui trouver une nouvelle application, mais il faudrait un projet un peu similaire pour envisager une réutilisation dans sa configuration actuelle. L'équipe a pris contact avec le CERN et le CEA pour voir si ces

structures souhaiteraient aussi se doter de grosses bobines supraconductrices, mais ces projets sont très rares. Donc, pour l'instant, il n'y a pas de réutilisation directe envisagée, mais l'équipe réfléchit à une alternative de reconversion de cette ligne pour d'autres types d'utilisations, comme le bobinage des bobines résistives. De nombreuses possibilités sont envisagées. »



Partie avant du banc de production de 18 mètres de long. Photo ACONIT

Remerciements

À Pierre Pugnât pour nous avoir accordé le temps nécessaire à cette interview et à Gérard Chouteau pour nous avoir mis en relation.

Pour aller plus loin

Statistiques sur base PSTC

Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI), Grenoble.

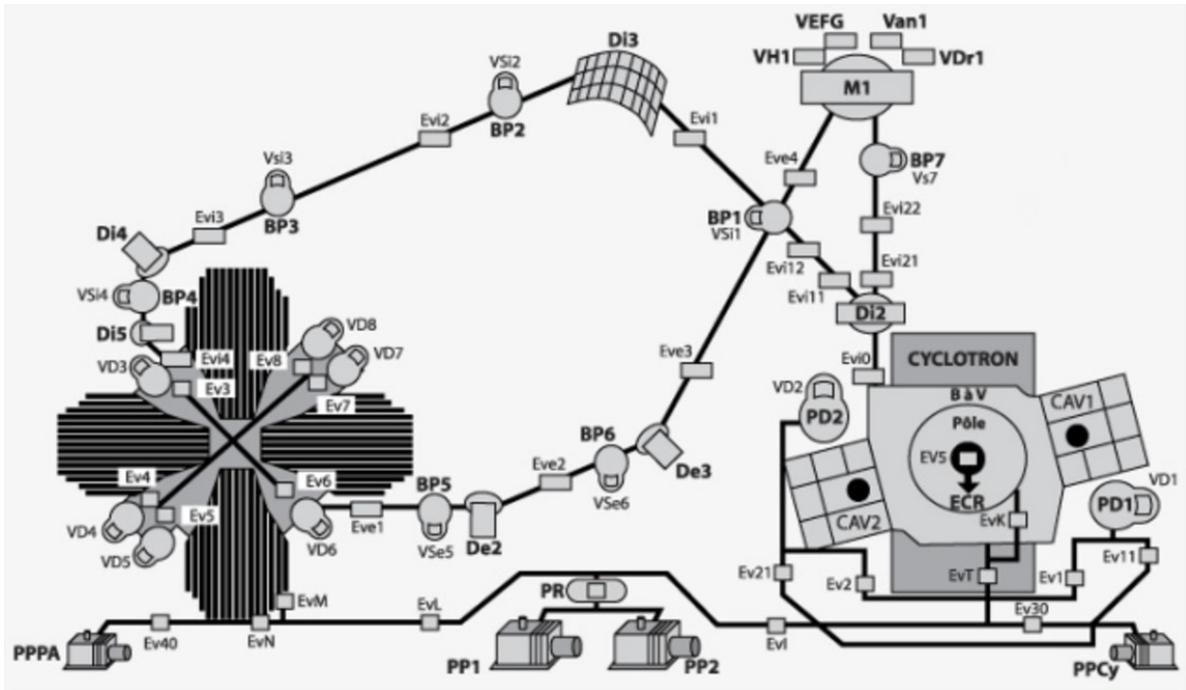
Nombre de fiches 22, dont 21 versées en national. Inventaire depuis le 3 octobre 2007.

Pour en savoir plus - Note de la rédaction

La production de champs magnétiques élevés nécessite de fortes puissances électriques. Par exemple, au LNCMI de Grenoble, un aimant résistif produisant 37 teslas (nouveau record du LNCMI datant de début janvier 2018) consomme 24 mégawatts. Pour aller au-delà de ce champ sans augmenter la puissance consommée, on lui adjoint un aimant supraconducteur qui ne consomme pas de puissance. L'ensemble constitue un aimant hybride. Une bobine hybride est constituée de deux séries d'aimants de technologies différentes : des aimants résistifs en alliage de cuivre et un aimant supraconducteur. Les aimants résistifs sont disposés à l'intérieur de l'aimant supraconducteur. Un aimant supraconducteur a cependant trois limites : il ne peut fonctionner au-dessus d'une température critique, d'un champ critique et d'un courant critique. Avec le matériau utilisé au LNCMI, on ne peut dépasser 10 teslas. On ne peut donc pas construire un aimant entièrement supraconducteur, dans la technologie actuelle, pour produire un champ de 43 teslas.

Destin d'objets scientifiques et techniques : le cyclotron ou la sarabande des particules (4/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 18 avril 2018 (1927 vues)



Système général de l'installation : le cyclotron est à droite, le post-accélérateur à gauche. Schéma droits réservés

*Par Gérard Chouteau, délégué régional PATSTEC,
en collaboration avec Cyrielle Ruffo, volontaire en service civique, ACONIT*

Depuis le début du XX^e siècle, la physique des particules n'a cessé de s'étoffer et de produire de nouvelles inventions, repoussant les limites du progrès. Les nouvelles machines avaient pour objectif d'explorer la structure intime des atomes et de comprendre les interactions qui relient leurs composants. C'est dans ce contexte que fut créé un accélérateur de particules, le cyclotron, quatrième sujet de notre série concernant les appareils remarquables du patrimoine scientifique et technique grenoblois, pris au sens large.

Le cyclotron de Grenoble

À l'invitation de Louis Néel, Michel Soutif vint à Grenoble, à l'Université Joseph-Fourier, et fut nommé professeur en 1952. Il encouragea la création de l'Institut des sciences nucléaires (ISN), devenu en 2003 le Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie (LPSC) de Grenoble, au sein duquel fut construit le premier cyclotron de la ville.

Conçu par la société CSF (Compagnie générale de télégraphie sans fil), ce cyclotron fut livré en 1968. Il comportait, à l'époque, d'importantes innovations technologiques, notamment l'injection des particules sur l'axe, invention purement grenobloise adoptée par la suite dans de nombreux cyclotrons à l'échelle

mondiale, ainsi que l'invention révolutionnaire des sources d'ions performantes Ecris (Electron cyclotron resonance ion source) par Richard Geller. Ces sources, adoptées aujourd'hui par tous les grands accélérateurs internationaux, ont été à l'origine d'une nouvelle physique nucléaire, celle des ions lourds, qui fut un des axes majeurs de la recherche à l'ISN. Dès sa construction, le cyclotron n'a cessé d'être amélioré et adapté à différents usages. Il a notamment servi à la synthèse de très nombreux isotopes radioactifs artificiels, aujourd'hui très utilisés en médecine, en grande partie dans le traitement local des tumeurs cancéreuses.

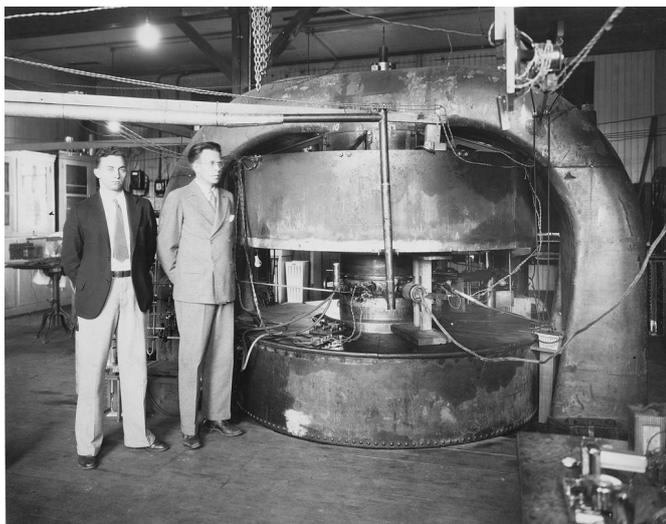
Bien que le cyclotron soit une invention américaine (conçu en 1931 à Berkeley et mis en service en 1932 par deux physiciens, Stanley Livingston et Ernest Lawrence), les ingénieurs français ont apporté des contributions essentielles à l'amélioration de ces accélérateurs de particules.

Le cyclotron et son fonctionnement

Le fonctionnement du cyclotron repose sur une idée simple : fournir aux particules qui servent de projectiles une énergie suffisante (énergie cinétique), dans le but de briser la cible (l'atome), pour ensuite procéder à l'examen des débris à l'aide

de détecteurs appropriés.

Dans une structure de forme circulaire composée d'électrodes et d'aimants, les particules suivent une trajectoire contrainte, en étant accélérées par un champ électrique et confinées par un champ magnétique. Elles doivent donc porter une charge électrique, car les particules neutres comme les neutrons sont insensibles à ces deux champs. Plusieurs types de particules peuvent être utilisées dans le processus : des protons (positifs) ou des ions (positifs ou négatifs). Il est également possible d'accélérer des antiparticules (anti-protons, positrons).



Stanley Livingston et Ernest O. Lawrence devant leur cyclotron au Laboratoire des radiations de l'Université de Californie à Berkeley en 1934. Photo Wikipédia

Le déclin

Même si le cyclotron de Grenoble a connu un succès scientifique réel, il n'a pas réussi à égaler les performances des grands accélérateurs internationaux. Les ingénieurs ont donc entrepris, à la fin des années 1970, une opération de «rajeunissement et d'amélioration» de la machine, qui s'est révélée indispensable pour éviter sa fermeture. Cependant, les autorités scientifiques et gouvernementales se montrèrent peu enclines à engager d'importants crédits pour cette opération de renouvellement, d'autant que le choix de la direction de l'IN2P3 (Institut national de physique nucléaire et physique des particules), dont l'ISN dépendait, se portait vers la construction du grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil, à Caen).

Néanmoins, de nombreuses personnes se sont activement mobilisées pour assurer la survie du cyclotron : le personnel de l'ISN, du technicien au chercheur, avec le soutien actif du directeur, élaborèrent un plan, dans l'objectif de lui donner une vie nouvelle. Ainsi fut lancée l'opération Sara¹, dont l'idée était simple : injecter les particules accélérées par le cyclotron dans un second accélérateur, ou post-accélérateur situé en aval, après avoir augmenté leur état de charge par "stripping" (ou passage dans une feuille mince). Ce processus permettait d'obtenir un gain considérable en énergie, ainsi que d'utiliser des particules encore plus lourdes.

Le projet développé en collaboration avec l'Institut

de physique nucléaire de Lyon sortit donc du cadre strictement grenoblois pour devenir régional. C'est grâce à cette nouvelle portée qu'il put recevoir un financement de la Région Rhône-Alpes. L'opération Sara fut donc inaugurée en 1982.

L'aventure se poursuivit pendant plus de dix ans, ponctuée de résultats scientifiques de niveau international. L'ISN devint une référence en matière d'utilisation des cyclotrons pour la médecine. L'opération Sara a généré plus de 20 cyclotrons pour la médecine nucléaire en France, plus de 200 en Europe et plus de 1200 dans le monde. Elle a ainsi laissé son empreinte dans le monde de la recherche médicale.

Mais la concurrence avec les grands accélérateurs était trop inégale et entraîna la fermeture du post-accélérateur en 1990, suivie de celle du cyclotron lui-même en 1998. Actuellement, les chercheurs du LPSC ont réorienté leur activité vers la cosmologie et nombre d'entre eux travaillent désormais auprès du grand collisionneur de Hadrons (Large Hadron Collider) de Genève.



Vue du post-accélérateur de l'opération Sara. Photo droits réservés

Toute l'épopée du cyclotron nous montre une belle histoire, qui s'inscrit dans la tradition grenobloise. Les prolongements de cette invention ont marqué le domaine de la physique, par la création des synchrotrons, génération d'accélérateurs de particules modernes et plus performants.

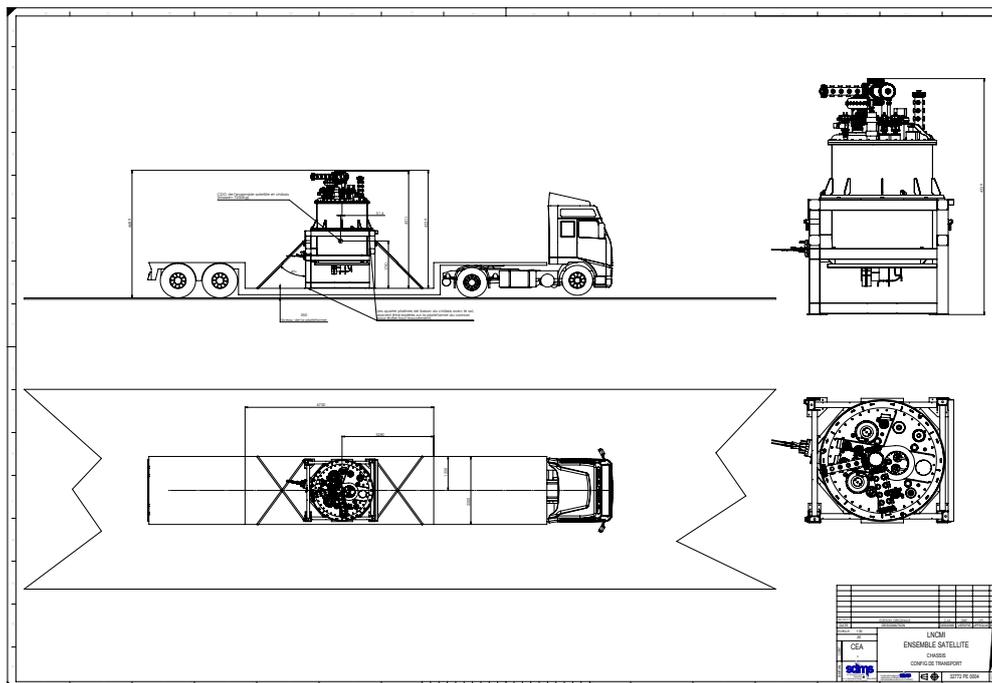
1. Les informations relatives au projet Sara sont extraites du rapport interne "Avant-Projet du LPSC pour une utilisation des cyclotrons SARA à usage pédagogique, Bernard Sylvestre-Brac".

Pour aller plus loin : Statistiques sur base PSTC

Cyclotron, Institut des sciences nucléaires, Grenoble.
Nombre de fiches : 1 en attente de création.
Inventaire à venir.

(Comment) Faut-il sauvegarder les objets encombrants ?

Article non encore publié sur le site Echosciences-Grenoble



Groupe cryogénique satellitaire de l'aimant hybride du LNCMI¹. Document LNCMI/CEA

**Par Gérard Chouteau, délégué PATSTEC Rhône-Alpes sud
en collaboration avec Xavier Hiron, chargé d'inventaire, ACONIT**

Tous les acteurs du patrimoine scientifique et technique se sont trouvés, un jour, confrontés à ce dilemme : comment conserver les objets de grandes dimensions, trop volumineux pour être intégrés à une collection et surtout, comment en conserver la mémoire ?

Ces objets constituent le témoignage d'une histoire, d'une découverte, d'un fait scientifique marquant ou d'une aventure industrielle particulière. Mais ils témoignent également du travail des femmes et des hommes qui les ont conçus, construits et utilisés.

L'expérience nous montre que leur destinée se résume à trois choix possibles :

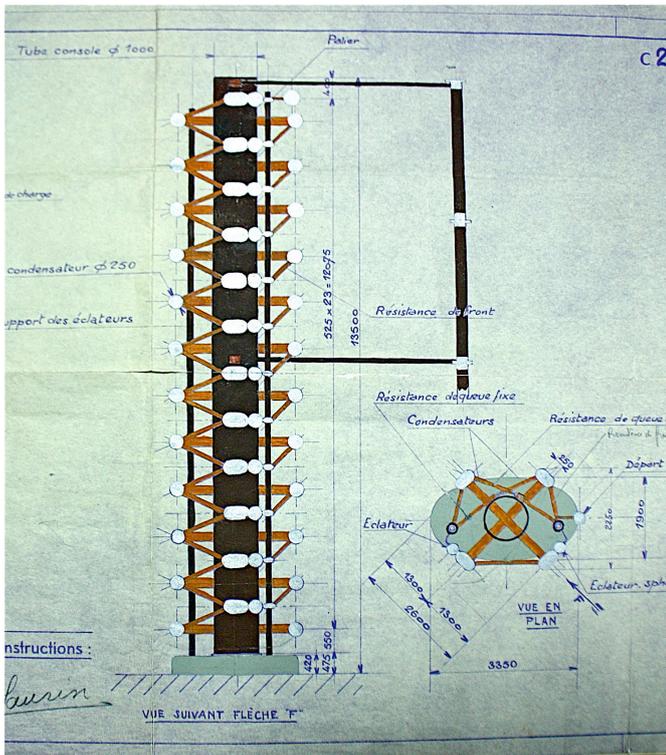
- la destruction pure et simple, sans travail de conservation ni de mémorisation ;
- la sauvegarde et la conservation dans un lieu dédié (place, hall d'entrée...);
- le démantèlement, mais avec conservation des données afférentes.

Le premier cas est malheureusement extrêmement fréquent, qu'il s'agisse des laboratoires de recherche ou des entreprises. L'argument avancé étant le manque de place, argument qui, bien souvent, n'est pas justifié et traduit plutôt le manque d'intérêt ou de moyens dédiés de la structure pour la conservation et la mise en valeur de son patrimoine.

Le deuxième cas se présente quelquefois et traduit la volonté, au travers d'objets emblématiques, de montrer la pérennité et l'excellence des activités de l'entreprise ou du laboratoire. Citons la mise en valeur par le CERN de Genève de la chambre à bulles Gargamelle (1000 tonnes !), exposée à l'entrée du site. Alstom, aujourd'hui GE Power, a installé à l'entrée d'une de ses usines de Grenoble une grande roue à aubes, élément d'une turbine hydraulique, comme témoignage de son savoir-faire historique dans le domaine de l'hydroélectricité. EDF, dans son musée Hydrélec de Vaujany, en Isère, a rassemblé une remarquable collection de machines d'importantes dimensions. Des entreprises telles que ARaymond group à Grenoble, Michelin à Clermont-Ferrand ou Essilor à Morez ont tenu à créer un musée autour de leur patrimoine.

C'est le troisième cas qui présente le plus grand intérêt pour les acteurs du patrimoine, parce qu'il est récent et que le développement du numérique offre de nouvelles possibilités techniques, grâce auxquelles il devient possible de conserver la mémoire et l'histoire d'un objet, même détruit.

Nous présentons ici trois exemples correspondant au troisième cas, mais chacun avec une destinée singulière.



Plan d'origine du générateur de chocs. Photo ACONIT / GE Power

Le générateur de chocs de GE Power

Conçu pour produire des tensions électriques très élevées de 400 000 volts pour l'étude des installations électriques de grandes puissances, il est forcément de très grande taille. Avec ses 13,5 mètres de hauteur, il était évidemment hors de question de l'installer dans une structure muséale ! L'entreprise propriétaire ayant modifié son orientation industrielle et après presque 100 ans d'activité, il était devenu inutile. Son démantèlement était donc inéluctable, mais le service qui l'utilisait eut l'heureuse idée de faire appel à l'ACONIT pour assurer la conservation de sa mémoire.

Mais, pourquoi était-ce si important de préserver cet instrument ? Sur le plan technique, il présente un intérêt évident. Sa construction est en soi une belle prouesse. À Grenoble, le laboratoire d'électrostatique de réputation internationale, créé par le professeur Felici, possédait lui aussi un générateur de choc. Nous étions donc en terrain connu.

Mais cet appareil est aussi le témoin de la grande aventure de l'hydroélectricité que la France a connue après la guerre, durant les Trente glorieuses. Il représente donc tout un pan de notre histoire. Deux bonnes raisons pour le faire figurer dans le patrimoine industriel.

Cet exemple permet de toucher du doigt une difficulté que l'on rencontre dans les actions de sauvegarde du patrimoine industriel. En effet, au cours des cinquante dernières années, la plupart des entreprises ont subi de profondes restructurations et, de délocalisations en désindustrialisations, leur patrimoine a, dans beaucoup de cas, disparu corps et biens. La mobilité croissante

des personnels a abouti à la perte de la mémoire de leur histoire. Sans une prise de conscience des entreprises, cette évolution qui s'accroît considérablement risque de devenir socialement irréversible.

Les lyophilisateurs du laboratoire ARC-Nucléart du CEA

Le laboratoire ARC-Nucléart est spécialisé dans le traitement des bois humides et plus généralement des objets détériorés par les micro-organismes. Il a à son actif quelques belles restaurations, comme celles de la sauvegarde des objets immergés du lac de Paladru en Isère, découverts dans une cité lacustre datant de l'an mil, d'une pirogue du XIV^e siècle ou encore des 155 m² de parquet de l'Hôtel Lesdiguières. La momie de Ramsès II fut sauvée grâce aux techniques de pointe en matière d'irradiation des œuvres d'art mises au point dans ce laboratoire. L'événement eut une résonance internationale.

Pour les objets archéologiques, en complément d'une imprégnation par une résine, les objets doivent être débarrassés de toute l'eau qu'ils contiennent dans des lyophilisateurs. La grande taille de certains de ces objets impose de construire des lyophilisateurs à enfournements horizontaux de très grand volume. À gros objets, gros lyophilisateurs ! ARC-Nucléart en a construit deux. Le premier lyophilisateur, dit historique, possède une enceinte actuelle de 6 mètres de longueur utile. Le second est constitué d'une enceinte longitudinale de 1,80 mètre de diamètre pour 5,00 mètres de longueur utile.

Pour irradier les objets culturels, il faut compter sur une structure bâtie lourde qui s'appelle un irradiateur. Celui-ci possède des murs en béton d'un mètre d'épaisseur, placé vis-à-vis d'une piscine de 4 mètres de profondeur pour stocker les sources de cobalt 60 en phase d'inactivité.

Tout cet équipement est actuellement en service et son démantèlement n'est donc pas à l'ordre du jour. Cependant, serait-il naturel d'envisager de conserver des instruments dont la fonction elle-même est de sauvegarder des objets ? Quelle incidence une telle démarche aurait-elle sur l'activité du laboratoire ?



Les lyophilisateurs du laboratoire ARC-Nucléart. Photo ARC-Nucléart



Banc de production du câble de l'aimant hybride du Laboratoire national des champs magnétiques intenses. Photo ACONIT

L'aimant hybride du Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI)

Cet équipement de recherche n'a pas encore fonctionné. Il est en cours d'achèvement et sera mis en service dans le courant de l'année 2021. Il appartient incontestablement à la catégorie des (très) gros instruments : sa partie centrale présente une hauteur de 2 mètres, un diamètre de 2 mètres, une masse de 17 tonnes pour une puissance consommée de 24 mégawatts. Les dimensions de son support sont bien plus grandes encore.

Conçu et construit au sein même du laboratoire, c'est un objet unique, exclusivement destiné à la recherche scientifique. Il est l'aboutissement d'une longue série de recherches et d'innovations mondiales commencée dès les années cinquante pour la production de champs magnétiques toujours plus intenses. Dès sa mise en œuvre, il fournira un champ de 43 teslas, ce qui constituera un record du monde en la matière (pour mémoire : le champ magnétique terrestre vaut 0,00005 tesla, l'électro-aimant de Bellevue a fourni 17 teslas, le champ magnétique à la surface d'un aimant de tableau est d'environ 0,05 tesla).

Quand il aura achevé sa période d'exploitation et sera devenu obsolète, c'est l'inévitable démantèlement qui l'attend. Mais grâce au travail

entrepris dès aujourd'hui, dès sa phase de fabrication (enregistrement du banc de production de son câble interne) la sauvegarde de sa mémoire aura été accomplie par anticipation, en quelque sorte.

Et les moyens numériques modernes pourront prendre le relais : photographies 360° ou films 3D, simulations, reconstitutions dynamiques, bases de données et bibliothèques interactives, c'est toute une panoplie qui devient progressivement accessible aux muséographes du futur.

Trois types d'instruments, trois singularités, donc. Le premier, objet industriel par nature, relève d'une situation classique. C'est un objet du passé. Les deuxièmes sont encore en service et ne sont pas directement menacés de disparition, mais l'anticipation de cette étape obligée est-elle d'ores et déjà programmée ? Quant au troisième, il a commencé à être sauvegardé avant même sa mise en œuvre. Une démarche pour le moins originale, qui préfigure peut-être une nouvelle manière d'envisager la sauvegarde de notre futur patrimoine scientifique et technique.

1. L'envergure de cette "annexe" présage du volume de l'ensemble de l'équipement – l'aimant lui-même mesurant 1,82 m de diamètre sur 1,40 m de haut – destiné à recevoir une chambre de mesure de seulement 34 mm de diamètre !

Pour aller plus loin

Statistiques

Base PSTC, domaine Patrimoine scientifique et technique contemporain.

Nombre de fiches 836 PSTC, dont 662 versées en national. Inventaire depuis le 5 mars 2007

L'IUT1 de Grenoble : un patrimoine scientifique et technique insoupçonné

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 7 juillet 2014 (1946 vues)



Le liquéfacteur d'hélium de marque Philips, toujours en activité en 2014 dans une salle de travaux pratiques.
Photo ACONIT

Publié par Gérard Chouteau, délégué régional PATSTEC, ACONIT

L'ACONIT (Association pour un conservatoire de l'informatique et de la télématique) vient d'entamer l'inventaire et la mise en valeur du patrimoine exceptionnel de l'IUT1 de Grenoble. Gérard Chouteau nous raconte cette initiative, qui présente l'avantage de sensibiliser les étudiants à l'action de sauvegarde patrimoniale au sein de leur propre établissement.

L'année 2015 sera l'année du cinquantenaire de la création des IUT (Instituts universitaires de technologie). Destinés à l'origine à la formation en deux ans de techniciens supérieurs, ils ont au cours de leur demi-siècle d'existence largement développé et enrichi leur domaine d'action. Ils se trouvent désormais au point de rencontre de l'enseignement supérieur technologique et de l'entreprise et également à l'origine de nombreuses études techniques longues. Rien d'étonnant donc à ce que l'on trouve dans leurs locaux un abondant patrimoine technique témoin de leur riche activité, bien ancrée dans l'histoire grenobloise.

Une action d'envergure

L'ACONIT, dans le cadre de la mission que lui a confiée le Conservatoire national des Arts et Métiers, dès 2004, a souhaité contribuer à l'inventaire et la mise en valeur de ce patrimoine exceptionnel. Une convention a été mise en place dans ce but avec le soutien de la direction de l'IUT1 et de l'Université de Grenoble.

Il s'agit de mobiliser les neuf départements de cet établissement dans un vaste éventail de disciplines, de la chimie à la thermique, en passant par la mécanique, les mesures physiques, le génie civil, le génie électrique et les techniques du multimédia et des réseaux. Un plan de travail sans aucun doute pluriannuel. C'est une grande satisfaction pour l'ACONIT de constater le réel intérêt rencontré auprès des acteurs de l'IUT pour cette entreprise, signe que la sauvegarde du patrimoine est désormais une préoccupation de l'université.

Vers une muséographie vivante

Le travail commencé avec deux départements (Génie thermique et énergie, d'une part, et Génie mécanique et productique de l'autre) a permis de mettre en valeur des objets encore utilisés par les étudiants au cours de leur formation, tels que le liquéfacteur d'azote Philips ou l'appareil de mesure de la dureté des matériaux (voir photos).

Il s'agit donc d'une démarche originale insistant sur le caractère contemporain de ce patrimoine technique, qui présente en outre l'avantage de sensibiliser les étudiants à l'action de sauvegarde patrimoniale, puisque c'est au cours de leurs séances de travaux pratiques qu'ils y seront confrontés. Ce n'est pas tous les jours que les visiteurs d'un musée ont le droit d'en manipuler les objets. Un travail passionnant et original.



Appareil de mesure de la résistance des matériaux,
département GMP (voir base PSTC). Photo ACONIT

Pour aller plus loin :
Statistiques sur base PSTC

Institut universitaire de technologie 1, Université Grenoble Alpes (ex-université Joseph Fourier).
Nombre de fiches 56, dont 52 versées en national. Inventaire depuis le 10 octobre 2013

Pour en savoir plus

La base de données ACONIT, pour consulter l'ensemble de nos collections : <https://db.aconit.org/DBAconit/>

D'autres partenaires régionaux de la mission PATSTEC

Les articles postés sur le site Echosciences Grenoble par l'ACONIT ayant été conçus au fil de l'eau et en fonction d'opportunités non préméditées, le patrimoine d'un certain nombre de partenaires de la mission n'a pas encore été le support à une valorisation spécifique. Pour

que chacun puisse prendre la place qui lui est due dans cette synthèse, nous les évoquerons par le biais d'un objet emblématique, tels que ceux-ci figurent dans notre base de données PSTC.

Machine automatique Sylbe-Pondorf du musée privé ARhome, Musée de la fixation et de l'innovation ARaymond (Arhome n°368)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Fabriquée en Allemagne à Schmölln (Thuringe) en 1920, cette machine spéciale, entièrement mécanique, assemblait trois pièces, en automatique, pour réaliser le ressort du bouton pression FO. Sylbe-Pondorf est un fabricant de machines spéciales qui a travaillé avec un ingénieur de la société ARaymond en Allemagne pour l'adaptation de ces machines d'assemblage pour la fabrication des ressorts FO. Sa cadence de fabrication était de 60 pièces par minute. Pour faire fonctionner la machine, un levier fait passer la courroie motrice d'une "poulie folle" (qui tourne à vide) à une "poulie fixe", et vice-versa pour l'arrêter. La machine est composée de neuf sous-ensembles mécaniques synchronisés entre eux :

- a) deux arbres à cames
- b) un plateau central à encoches

- c) trois "bols" distincts qui distribuent successivement :
 - les coquilles percées
 - les étoiles
 - les mamelons
- d) une presse de conformation de l'étoile
- e) une presse de sertissage
- f) un système mécanique de présence pièce.

Utilisation

À Grenoble, la société ARaymond disposait de 24 machines de ce type. Au total, l'entreprise en possédait une cinquantaine. Ces machines ne comportent aucun élément électrique ou électromécanique. Cette machine a produit plus d'un milliard de pièces sur une période de 80 ans. Elle est un précurseur des machines d'assemblage car elle est automatique.

Pour aller plus loin : Statistiques sur base PSTC

Musée privé de l'innovation industrielle ARhome (groupe ARaymond), Grenoble.
113 Cours Berriat, 38000 Grenoble.

Nombre de fiches 14, toutes versées en national. Inventaire depuis le 17 janvier 2012.

Limnigraphe Celphi 75P du Syndicat intercommunal des eaux de la région grenobloise – Sierg (Sierg n°370)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Le limnigraphe Celphi 75P est composé de deux châssis de mesures installés dans un coffret de protection parallélépipédique en fibre de verre. Sur sa face avant, il comprend un enregistreur papier de la marque Chessell, ainsi que trois compteurs, divers boutons de réglages de la mesure et indicateurs numériques.

Utilisation

C'est un instrument servant aux mesures de niveaux d'eau de variation lente. Une interprétation en unités de débit est directement possible après étalonnage.

Sa structure extérieure permet de l'utiliser en continu, sur le terrain, par exemple pour mesurer les variations de niveaux d'une rivière lors d'une crue ou d'une décrue. Il est muni d'un niveau à bulle et d'un manomètre à mercure. Cet appareil fait partie d'un ensemble d'instruments de mesures de terrains modulables (comme l'indique les poignées extérieures visibles sur le devant de l'appareil).

Pour aller plus loin : **Statistiques sur base PSTC**

Syndicat intercommunal des eaux de la région grenobloise (Sierg).

1 rue de Normandie, 38130 Echirolles.

Nombre de fiches 26, toutes versées en national. Inventaire depuis le 4 janvier 2012.

Lampemètre universel Serviceman du CNRS-Alpes, Institut Néel (CNRS-Néel n°263)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Ce lampemètre universel est un grand parallélépipède métallique entièrement noir, excepté son cadran avec fond blanc. Ce cadran dispose d'un indicateur pour l'ajustage du survolteur-dévolteur, d'une échelle colorée pour l'affichage de l'état des diodes (jaune pour douteuse et rouge pour bonne) et d'une seconde pour tous les autres types de lampes. Elle est graduée de 0 à 50 mA et répartie en trois couleurs : vert pour mauvaise, jaune pour douteuse et rouge pour bonne.

Ce lampemètre possède également de nombreux supports de lampes et commutateurs qui lui permettent d'être compatible avec un maximum de types de lampe.

Utilisation

Le lampemètre universel Radio-Contrôle Serviceman est un appareil fonctionnant en courant alternatif. Il permet le dépannage de plusieurs appareils utilisant des lampes, tel que les postes de radio, les amplis, les ordinateurs, etc. La vérification de l'état des lampes par ce lampemètre se fait grâce à un ampèremètre. La mesure de l'intensité traversant les lampes rend possible de tester plusieurs caractéristiques susceptibles de provoquer un défaut sur ces lampes : la continuité des filaments, un court-circuit entre électrodes, le débit électronique et l'isolation filament-cathode.

Ce lampemètre est dit universel, il peut être utilisé pour la plupart des types de lampes, car ces nombreux supports, circuits d'alimentation et commutateurs l'autorise à se configurer aux différents brochages, positions des électrodes et tensions de chauffage de la quasi-totalité des lampes. En raison de cette grande flexibilité (2196 configurations possibles) l'usage des lampemètres se retrouve assez complexe et difficile pour ceux qui n'y sont pas habitués.

Mais cependant, pour ce type d'utilisateur ou bien pour les utilisations rapides, ce lampemètre dispose d'un usage distinct et peut basculer facilement en un analyseur point par point à cartes. L'analyseur a la même fonction que le lampemètre mais contrairement à lui il ne requiert aucun démontage, connaissance ou réglage spécial et permet d'effectuer une mesure rapide des tensions et des débits par l'insertion dans n'importe quels circuits du tube mesuré d'un voltmètre ou d'un milliampèremètre.

Ce lampemètre Radio-Contrôle est un appareil portable, il devait être utilisé par un technicien ou un ingénieur pour effectuer des dépannages rapides de dispositifs électroniques à lampes.

Pour aller plus loin :

Statistiques sur base PSTC

Institut Néel, CNRS-Alpes, Grenoble.

25 Avenue des Martyrs, 38042 Saint-Martin-d'Hères

Nombre de fiches 68, dont 54 versées en national. Inventaire depuis le 1^{er} décembre 2009

Boîtier de contrôle de prospection sismique du laboratoire de glaciologie géophysique de l'environnement, Vallon (UJF-LGGE n°32)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Ce matériel se présente sous la forme d'un boîtier métallique en aluminium avec un couvercle de protection. Les commandes de ce laboratoire de prospection sismique se situent sous le couvercle. Il réalise une interface entre les flûtes (ou géophones), par l'intermédiaire de boîtiers amplis et d'une caméra. Il permet les réglages communs à toutes les traces, ainsi que le mixage des traces.

Ce laboratoire d'enregistrement sismique est la partie centrale d'un ensemble composé de six éléments principaux : une boîte de commande, trois boîtiers de mise en forme de six traces sismiques et une caméra d'enregistrement du laboratoire sismique. Le tout est alimenté par un bloc alimentation. Du matériel périphérique associé, tel que des boîtes noires ou des pièces de rechange, peut être lui aussi intégré à cet ensemble.

Utilisation

Ce type de matériel a été utilisé avant 1950 en prospection pétrolière. Il a été acheté d'occasion par le laboratoire de glaciologie du CNRS à la Compagnie de géophysique d'Afrique occidentale. Ce matériel était déjà obsolète à l'époque de son achat par le CNRS, vers 1964. En effet, l'enregistrement analogique sur papier photo a été remplacé vers 1953 par l'enregistrement magnétique analogique, lui même remplacé vers 1961 par l'enregistrement numérique.

Ce matériel a été utilisé pour déterminer l'épaisseur du Glacier blanc (Oisans), de la Mer de glace (Mont Blanc) et du glacier de Gébroulaz (Vanoise) entre 1964 et 1973. Il a également servi en travaux pratiques de prospection géophysique de la licence et de la maîtrise de géologie de Grenoble (1965-1973).

Pour aller plus loin : **Statistiques sur base PSTC**

CNRS-Alpes, Laboratoire de glaciologie géophysique de l'environnement (LGGE).

54 rue Molière, Domaine universitaire, 38042 Saint-Martin-d'Hères.

Nombre de fiches 60, dont 55 versées en national. Inventaire depuis le 6 août 2007.

Analyseur de sons à résonateurs de Helmholtz du Gipsa-Lab, Département parole et cognition (Gipsa-Lab n°2)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

L'analyseur de sons à résonateurs de Helmholtz est un ensemble de trois dispositifs montés sur un châssis en fonte et bois de forme trapézoïdale. Ces dispositifs sont les suivants :

- Des résonateurs de Helmholtz : une succession de 14 cylindres creux en laiton, de volume variable, situés à gauche de l'appareil. Ces cylindres sont, à l'avant, fermés par une pièce métallique circulaire percée d'un évent en son centre, permettant le passage de l'air. Ces résonateurs sont vissés sur une plaque métallique et sont disposés du bas vers le haut en fonction décroissante de leur volume (et donc en fonction croissante de leur fréquence de résonance).

- Des capsules manométriques : ce sont les pièces maîtresses de l'appareil. Réalisées en laiton, elles sont constituées d'une chambre cylindrique de diamètre 3 cm et de longueur 2,5 fermée d'un côté par une membrane souple sertie par un collier et de l'autre côté par une paroi métallique percée par deux trous de diamètre 3 mm et 2 mm. De chaque trou part un tuyau creux métallique destiné à transporter du gaz à brûler. L'un de longueur 2,4 cm sert d'embout pour fixer un tuyau souple relié à l'arrivée de gaz, l'autre de longueur 13,7 cm sert de bec brûleur. Chaque capsule est vissée sur une cavité creusée dans une planche de bois montée sur le châssis. Cette cavité est reliée à l'arrière d'un résonateur de Helmholtz par un tuyau souple. Les capsules sont séparées des résonateurs par une plaque métallique qui protège ces derniers de la chaleur engendrée par la combustion des gaz.

- Des miroirs : quatre miroirs sont disposés sur les quatre faces d'un parallélépipède rectangle de dimensions 11,5x11,5x80 cm. Ce dernier est mis en rotation par un système d'engrenages. Les trois dispositifs sont fixés sur un châssis vertical en fonte de forme trapézoïdale. Le châssis repose sur deux pieds, permettant d'assurer la stabilité de l'ensemble. Le gaz est amené à chaque capsule manométrique par le biais de tuyaux en cuivre

prolongés par des tuyaux souples. Chaque embout est associé à un robinet permettant d'ouvrir ou de fermer l'arrivée du gaz pour chaque capsule.

Utilisation

Le fonctionnement est le suivant. Au préalable, l'arrivée de gaz est connectée à une bouteille standard de gaz butane. On allume chaque bec brûleur des capsules manométriques. Lorsqu'un son est émis devant l'appareil, si la fréquence des ondes acoustiques émises correspond à la fréquence de résonance d'un des résonateurs (entre 194Hz et 1300Hz), l'air contenu dans ce résonateur est mis en vibration. Ces vibrations sont transmises du résonateur à une capsule manométrique par un tuyau souple. La membrane de la capsule est mise en mouvement, créant ainsi des variations de volume dans la cavité de la capsule (principe de la vanne manométrique). Le débit du gaz parcourant la capsule est ainsi modulé, causant des ondulations des flammes émises par le bec de gaz, rendant l'onde acoustique visible par les ondulations verticales des flammes. Les miroirs tournant provoquent un effet d'étalement spatial permettant de visualiser les vibrations des flammes.

En phonétique expérimentale, cet appareil permet de visualiser les ondes acoustiques et de travailler sur certaines caractéristiques de la voix et notamment de son timbre.

Pour aller plus loin : Statistiques sur base PSTC

Laboratoire cognition de la parole (Gipsa-Lab),
Université Grenoble Alpes.

11 rue des Mathématiques, 38402 Saint-Martin-d'Hères.
Nombre de fiches 136, dont 74 versées en national.
Inventaire depuis le 18 mai 2009.

La touche à retour d'effort de l'association pour la création et la recherche sur les outils d'expression Acroé (INPG-Acroé n°2)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Le dispositif à retour d'effort (aussi appelé transducteur gestuel rétroactif – ou TGR), datant de 1988, démontre pour la première fois la frappe d'une touche de piano virtuelle. Sa structure est principalement constituée d'une platine en duralumin rectifié surmontée d'un axe destiné à porter une touche de même matériau. Cette touche pivotante est reliée par un filin en acier s'enroulant sur une poulie quart de cercle à un moteur disposé perpendiculairement et destiné à reproduire numériquement la résistance de l'instrument en phase de manipulation. Dans l'axe du moteur, se trouve un capteur de position. Sous le capot de l'embout de la touche se trouve un capteur de force. L'électronique est intégrée dans le socle et un connecteur assure la liaison avec le calculateur numérique par le biais d'une nappe. La simulation du ressort et du frottement virtuel selon trois modes distincts est assurée par un petit calculateur de type LSI 11 de la marque DEC Digital Equipment Corporation.

Les machines à retour de force et leur logiciel associé, entièrement développés par l'Acroé, traduisent les gestes artistiques en données informatiques. Ces machines sont ensuite utilisées pour produire, suivant les cas, les images, les sons et la résistance mécanique correspondants. Elles font prendre conscience aux utilisateurs des dispositifs virtuels des formes et des contours d'objets que leurs sens perçoivent, mais qui n'ont aucune présence matérielle.

Ces dispositifs, résultat de nombreuses années de recherche, ont été créés pour jouer sur la gamme étendue de nos perceptions, en permettant de manipuler et de ressentir des objets se trouvant dans un monde virtuel.

Utilisation

Dans le cadre de ses activités de recherche, l'Acroé développe des appareils et des logiciels destinés à simuler certaines propriétés d'objets réels. Ces propriétés, telles que la dureté ou la flexibilité, sont importantes pour des objectifs artistiques. Acroé construit des machines qui modélisent les sensations physiques éprouvées lorsqu'un intervenant touche, ressent ou frotte différents types d'objets.

Une petite vidéo montre l'utilisation de cette touche à retour d'effort selon trois modes :

Expérience n°1 : en percussion sur un ressort élastique ;
Expérience n°2 : en percussion sur un ressort très raide ;
Expérience n°3 : en percussion sur un frottement visqueux, "la cuillère dans le pot de miel".

L'Acroé réunit deux univers différents ; l'un d'eux, réel et tangible, réside dans le monde des sens, tandis que l'autre, intangible et abstrait, se loge dans celui des nombres et de l'information. Quand ces deux mondes se rencontrent, comme ils ne parlent pas la même langue, ils ont besoin d'un traducteur pour se comprendre et communiquer. Ces traducteurs sont les systèmes gestuels à retour d'effort.

Pour aller plus loin : **Statistiques sur base PSTC**

Association pour la création et la recherche sur les outils d'expression (Acroé), Grenoble-INPG.
46 Avenue Félix Viallet, 38000 Grenoble.
Nombre de fiches 4, dont 2 versées en national.
Inventaire depuis le 14 mars 2019.

Spectromètre de masse TurboMass Gold de l'IUT1 Génie chimique - UGA, section chimie organique (IUT1-Chimie n°550)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

L'appareil spectromètre de masse TurboMass Gold se présente sous la forme d'un bloc central allongé, à deux modules accolés (chromatographie à droite, spectromètre à gauche), surmonté d'un petit tableau de commande facial. En périphérie sont adjoints une station de gestion des injections d'échantillons, un PC de pilotage, d'acquisition et de traitement des données avec imprimante et des raccordements vers une bouteille de gaz inerte et une pompe à vide primaire.

L'appareil met en jeu successivement deux méthodes complémentaires d'analyse produites par :

- le chromatographe, qui utilise un gaz vecteur (le plus souvent de l'hélium) pour transporter les échantillons à travers la colonne renfermant la phase stationnaire. Les composés sont ainsi séparés du fait de leur différence d'affinité avec la phase stationnaire et de leur tension de vapeur spécifique ;
- le spectromètre analyse ensuite chaque molécule séparée en émettant un spectre de masse représentant l'abondance des fragments ioniques produits lors de son

ionisation en fonction de leur rapport masse/charge. Ce spectre est caractéristique de la molécule et permet son identification.

Utilisation

La GC-MS (Gas chromatography and mass spectroscopy) est une technique qui combine la puissance de séparation de la chromatographie en phase gazeuse avec la puissance de détection de la spectrométrie de masse.

La spectrométrie de masse regroupe un ensemble de techniques qui met en jeu une production puis une séparation d'espèces chargées selon leur rapport masse/charge (m/z), en vue de leur identification. Les résultats peuvent être obtenus en mode Scan, qui consiste en un balayage des masses de tous les fragments chargés issus d'un composé, ou en mode Sim, qui sélectionne la masse d'un seul fragment chargé à analyser.

Pour aller plus loin :

Statistiques sur base PSTC

Institut universitaire de technologie 1, Département chimie organique, Université Grenoble Alpes.
39-41 Boulevard Gambetta, 38000 Grenoble.

Nombre de fiches 3, dont 2 versées en national. Inventaire depuis le 6 octobre 2014.

Duromètre de l'IUT1 Génie chimique - UGA, section chimie minérale (IUT1-Chimie n°552)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Le duromètre ou appareil de mesure de la dureté Shore A, produit par l'entreprise suisse Zwick, se compose d'une colonne verticale ancrée sur un socle lesté pour assurer la stabilité durant la mesure, doublé d'une petite platine en inox. La colonne est flanquée d'un levier excentrique qui actionne de haut en bas l'aiguille de mesure. Elle est de plus surmontée de deux poids de charge, dénommés n°1 et 2, de 12N au total, eux-mêmes surmontés d'une vis de serrage. À la base de la colonne se trouve le cadran à aiguille du duromètre, gradué en micromètres.

Pour obtenir une mesure, il faut placer l'échantillon sur la platine, abaisser l'aiguille à l'aide du bras excentrique, puis lire la dureté en Shore A après 15 secondes, afin de permettre un temps de relaxation suffisant après l'effort de pression opéré par l'aiguille.

Utilisation

Cet appareil sert spécifiquement à mesurer la dureté des caoutchoucs vulcanisés. En effet, la vulcanisation, qui correspond à la réticulation des chaînes de polymère, se traduit par :

- une augmentation de la viscosité et du coefficient de cisaillement de l'élastomère à l'état fondu ;
- une augmentation de la dureté (donc du module d'élasticité) ;
- l'obtention de "l'élasticité caoutchoutique", qui correspond à une déformation élastique de forte amplitude, réversible et instantanée.

L'échelle de dureté du caoutchouc est choisie de telle sorte que :

- le degré (0) représente la dureté d'un élastomère ayant un module d'élasticité nul ;
- le degré (100), la dureté d'un élastomère ayant un module d'élasticité infini.

Les degrés internationaux de dureté du caoutchouc sont désormais préférés aux degrés Shore A. La relation que ces deux mesures expriment est : Dureté DIDC = Dureté Shore A + 2.

Cette machine a été utilisée dans le cadre des travaux pratiques de l'IUT1 de l'Université de Grenoble, au département de chimie minérale pour l'étude de dureté des caoutchoucs.

Pour aller plus loin : Statistiques sur base PSTC

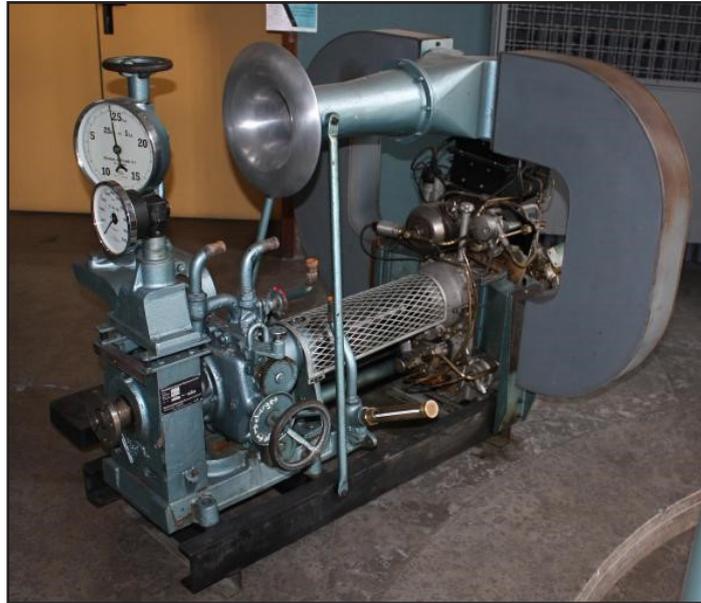
Institut universitaire de technologie 1, Département chimie minérale, Université Grenoble Alpes.

39-41 Boulevard Gambetta, 38000 Grenoble.

Nombre de fiches 2, toutes versées en national. Inventaire depuis le 6 octobre 2014.

Turbine à gaz Rover de l'IUT1 Génie thermique et énergie - UGA (IUT1-GTE n°511)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Il s'agit d'une turbine à gaz de marque Rover destinée à l'étude, qui transforme de l'énergie thermique en énergie mécanique. La partie active est composée du corps de la turbine, surmonté de sa chambre de combustion. Le mouvement est transmis à l'arbre, protégé d'une calandre grillagée. L'ensemble est flanqué d'instruments permettant la mesure de :

- la température en plusieurs points ;
- les pressions d'admission, de sortie de compression et de chambre de combustion ;
- la vitesse de rotation ;
- le couple ;
- la dépression du venturi.

Un bloc frein, assisté d'un contrepoids, occupe l'autre extrémité de l'arbre. Les parties périphériques sont constituées par :

- le réservoir à huile ;
- le bloc d'alimentation électrique ;
- le venturi d'admission d'air ;
- le tuyau d'échappement.

Cette turbine à gaz est à simple étage, avec un compresseur mono-étagé centrifuge et chambre de combustion latérale. Sa puissance mécanique

nominale est de 45 kW. La vitesse de rotation primaire de son arbre unique est de 46 000 tr/mn pour une vitesse de rotation de sortie de 3 000 tr/mn. Le taux de compression atteint 2,8 et la température des gaz d'échappement s'élève à 620 °C.

Utilisation

Cette turbine Rover 60 est spécialement équipée pour être étudiée dans un laboratoire. Équipée de plusieurs instruments de mesures annexes, elle sert de cobaye aux étudiants du département Génie thermique et énergie de l'Institut universitaire de technologie (IUT1-Université Joseph-Fourier de Grenoble) pendant presque 40 ans. Ceux-ci pouvaient observer le fonctionnement de ce type particulier de moteur, à savoir : écoulement continu de l'air amené à haute pression par un compresseur axial, puis échauffé dans une chambre à combustion alimentée par le gaz, et détendu sur les aubes de la turbine avant d'être éjecté. Le compresseur est auto-entraîné par l'arbre de la turbine. Avec les mesures effectuées, les étudiants déterminaient plusieurs caractéristiques de fonctionnement comme la puissance, la consommation de fioul, le rendement global, et ceci en fonction de la charge sur l'arbre de sortie.

Pour aller plus loin : **Statistiques sur base PSTC**

Institut universitaire de technologie 1, Département génie thermique et électrique, Université Grenoble Alpes.
39-41 Boulevard Gambetta, 38000 Grenoble.
Nombre de fiches 39, dont 36 versées en national. Inventaire depuis le 10 octobre 2013.

Appareil d'essai de la résilience de l'IUT1

Génie mécanique et productique

UGA (IUT1-GMP n°542)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

L'appareil expérimental de résilience est constitué d'un marteau-pendule (appelé spécifiquement mouton-pendule de Charpy) se rattachant par un axe à un bâti de forte masse (stabilité renforcée par ancrage au sol). Le marteau comporte en son centre un couteau qui viendra frapper l'éprouvette statique positionnée sur le porte-éprovette, situé à la base du bâti. Au niveau de l'axe de rotation du pendule est adjointe une échelle graduée précisant l'angle initial avant relâchement du pendule, ainsi que l'angle final (ou de remontée). Du fait de la masse et de la portée du marteau, celui-ci est relevé avec précision à l'aide d'un treuil.

L'énergie de rupture est la grandeur la plus représentative de la propagation brutale des fissures, seul paramètre capable de déterminer la résistance aux chocs d'un matériau. Cette mesure définit donc la

fragilité ou la ténacité (ou résilience). Ce mouton-pendule possède une capacité égale à 30 daJ, une ouverture d'angle optimale de 160° , une masse (marteau) de 22,455 kg, avec un axe du couteau placé à une envergure de 691 mm. Les éprouvettes normalisées peuvent être entaillées d'une gorge en V ou d'une gorge en U.

Utilisation

Principe de l'essai : le marteau est relevé à un angle déterminé. Pendant sa chute, il acquiert une énergie dont une partie permet la rupture de l'éprouvette à leur point de rencontre. Après rupture, le marteau remonte d'un certain angle. La résilience est directement liée à l'absorption d'énergie nécessaire pour rompre l'éprouvette, calculée par la différence entre l'angle (Ep initiale) de départ et l'angle de remonté (Ep finale).

Pour aller plus loin : **Statistiques sur base PSTC**

Institut universitaire de technologie 1, Département génie mécanique et productique, Université Grenoble Alpes.
39-41 Boulevard Gambetta, 38000 Grenoble.

Nombre de fiches 8, toutes versées en national. Inventaire depuis le 11 juin 2014.

Microscope électronique à balayage de l'IUT1

Mesures physiques - UGA (IUT1-MPH n°596)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Le microscope électronique à balayage (MEB) se présente sous la forme d'une colonne qui est composée d'un dispositif permettant le bombardement des électrons sur l'échantillon à analyser. Celle-ci comporte également une chambre constituée d'une platine porte-échantillons. La colonne est associée à une console de pilotage permettant de commander le MEB. Au-dessus de cette console se trouvent trois écrans : celui de droite sert à l'acquisition et au traitement des images, celui du milieu sert à visualiser l'image de l'échantillon et celui de gauche retransmet les images d'une caméra infrarouge permettant de voir l'intérieur de la chambre, afin de choisir l'échantillon à analyser parmi ceux présents sur la platine porte-échantillons.

Pour plus de détails concernant la description et l'utilisation de la chambre dans laquelle sont placés les échantillons et de la colonne permettant de créer le faisceau d'électrons, se reporter aux fiches Protocole d'utilisation et Description. À droite du plan de travail, devant l'écran extérieur, se trouve un clavier

d'ordinateur ainsi qu'une souris, lesquels permettent l'accès au logiciel Orion (acquisition/traitement d'image).

Utilisation

Le microscope électronique à balayage est un instrument d'observation et d'analyse chimique permettant de visualiser la surface d'un échantillon avec un très fort grossissement. Les images obtenues permettent de caractériser le matériau (état de surface, topographie, taille de grain).

Ce microscope électronique à balayage à filament de tungstène possède une résolution comprise entre 10^{-5} et 10^{-7} mètre. Celle-ci est supérieure à celle d'un microscope optique, mais nettement moins bonne que celle d'un microscope électronique à transmission. Cependant, les échantillons du MEB sont beaucoup plus faciles à préparer que ceux du MET, raison pour laquelle le MEB est la technique la plus utilisée des deux. Le MEB permet deux types d'imagerie : une imagerie de contraste topographique et une imagerie de contraste de numéros atomiques.

Pour aller plus loin :

Statistiques sur base PSTC

Institut universitaire de technologie 1, Département mesures physiques, Université Grenoble Alpes.
39-41 Boulevard Gambetta, 38000 Grenoble.

Nombre de fiches 4, toutes versées en national. Inventaire depuis le 25 février 2015.

Indicateur enregistreur automatisé de température du lycée Descartes - section Cira, St-Genis-Laval (SLG-CIRA n°562)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

L'enregistreur automatisé MECI consiste en un coffret mural encastrable, à porte vitrée en façade, permettant la lecture et l'enregistrement de la mesure. Celle-ci est inscrite par une plume-encreuse mobile qui oscille sur un diagramme déroulant (papier), entraîné par un moteur électrique.

Le mécanisme intérieur du coffret, entièrement électromécanique, est constitué :

- du chariot d'entraînement du papier déroulant, comprenant un train d'engrenages et d'une chaîne ;
- du mécanisme d'asservissement de la plume à l'évolution de la mesure ;
- de l'amplificateur électromécanique de la mesure.

Cet appareil, développé avant l'essor de l'électronique, intègre un pont de Wheatstone, dont le fonctionnement est déséquilibré par la tension du thermocouple. Celui-ci est automatiquement rééquilibré par le mouvement de l'aiguille. Une pile étalon au mercure sert à calibrer la

tension de la pile d'alimentation du pont.

Utilisation

Cet appareil est utilisé dans l'industrie et pour les très grands équipements thermiques pour mesurer, indiquer et enregistrer une température de 0 à 1000 °C. L'opérateur peut ainsi disposer d'un enregistrement en continu, à la vitesse d'enregistrement 15 cm/24h. Cet exemplaire sert désormais à l'enseignement technique des étudiants en Brevet de technicien supérieur Cira (Contrôle industriel et régulation automatique).

Son entrée thermocouple et sa conception totalement électromécanique permettent de mesurer une plage très élargie (0 à 1000 °C). Alimentation secteur 115 V d'origine, ultérieurement équipé d'un transformateur 230 V, le Voltage de la pile étalon = 1.0146 V à 20 °C, et de la pile d'alimentation du pont = 1.5 V (standard), la largeur papier 15 cm pour 0 à 1000 °C sont ses caractéristiques techniques principales.

Pour aller plus loin : Statistiques sur base PSTC

Lycée Descartes - section Cira, Saint-Genis-Laval.
145 Avenue de Gadagne, 69230 Saint-Genis-Laval.

Nombre de fiches 14, dont 5 versées en national. Inventaire depuis le 21 novembre 2014.

Tableau interactif Smart Board du collège de Bissy, Chambéry - Savoie (Bissy n°1)

Fiche accessible sur DB-PSTC via le site de l'ACONIT



Description

Il s'agit d'un tableau blanc interactif qui peut être connecté à un réseau d'ordinateurs. Relié par une connexion numérique à fil (cordon à prise femelle 9 broches vers le tableau, à prise USB vers le réseau, avec adaptateur intermédiaire), il intervient comme une interface graphique. Sur sa face avant sont disposés deux boutons avec les symboles mode "souris" ou mode "clavier". Les logements destinés à recevoir les feutres et l'éponge sont munis d'une diode verte qui s'allume lorsque que l'accessoire sélectionné est actif.

Fondé en 1987, l'entreprise Smart canadienne implantée à Calgary s'est intéressée au secteur de l'éducation en tant que fournisseur de tableaux interactifs pour les établissements d'enseignement. La marque conçoit ce tableau interactif en 1991 et le diffuse à deux millions d'exemplaires dans 175 pays, touchant un panel de 40 millions d'élèves annuellement.

L'exemplaire présenté est installé sur une structure

en tubes acier, classique pour les établissements d'enseignement français, et visiblement non fournie par le fabricant. Ce tableau est en effet conçu pour être fixé directement au mur.

Utilisation

L'utilisation de ce tableau est avant tout murale. Les indications que l'enseignant inscrit sur le tableau par l'intermédiaire des quatre feutres de couleur connectés sont retranscrites en direct sur les écrans des PC qui sont connectés à un réseau. Il est possible d'y projeter une image de fond grâce à un projecteur, lui aussi connectable. La vue de fond et les inscriptions portées sur le tableau par l'orateur se superposent comme des calques sur les écrans des PC connectés. Si l'enseignant est équipé d'un micro, les cours peuvent être suivis à distance et enregistrés.

Lorsque l'enseignant veut passer à une étape suivante de son cours, il utilise l'éponge connectée pour effacer les inscriptions précédentes.

Pour aller plus loin :

Statistiques sur base PSTC

Collège de Bissy, commune de Chambéry, Savoie.

5 Square des Fontanettes, 73000 Chambéry.

Nombre de fiches 17, dont 14 versées en national. Inventaire depuis le 29 janvier 2020.

Sauvegarder le passé pour comprendre le présent et construire le futur

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 13 janvier 2014 (2095 vues)



Des "Rencontres pour la sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain (PSTC)" se sont tenues les 14 et 15 novembre 2013 à l'IUT1 de Grenoble, dans le but d'initier une réflexion commune sur son devenir. Photo ACONIT

Par Maria Rosa Quintero Bernabeu

Qui s'occupe du PSTC ?

Ce sigle désigne le patrimoine scientifique et technique contemporain. Tous les objets utilisés dans les laboratoires de recherche font partie de ce patrimoine récent. Les instruments utilisés aujourd'hui constituent le patrimoine de demain.

Tout organisme de recherche, qu'il soit universitaire ou industriel, est concerné par le devenir de ce patrimoine. Le musée des Arts et Métiers pilote une mission nationale d'inventaire et de sensibilisation, appelée PATSTEC, afin de susciter une prise de conscience des institutions et de permettre la valorisation de ce patrimoine. Il s'agit d'une mission nationale, créée par le ministère de la Recherche et de la Technologie en 2004. Au niveau de Rhône-Alpes sud, territoire de l'académie de Grenoble, cette mission a été déléguée à l'ACONIT. Elle réunit de nombreux acteurs institutionnels.

En parallèle, la vingtaine d'associations et musées de la région dédiés à l'industrie participent au repérage puis à la mise en valeur de ce patrimoine.

Des rencontres pour le PSTC

Ces Rencontres ont été organisées dans le cadre de la mission PATSTEC par l'ACONIT, en partenariat avec l'APHID (Association pour le patrimoine et l'histoire de l'industrie en Dauphiné), qui soutient depuis 20 ans les actions d'étude et de conservation du patrimoine industriel. Elles ont été l'occasion d'échanges d'informations et d'expériences sur le devenir de ce patrimoine.

Une centaine de personnes a participé à ces rencontres riches et passionnantes, où les auditeurs ont pu découvrir le PSTC de diverses régions – dont celui de la région Rhône-Alpes sud – rencontrer leurs acteurs, discuter sur leur devenir, découvrir les actions mises en œuvre et échanger dans un cadre convivial. Ce fut aussi l'occasion, pour un certain nombre d'intervenants, de découvrir les différentes approches et d'établir des relations avec d'autres acteurs du PSTC.

Ainsi, des représentants locaux, régionaux, nationaux – dont le musée des Confluences de Lyon, le musée des Arts et Métiers du CNAM, EDF et ARhome, le musée privé de l'innovation industrielle de Grenoble – ou encore étrangers (musée Bolo et CERN pour la Suisse), qu'ils soient institutionnels ou industriels, ont partagé leur histoire et leur parcours dans la sauvegarde du PSTC et ont apporté leur point de vue dans les différents domaines abordés. Les tables rondes, toutes d'un excellent niveau, ont permis d'échanger et de croiser les regards des acteurs sur tous les sujets évoqués lors des conférences.

Il est à noter également la participation de doctorants de différentes écoles doctorales de Grenoble, ce qui démontre la sensibilité de nouveaux publics, laissant espérer qu'ils prendront le relais de cette mission de sauvegarde.

La soirée qui s'est tenue au Muséum de Grenoble, avec le soutien de la Ville de Grenoble, a mis en scène les participants lors de la visite de l'exposition "La chambre d'écho" et offert un spectacle déambulatoire sur ce site prestigieux, apportant une note de couleur pleine d'humour durant ces Rencontres.



Réception des acteurs dans la grande galerie "de la Montagne vivante" du Muséum de Grenoble. Photo ACONIT

Et en ce qui concerne l'avenir ?

Cette action s'est inscrite dans le programme de la célébration des dix ans de la mission nationale supportée par le CNAM, qui prendra place durant l'année 2014. Sans doute, cette nouvelle année sera-t-elle consacrée à l'approfondissement de la

réflexion et à l'enrichissement des actions communes autour de cette mission, mobilisant institutionnels et acteurs de terrain de la sauvegarde et de la mise en valeur du patrimoine : collectivités, universités, centres de recherches et entreprises.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base PSTC, domaine patrimoine scientifique et technique contemporain.

Nombre de fiches 836, dont 662 versées en national. Inventaire depuis le 5 mars 2007.

Pour en savoir plus

Les résumés et enregistrements sonores des exposés sur la page dédiée aux Rencontres :

<https://www.aconit.org/spip/spip.php?page=pstc>

PATRIMOINE INFORMATIQUE

- Des textes méthodologiques
- Des personnages
- Du calcul à l'ordinateur
- Des superordinateurs
- Des mini et micro-ordinateurs
- Des machines pas comme les autres



Renseigner et inventorier les collections directement dans les réserves de l'ACONIT. Photo ACONIT

L'histoire de la gestion d'une collection d'informatique

Article non publié sur le site Echosciences-Grenoble



Vue partielle du hall "grandes machines" de l'ACONIT. Photo ACONIT

Par Philippe Denoyelle, responsable des moyens techniques, ACONIT

En guise d'introduction à la partie "Informatique" de notre mission de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, l'ACONIT a choisi de mettre en exergue les solutions qu'elle a mis en œuvre pour gérer sa collection, qui a atteint plus de 30 000 items. Gestion, valorisation et partenariats constituent en effet les trois grands axes qui ont guidé l'action de l'association au cours de ses trente-cinq années d'existence.

Création de l'ACONIT et premières années

L'association ACONIT est née en 1985 du souci de quelques universitaires et industriels de ne pas voir disparaître les témoins des débuts de l'informatique française et grenobloise. Témoins tant matériels que humains, tant machines que récits et témoignages.

C'est dans le cadre de l'ADIRA (Association pour le développement de l'informatique et de l'automatique dans la région Rhône-Alpes) que la décision de fonder une association consacrée au patrimoine informatique a été prise par Michel Jacob (EDF), Roger Gay (Merlin-Gérin), Pierre Thorel (CNRS) et les professeurs Louis Bolliet et René Perret.

L'association reçut la bénédiction de grands noms du monde de l'informatique et de l'industrie : le professeur Jean Kuntzmann (fondateur de l'IMAG), François-Henri Raymond (fondateur de la SEA), Jean Vaujany (PDG de Merlin-Gérin) et Daniel Bloch (président de l'université Joseph-Fourier).

Le matériel afflua rapidement. Il fut stocké un temps à l'INPG, avenue Félix-Viallet, puis dans un hangar à Voiron. Puis, transféré à nouveau dans les anciens bâtiments Cémoi, à Grenoble même. Très vite, il fallut en dresser des listes, créer des étiquettes... Philippe Ledebt, de l'Institut Laue-Langevin (ILL) mit en place un premier inventaire sur une base de données de type Paradox. Hélas, le décès prématuré de monsieur Ledebt combiné à de grosses difficultés de financement allait stopper tout développement informatique pendant quelques années.

Les débuts de DBAconit

C'est Muriel Batistella, emploi jeune auprès de l'ACONIT, qui va proposer de relancer une base de données d'inventaire. Elle vient de faire un stage au musée de l'électricité, à Mulhouse. Elle a été séduite par le logiciel d'inventaire du musée et a ramené des copies de tous les écrans. Elle parvient à intéresser Philippe Denoyelle, informaticien retraité et bénévole, qui lance l'étude.

Pourquoi tout développer en interne, alors qu'il existe des bases de données toutes faites ? À cela, plusieurs raisons. D'une part, l'ACONIT n'a pas un sou et les logiciels commerciaux coûtent cher ; d'autre part, les expériences Paradox ou Access ont été décevantes et limitées. Dès le départ, nous voulions un accès web, des interconnexions faciles et nous prévoyions des extensions personnalisées. Enfin, l'époque est aux "logiciels libres" : en s'appuyant sur le logiciel base de données libre MySQL et le langage PHP, le projet ne semble pas trop difficile.

Avec l'accord du bureau, Philippe Denoyelle lance l'écriture des spécifications : structure de la base, fonctions et écrans, en s'appuyant sur ce que nous connaissions de la base inventaire de Mulhouse. Hans Pufal, "paléo-informaticien" de choc, se charge de configurer un PC de la collection avec le logiciel MySQL, sous Linux. Un jeune étudiant, Idriss Farhat, est embauché pour l'été et va sortir la version 0 en quelques mois.

En juillet 2002, nous mettons en service DBAconit version 1. À ce stade, DBAconit est distribué uniquement sur le réseau Ethernet interne de l'ACONIT. Aucun frais ! Tout est en contrôle direct, solution satisfaisante pour le démarrage. Muriel Batistella et Agnès Félard, second emploi jeune, commencent à charger les premières données dans la base.

Un partenariat avec le musée des Arts et Métiers et un nouveau déménagement

En 2003, c'est maintenant Flore Gully qui nous a rejoint comme emploi jeune. Elle prépare le concours d'attaché de conservation et maîtrise la rigueur des inventaires. Aidée par Cécile Hamadou, le travail avance efficacement.

Alors que l'avenir de l'ACONIT semble quelque peu bouché, un événement va amener une nouvelle dynamique. Jacques Pain, alors président de l'association, rencontre Daniel Thoulouze, directeur du musée des Arts et Métiers. Ce dernier vient d'être chargé de lancer le programme de sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain, et l'ACONIT va devenir en 2004 un de ses premiers organismes associés.

Philippe Denoyelle et Hans Pufal prennent contact avec Catherine Cuenca, conservatrice au musée des Arts et Métiers et directrice du projet, ainsi qu'avec son équipe, à Nantes. Le projet, qui va prendre le nom de PATSTEC, est déjà articulé autour d'une base de données d'inventaire nationale. ACONIT va effectuer des modifications mineures de son système DBAconit pour harmoniser les informations, sans perdre pour autant ses spécificités. Par exemple, DBAconit gère dans la même base des objets de type "machine", de type "document" et de type "logiciel".

Il faut régler en même temps un problème inopiné : la Ville de Grenoble veut récupérer les locaux qu'occupe l'ACONIT. Avec l'aide des services généraux, nous trouvons près de la gare les locaux d'une ancienne imprimerie de 900 m², répartis sur trois niveaux. Nous y gagnons surtout un accès de plain-pied pour les grosses machines.

```
ACONIT 11001SE -- machine : Ensemble Micro-ordinateur T1600 - portable ( Toshiba Corporation)
|-----> ACONIT 11004 -- document : Manuel : Guide de l'utilisateur ( Toshiba Corporation - Toshiba Corporation)
|-----> ACONIT 11005 -- document : Manuel : Manuel de référence ( Toshiba Corporation - Toshiba Corporation)
|-----> ACONIT 11006 -- logiciel : Programme système MS/DOS 4.01 ( Microsoft Corporation - Toshiba Corporation, Microsoft Corporation)
|-----> ACONIT 12422 -- machine : Souris C7 ( Logitech)
|-----> ACONIT 19719-13 -- document : Actes colloque : The Logitech Mouse Story - in 1982 (Jean-Daniel Nicoud, René Sommer - ACONIT)
|-----> ACONIT 11001 -- machine : Micro-ordinateur T1600 - Unité centrale ( Toshiba Corporation)
|-----> ACONIT 11002 -- machine : Alimentation AC adaptator - Battery pack ( Toshiba Corporation)
|-----> ACONIT 11003 -- machine : Auxiliaires divers Sacoche portable - Sacoche portable ( Toshiba Corporation)
```

Un écran d'affichage de la cascade des liens. Document ACONIT

Cela nécessitera un travail de préparation intense : d'une part pour emballer le petit matériel et mettre la bibliothèque en cartons, d'autre part pour préparer les locaux du 12, rue Joseph Rey. En particulier, une équipe va démonter des dizaines de mètres linéaires de rayonnage dans un ancien garage, pour les installer rue Joseph Rey !

Le déménagement aura finalement lieu en février 2005. Ce sera une opération gigantesque, avec une noria de camions : pendant plus de trois jours, une équipe charge d'un côté, tandis qu'une autre équipe décharge de l'autre. L'ACONIT a fait appel à des intérimaires pour préparer le colisage, mais le gros du travail de rangement a reposé essentiellement sur Flore,

Cécile et les bénévoles de l'association. Et à la fin du déménagement des grosses machines, nous avons constaté qu'il était absolument impossible de circuler au rez-de-chaussée. Les allées soigneusement "réservées" avaient toutes été envahies. Nous avons passé des journées à jouer au "taquin" pour arriver à rétablir une circulation et à mettre en valeur les plus belles pièces. Chaque machine a été déplacée au moins deux fois, à grand renfort de transpalettes et de gros bras.

Assez curieusement, le déménagement va profiter à l'inventaire : au fur et à mesure que les grosses machines sont dégagées pour être emportées, une bonne part va être marquée et photographiée.

Stabilisation de la situation et améliorations des outils

La même année, deux modifications importantes de DBAconit vont être préparées par Hans Pufal. D'une part, la possibilité de gérer simultanément plusieurs bases sur le même serveur, ce qui nous permet de gérer en parallèle la base informatique de la collection ACONIT et une base PSTC dédiée aux objets des laboratoires grenoblois. D'autre part, il dote le logiciel d'un mécanisme d'export de fiches informatiques en format XML, ce qui va permettre d'envoyer chaque année plus de cent fiches, avec leurs photos associées, enrichir la base nationale.

Une autre amélioration très importante est l'affichage des liens entre objets. Un problème "facile", sous-traité à un stagiaire. Finalement, Philippe Denoyelle aura fait le travail deux fois : une fois pour expliquer au stagiaire comment opérer pas à pas, puis une seconde

fois pour réécrire le programme correctement ! Mais cet outil était fondamental, dans l'esprit même de DBAconit : la base permet d'attacher à un objet tous ses sous-ensembles, sa documentation et ses logiciels, sur plusieurs niveaux en cascade. Loin d'être un gadget, cet affichage est un outil précieux pour la gestion de la base et les recherches sur les objets.

Les améliorations de DBAconit se sont ensuite poursuivies au fil des années. Certaines étaient liées aux évolutions des outils. Le système est resté sur un serveur local quelques années, le vieux PC Linux a été remplacé par un Mac, avec télémaintenance depuis le domicile de Philippe Denoyelle. Quand nous avons pu disposer d'une liaison ADSL performante (pour l'époque), il n'y avait plus de raisons de maintenir le serveur local et nous avons transféré le système sur le serveur commercial OVH. À partir de ce moment-là, tous nos collaborateurs de l'ACONIT ou des partenaires extérieurs purent disposer d'un accès direct à la base.

La carte perforées est à la base du développement de la mécanographie. Elle a été utilisée pour l'entrée des données jusqu'à l'arrivée des disquettes.

Le ruban perforé vient des télécommunications. Il a été utilisé comme support mémoire moins coûteux que la carte.



: Carte perforée - 1950-1975



International Business Machines Corp. Carte pré-perforée - 1950-1975



(inconnu) Règle de contrôle pour ruban perforé -



(inconnu) Ruban perforé - 1950-1975

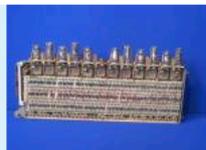


Tally Perforateur de ruban - 1950-1975

Les mémoires à magnétostriction utilisent la propagation d'une impulsion mécanique sur un fil métallique. Les lignes à retard électroniques du Gamma 3 utilisaient des inductances et capacités. Les premières mémoires « efficaces » furent les tambours magnétiques. Le petit élément de mémoire à tores permet de bien voir les tores, les fils d'adressage et de lecture.



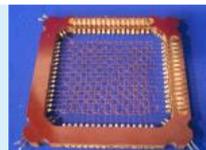
anciennement Nippon Electric Company Mémoire à magnétostriction - 1969



Bull Mémoire à selfs et condensateurs Support mémoire - 1952



International Computers and Tabulators 1301 Tambour magnétique - 1960



(inconnu) Mémoire à tore magnétique Support mémoire - 1950-1975



Telefunken Bloc mémoire à tores - 1964

Deux vitrines des salles mécanographie et mémoires de la galerie informatique : les indications en vert sont des liens qui ouvrent les fiches correspondantes dans un nouvel onglet. Document ACONIT

Bien entendu, il a fallu, au fil des années, suivre les évolutions des versions de PHP et de MySQL. Mais aussi améliorer sans cesse l'ergonomie du système : mieux présenter les écrans, limiter le nombre de "clics" par fonction, ajouter des tableaux d'avancement de l'état des fiches, créer des "profils utilisateurs" permettant à chacun de retrouver ses réglages préférés, session après session...

Quelques stagiaires ont travaillé très efficacement sur des fonctions auxiliaires que nous souhaitions étudier. Citons en particulier les quatre étudiants de l'Ensimag, Nadia Cerezo et ses amis, qui ont doté

DBAconit en 2008 d'un serveur WEBSERVICE permettant la communication directe entre deux ordinateurs. Et très naturellement, cela a conduit Arnaud Adamy à développer en 2010 un "portail multibases" très professionnel, capable d'interroger plusieurs serveurs indépendants pour des recherches en parallèle dans les collections des musées de sciences et techniques.

La valorisation de la collection

On a assez souvent reproché à l'ACONIT de "stocker de vieilles ferrailles". Il a toujours été important pour nous de mettre en valeur notre collection par tous les moyens possibles. Ni les locaux ni nos finances ne

permettant l'aménagement d'un véritable musée, nous avons organisé l'espace en "réserves visitables" et avons accueilli, année après année, quelques milliers de visiteurs assez ébahis de la diversité de la collection et de l'éloquence et des connaissances affichées par nos bénévoles. Un de nos grands plaisirs a toujours été de voir un grand-père montrant une carte perforée ou une machine à son petit-fils (ou fille) : « Regarde, j'ai travaillé avec ça ! ».

ACONIT a monté des expositions légères à l'occasion des événements de la vie scientifique grenobloise, mais il y avait aussi un besoin de réaliser une exposition majeure permettant de mettre pleinement en valeur la collection. Flore nous avait quitté pour mener sa carrière d'attachée de conservation à la DRAC en Alsace, après nous avoir légué un système de codification de la position des objets qui est toujours en vigueur. Ce sera donc Constance Cazenave qui pilotera le projet de l'exposition itinérante "Au doigt et à l'oeil", axée sur l'évolution de la relation entre l'homme et la machine. Sept modules principaux, une centaine d'objets, des panneaux de présentation clairs, des vidéos... Cette exposition a été présentée deux fois à Grenoble et a attiré quelques milliers de visiteurs, puis elle est partie à Mulhouse, à Nice, à Toulon... Elle continue à être utilisée entière ou par éléments dans diverses manifestations.

Pour une association dédiée à l'informatique, il est naturel de penser à organiser la valorisation par internet. Les outils de recherche tels que Google explorent bien les sites web, mais ne savent pas entrer dans une base de données d'inventaire. Il faut donc "sortir" les objets pour les présenter, et ceci nous a conduit à imaginer une forme de musée virtuel. En 2011, Philippe Denoyelle va créer le logiciel DBgalerie associé à DBAconit : l'image du musée virtuel se décline en halls, galeries, salles, vitrines, avec cartels et objets. Tous les éléments qui remplissent ces vitrines proviennent directement des bases de données, avec leurs noms, dates, photos et description. Les deux outils sont étroitement liés.

Dès le départ, quelque 400 objets sont ainsi "mis en vitrine". Le résultat est immédiat : de nombreuses recherches Google conduisent désormais vers la présentation des objets dans DBgalerie et le nombre de visites de nos sites explose.

Deux ans plus tard apparaît une nouvelle innovation : les galeries proposent des visites du musée virtuel en autonomie. Mais comme vous avez besoin de plus d'informations, il vous faut un guide. Cela va conduire à créer dans le même logiciel un mode "Parcours" où le visiteur est guidé d'objet en objet suivant une approche thématique, avec des textes d'accompagnement historique et technique.

Inventaire et récolement

Des années durant, l'ACONIT va faire appel à des emplois jeunes pour le poste de chargé de collection. Ce sont des jeunes femmes diplômées qui vont travailler avec nous deux à trois ans et utiliser cet emploi comme tremplin vers des postes plus importants. Nous avons

déjà cité Murielle, Agnès, Flore, Cécile, Constance ; citons encore Stéphanie Lagasse, qui partira ensuite poursuivre sa carrière vers le musée EDF Hydrelec, à Vaujany (Isère). Chacune avec son tempérament et ses connaissances va faire progresser l'inventaire.

Le travail est double : il faut à la fois enregistrer et classer les objets reçus (parfois déposés devant les portes de l'association), mais aussi compléter l'inventaire et les fiches de la collection antérieure à la création de DBAconit. Très vite, nous sommes conscients de la nécessité de sélectionner les dons. Ce sera l'objet dès 2005 d'un "Protocole d'acquisition", révisé à plusieurs reprises. Par exemple, nous placerons un moratoire pour limiter les acquisitions de clones de PC, puis nous bloquerons les entrées d'écrans cathodiques et d'imprimantes à aiguilles.

Avec la fin des emplois jeunes, nous avons fait appel à des candidats théoriquement plus expérimentés. D'abord Laurent Pernet nous a apporté ses connaissances en matériel électronique, puis Matthieu Saro ses compétences en programmation. C'est Matthieu qui reprendra l'ensemble des fonctions d'affichage des médias, avec généralisation aux fichiers de format PDF, aux fichiers vidéos et aux fichiers sons.

Ensuite, l'arrivée de Xavier Hiron va nous faire franchir une nouvelle étape. Xavier est archéologue de formation et a été ancien restaurateur de collections archéologiques en transit vers les musées de France, à ARC-Nucléart, durant vingt ans. Il a déjà travaillé sur l'importante collection du musée des sciences médicales de Grenoble. Il a donc pratiqué réellement la gestion de collections importantes en nombre et s'attelle à mettre de l'ordre dans nos méthodes.

Parallèlement, l'ACONIT travaille de plus en plus en liaison avec l'Université de Grenoble et le projet de transfert du cœur de la collection sur le campus universitaire de Saint-Martin-d'Hères fait son chemin. Pour cela, il faut sélectionner les objets utiles et donc savoir exactement ce que nous possédons. Bientôt, nous allons lancer le grand projet de récolement intégral de la collection. Nous faisons appel à plusieurs stagiaires et à tous nos bénévoles pour mettre en place un travail acharné de douze mois. Pour faciliter autant que possible le travail, un mode "Récolement" avec, entre autres, un pavé dédié, est ajouté dans DBAconit, ce qui va permettre d'accéder plus vite aux informations majeures de localisation et opérer un pré-classement de valeur patrimoniale des objets.

Dans un temps si court (oui, court !), il n'est pas possible de vider toutes les caisses (en particulier les logiciels et les livres) et de faire des fiches individuelles pour chaque objet encore non inventorié. Nous sommes amenés à créer la notion de "lots", ce qui présente au moins l'avantage de les identifier. En conséquence de quoi, quand la base de données "Informatique" déclare 15 000 fiches, il faut compter en réalité un total estimé de 30 000 objets élémentaires.

Partenariats et diffusion de DBAconit

Le Musée grenoblois des Sciences médicales (MGSM), que Xavier connaît bien pour avoir inventorié la quasi totalité des 4500 pièces de sa collection, a en projet de doter chacun de ces objets d'un code-barres, afin d'en faciliter l'inventaire. Mais comment associer ce code-barres à un inventaire composé de plusieurs énormes fichiers de type Excel ? Peu à peu apparaît l'idée d'un partenariat entre le MGSM et l'ACONIT, qui va se concrétiser en 2018-2019, dans le cadre d'un financement lié à l'IDEX de la Comue (Communauté universitaire d'établissements) de Grenoble.

Le système DBAconit est placé sous licence logiciel libre CeCILL (CEA, CNRS, INRIA) et une base de données dédiée est transférée auprès du MGSM. ACONIT, qui continue d'en assurer la maintenance, développe l'interface et les commandes permettant de traiter les codes-barres dans DBAconit (fonctions inventaire, mouvement, etc.). Le MGSM paie simplement les frais d'installation et les frais liés au transfert des fichiers Excel vers les fiches individualisées dans DBAconit, version MGSM. Début 2020, la base de données du MGSM contient près de 5000 fiches : objets et appareils médicaux, documents et plans.

Indépendamment des codes-barres, d'autres extensions de DBAconit vont apparaître nécessaires. Certaines sont d'ailleurs envisagées depuis longtemps, mais avaient toujours été reportées par manque de disponibilité :

- Il faut individualiser la notion d'établissement : chaque établissement est doté de sa propre numérotation ;
- Deux numérotations sont possibles : le format simple initial, avec indice, ou le format "Musée de France",

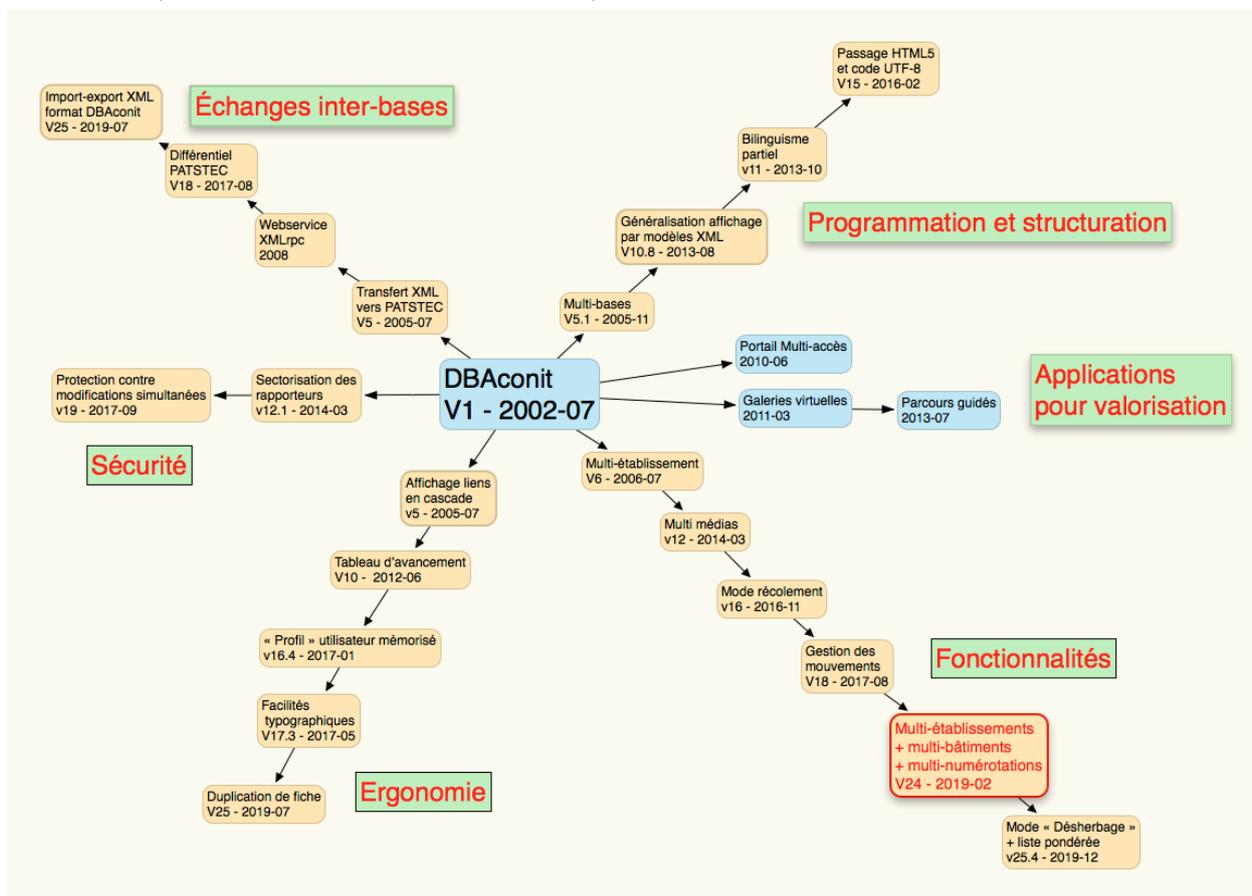
adopté par le MGSM, qui inclut une notion de série (année + lot) ;

- Il faut aussi gérer la notion de bâtiments associés à chaque établissement. La cote de localisation d'un objet est propre à un établissement et inclut les bâtiments correspondants.

Bien que ces améliorations entraînent plusieurs grosses modifications de l'organisation des bases de données, gérées par Philippe Denoyelle, et d'amples adaptations des données elles-mêmes, suivies par Xavier Hiron, la structure du logiciel DBAconit va permettre de les réaliser rapidement.

Le succès de cette opération de partenariat ACONIT-MGSM va amener l'Université Grenoble-Alpes (UGA) à étudier un partenariat avec l'ACONIT. L'UGA s'est dotée depuis 2019 d'une cellule Patrimoine universitaire qui a besoin d'un outil d'inventaire. ACONIT met à disposition de l'UGA, sur son propre serveur OVH, une base de données expérimentale dénommée "Bac_à_sable", qui permet tous les essais. Après quelques mois d'études et de négociations, un protocole d'accord est trouvé. Début 2020, le service informatique de l'UGA prend en charge une copie de DBAconit sous licence libre et l'UGA peut ainsi créer sa propre base de données patrimoniale.

En mars 2020, il existe donc cinq bases de données distinctes fonctionnant sous logiciel DBAconit : trois sont directement gérées par l'ACONIT (Informatique, Sciences et technique et une base d'essais), une est gérée par le MGSM sur un serveur public, la dernière est gérée par l'UGA sur serveur privé.



Depuis maintenant dix-huit ans, le système DBAconit a accompagné l'ensemble des travaux de l'ACONIT et de ses partenaires. C'est un outil de travail journalier pour tous. Voici une vue récapitulative de l'évolution de ses principales versions, éclatée selon six axes de développement. Document ACONIT

Le "désherbage"

Une part importante du budget de l'ACONIT provient des collectivités territoriales locales : la communauté de communes dénommée Métro et le Département de l'Isère. Dans le cadre des grandes réorganisations actuelles (répartition administrative des compétences, relogement éventuel de la collection) apparaît une demande nouvelle : réduire le volume de la collection, afin de lui donner une meilleure lisibilité. Malgré les preuves données ces dernières années de notre activité à travers de multiples conférences, expositions dans les écoles, installations dans les halls d'entrée de bâtiments publics, on retrouve le leitmotiv « Vous développez une activité de spécialistes qui ne s'adresse qu'aux spécialistes ». Cette position, à laquelle l'ACONIT elle-même n'est pas insensible – même si elle regrette la difficulté de faire admettre la nouveauté d'un patrimoine émergent – sous-entend que l'étape d'inventaire a une suite logique. Le récolement terminé, il est maintenant nécessaire de caractériser la valeur patrimoniale des objets conservés et d'envisager de n'en sélectionner que la partie représentative, comme dans le cadre d'un "désherbage" régulièrement pratiqué par les bibliothèques.

C'est une opération au long cours, car elle oblige de s'intéresser à chacun des 30 000 objets individuellement et éventuellement de caractériser les lots. Bien entendu, le système DBAconit est à nouveau impliqué, car il sera le support logistique de cette opération. Le pavé "Récolement" devient un pavé

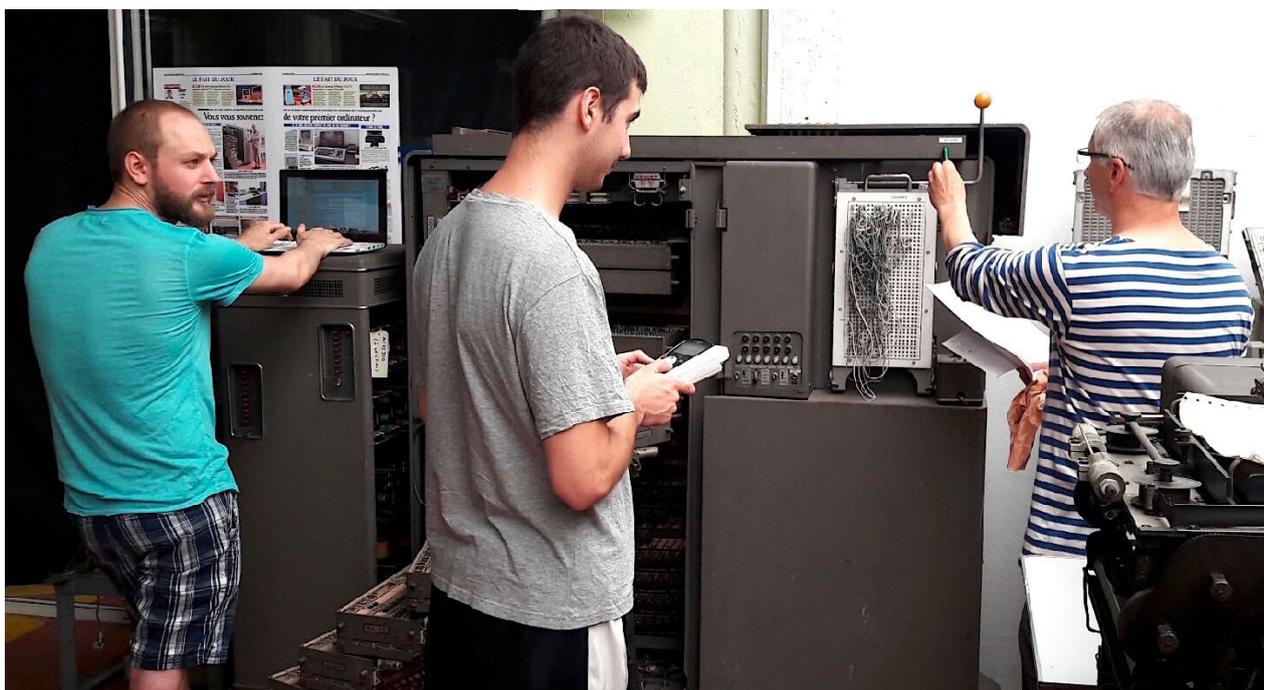
"Désherbage". On repart des notions de "critère" et de "nouvelle position" déjà apparues lors du récolement. Ces deux notions sont précisées et un ensemble de neuf pondérations (rareté, état, doublon...) vient s'y ajouter. Des écrans supplémentaires sont créés pour manipuler facilement ces éléments et permettre des vues comparatives globales ou par ensembles.

Deux tableaux permettent de juger de l'évolution de la répartition en dix critères et en vingt-six nouvelles positions, qui devient une répartition thématique théorique (regroupements en collection princeps, réserve, ré-orientation ou évacuation). Une liste pondérée permet de classer les objets en raison d'une formule de calcul basée sur les critères et les pondérations. Les valeurs vont en gros de +50, par exemple pour les objets déjà repérés comme historiques, jusqu'à -30, pour quelques ruines entrées dans nos collections par erreur.

Tous les bénévoles de l'ACONIT sont au travail, sous les conseils et la coordination de Xavier. Le travail est très astreignant : long, répétitif. Enthousiasmant quand nous classons haut un bel objet qui avait pu être un peu négligé ces dernières années. Désespérant quand il faut se décider à déclasser des doublons (ou multiples) également intéressants, en espérant que nous trouverons des destinataires enthousiastes, musées ou particuliers, pour prendre en charge ce que nous ne pouvons plus conserver. Ainsi va la vie d'une collection...

Remerciements

Nous remercions chaleureusement tous ceux qui ont contribué au développement et à l'enrichissement de cet outil d'étude dont les contenus sont désormais partagés dans le monde entier.



Une opération de récolement a été menée sur l'ensemble de la collection informatique en 2017-2019. Photo ACONIT

Machines & personnalités : Ada Augusta King, comtesse de Lovelace, une visionnaire méconnue de l'informatique (1/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 8 janvier 2019 (1708 vues)

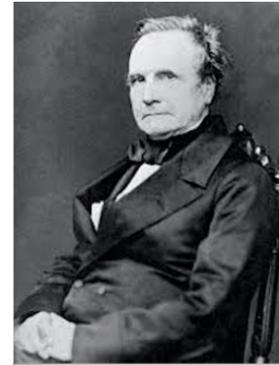


Sketch of *The Analytical Engine* Invented by Charles Babbage

By L. F. MENABREA
of Turin, Officer of the Military Engineers

from the *Bibliothèque Universelle de Genève*, October, 1842, No. 82

With notes upon the Memoir by the Translator
ADA AUGUSTA, COUNTESS OF LOVELACE



Annonce originale de l'article contenant les notes visionnaires d'Augusta Ada King à partir de la machine de Charles Babbage, encadrée de la photo des deux acteurs. Document Getty Images

Par Xavier Hiron, chargé de collections internes et externes, ACONIT

Cet article, dont la base est une traduction librement adaptée d'informations établies par le biographe James Essinger et diffusées sur le site internet de la BBC, a pour ambition de mieux faire connaître l'œuvre d'Ada King de Lovelace, figure fondamentale de l'histoire de l'informatique. Nous le faisons d'autant plus volontiers que ce personnage est devenu, en quelque sorte, l'égérie de l'association ACONIT. Et ce à double titre : d'abord parce qu'elle fut un précurseur incontestable de cette discipline ; ensuite parce que sa pensée prouve tout l'apport de la vision féminine dans le développement de la science informatique.

Une éducation non conventionnelle

Ada Augusta King, comtesse Lovelace (d'où la francisation dans la contraction Ada Lovelace, qui ne correspond à aucune civilité réelle, mais est désormais communément admise), possède un destin hors du commun. Née le 10 décembre 1815, elle est la fille légitime de Lord Byron, le poète fameux dont elle sera séparée dès son plus jeune âge. En effet, sa mère Anna Isabelle Milbanke, fatiguée des frasques de son mari et de la pression financière terrible qui en résultait, s'échappera du domicile conjugal alors que sa fille n'était âgée que de deux ans.

Dès son enfance, Ada fut fascinée par les mathématiques. Fascination que sa mère encourageait volontiers, car elle était terrifiée à l'idée qu'Ada puisse un jour souffrir de la destinée jugée oisive de son père.

La jeune Ada devint alors férue de mathématiques et de science. Ainsi, dans leur maison de Canterbury, en 1828, elle conçut le projet de construire une machine volante à vapeur et passa de nombreuses heures à essayer d'en comprendre le fonctionnement.

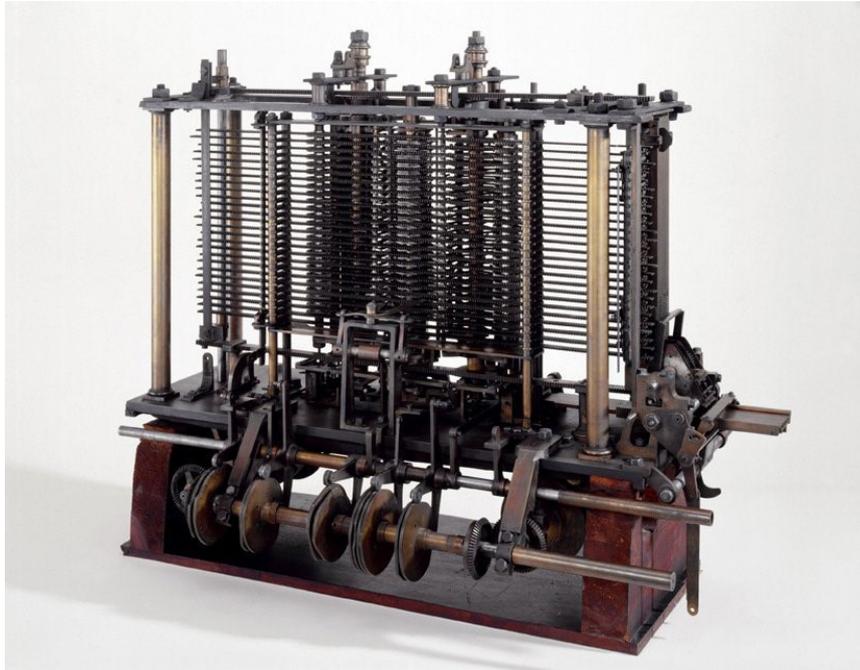
Cependant, la jeune Ada, bien que brillante, n'échappait pas à l'éducation classique donnée à cette époque aux jeunes filles appartenant à une classe privilégiée. Lady Byron, sa mère, était en effet l'une des femmes les plus fortunées de Grande-Bretagne. En 1835, avec l'approbation de sa mère, Ada épouse un jeune aristocrate de bonne famille, nommé Lord William King-Noël, qui héritera plus tard du titre de comte de Lovelace. William était entièrement dévoué à sa femme et admirait beaucoup ses talents, au point de lui dire : "Quel général tu ferais !".

Une amitié déterminante

Au moment où Ada épousait William King, elle rencontra également un homme qui l'impressionna fortement sur le plan intellectuel. Charles Babbage, de 24 ans son aîné, lui fut présenté le 5 juin 1833 lors d'une fête donnée à Londres. Ada fut tout de suite fascinée par le projet de Babbage de construire une machine à calculer à crémaillère, qu'il appelait machine à différences. Babbage, de son côté, était sûrement très flatté de l'attention que lui portait cette jeune femme célèbre dont le père jouissait, désormais, d'une solide renommée.

Bien qu'âgée seulement de 17 ans, Ada et son hôte Babbage se retrouvèrent plusieurs fois rue Dorset, près de Manchester Square à Londres, autour d'une première maquette du moteur conçu pour équiper la machine à différences. Il s'agissait d'un modèle de

travail réalisé à l'échelle 1/7 de la machine complète, que Babbage ne réussit jamais à terminer¹. Cependant, Babbage permit à Ada de parfaire, à ces occasions, sa formation déjà très pointue en mathématiques.



Maquette originale de la machine à différences inventée par Charles Babbage en 1834. Photo sin.abriand.info

À partir de l'année 1834, Babbage, soutenu par Ada, commence à travailler sur une machine encore plus ambitieuse, qu'il appellera la machine analytique. Il s'agissait essentiellement d'une machine à calculer numérique programmable à usage général. Cette machine utilisait des roues dentées fonctionnant en base 10 (notre système de numérotation mathématique quotidien utilisant des nombres décimaux). À défaut d'utiliser des composants électroniques fonctionnant en binaire qui n'apparaîtront qu'un siècle plus tard, cette nouvelle machine comportait la plupart des composants logiques d'un ordinateur électronique moderne : mémoire, stockage et programmation, pour lesquelles Babbage réutilise le concept de cartes perforées développé en France dès 1801 par Joseph Marie Charles Jacquard pour commander ses métiers à tisser mécaniques. La machine analytique comportait même des mesures de sécurité permettant d'avertir l'opérateur en cas d'erreur.

Bien que les plans de Babbage concernant la machine analytique n'aient jamais dépassé le stade de la conception, son inventeur développa plus de 2 200 notations écrites et environ 300 dessins de conception².

Comment Ada Lovelace devint une visionnaire de l'informatique

Née au début du XIX^e siècle, Ada King, comtesse de Lovelace, par son goût manifeste pour les sciences et les mathématiques, défiait sans le savoir les conventions de son époque : tout comme son père avant elle avait défié les attentes politiques et morales de sa classe sociale.

Bien que n'étant qu'une des nombreuses figures de l'histoire des sciences dont le travail n'a été correctement apprécié qu'à titre posthume, Ada Lovelace, morte presque ignorée en 1852, est aujourd'hui considérée comme l'une des figures les plus marquantes du début de l'histoire de l'ordinateur. Si la comtesse de Lovelace est devenue une personnalité particulièrement intrigante de nos jours, c'est parce qu'elle développa une vision unique et tout à fait clairvoyante du potentiel qu'allait offrir, près d'un siècle après sa mort, l'informatique.

Pendant longtemps, les commentateurs modernes se sont montrés cinglants sur la contribution de Lovelace au travail de Babbage, la considérant au pire comme une nuisance, au mieux comme une personne utile pour faire connaître les efforts de l'inventeur. Babbage lui-même ne l'appelait-il pas son "interprète" ?

Cependant, des recherches récentes ont montré que la contribution de la comtesse de Lovelace à la réflexion au cœur même de la préhistoire de l'ordinateur fut énorme. En 1843, elle traduisit du français un article sur la machine analytique écrit par un scientifique, futur Premier ministre italien, Luigi Federico Menabrea. À cette occasion, Augusta Ada King, comtesse de Lovelace, est allée bien au-delà de la simple traduction de ce document : elle a écrit environ 20 000 mots de notes complémentaires (le mot était l'unité de recensement utilisée par Ada elle-même) qui traitent du potentiel de la machine analytique. Sa traduction et ses notes ont ensuite été publiées avec les initiales AAL.

S'il est clair que Babbage a aidé Ada à utiliser certains des éléments techniques contenus dans ses notes, les théories selon lesquelles Babbage aurait lui-même écrit la plupart de ces notes sont aujourd'hui discréditées. Ce fait est confirmé par des analyses linguistiques récentes, mais aussi parce qu'Ada avait clairement développé un aperçu de la machine analytique qui manquait apparemment à son mentor. Babbage a vu dans sa deuxième approche une machine brillante pour faire des mathématiques, ce qu'elle était certainement. Cependant, rien n'indique qu'il l'ait perçu autrement.

Les notes d'Ada King révèlent au contraire qu'elle considérait la machine comme un outil capable non seulement d'effectuer des calculs, mais également de réaliser toutes sortes de processus pouvant régir de nombreuses applications. Elle a fait remarquer que la "machine analytique tisse des motifs algébriques, tout comme le métier à tisser Jacquard tisse des fleurs et des feuilles". Cette brillante idée de transposer ce que le

métier à tisser Jacquard est capable de faire est une partie importante de la contribution de Lovelace au début de l'histoire de l'ordinateur. Elle a appelé sa propre façon de penser la "science poétique"³ et a également perçu que la machine analytique pourrait aller jusqu'à composer de la musique si elle était correctement configurée pour ce faire.

Elle a notamment écrit : "En supposant que les relations fondamentales des sons sonores dans la science de l'harmonie et de la composition musicale puissent être exprimées et adaptées dans la machine analytique, (celle-ci) pourrait composer des morceaux de musique élaborés et scientifiques présentant un degré quelconque de complexité et d'étendue."

Par ailleurs, elle a expressément formulé que les fonctions d'un ordinateur ne se limiteraient pas à la science arithmétique, mais s'étendraient aussi à toutes sortes de notations, y compris au langage.



Portrait d'Augusta Ada King, comtesse de Lovelace datant de 1836, peint par Margaret Sarah Carpenter. Document Getty Images

L'héritage incontestable d'Ada King, comtesse de Lovelace

La réputation d'Ada en tant que pionnière dans la réflexion sur l'histoire de l'ordinateur est aujourd'hui incontestable et méritée. L'autre aspect fondamental de son apport aura été sa perception singulière du rôle crucial du programmeur en informatique. Car même si, comme le souligne le biographe de Charles Babbage, Doron Swade MBE (par ailleurs éminent historien de l'informatique), les tentatives de programmes de Babbage sont antérieures à celles d'Ada de sept années, elles apparaissent malheureusement non abouties.

Ada a été fascinée par les algorithmes (ce terme désigne de façon classique une suite d'opérations

quelconques destinées à obtenir un résultat déterminé) calculés par la machine analytique et l'une des grandes tragédies de l'histoire de l'informatique est qu'elle ne fut pas davantage impliquée dans le travail de Babbage. En août 1843, Ada écrivit une longue lettre à Babbage lui suggérant de la laisser l'aider à gérer avec lui tous les aspects du projet de construction de la machine analytique. Mais ce dernier a rejeté son offre. On n'en connaît pas vraiment la raison. La meilleure hypothèse est que, s'il approuvait grandement son travail de publicité autour de sa machine analytique, il devait se sentir mal à l'aise de laisser Ada participer au projet lui-même. Ce qui ne les empêcha pas de rester amis.

Or dans ses notes, Ada Lovelace a produit le premier prototype d'un algorithme exécutable, c'est-à-dire travaillé formellement pour pouvoir être programmé sur une machine numérique. Il y a fort à parier qu'en cela consistait l'élément final qu'Ada aurait aimé pouvoir tester en grandeur nature sur une des machines fonctionnelles de Babbage.

Aujourd'hui, Ada est considérée à juste titre comme une icône de la réussite scientifique féministe, une héroïne de l'esprit humain et l'un des tout premiers visionnaires des débuts de l'ordinateur. En témoigne le nom d'Ada donné dès 1978 au langage de programmation développé par une équipe de la CII Honeywell Bull pour le département de Défense américain. Son portrait figure aussi en hologramme sur les marques d'identification des produits Microsoft.

Cependant, la fin de l'histoire de cette passionnée scientifique est moins réjouissante. Charles Babbage avait sollicité du gouvernement britannique des financements exceptionnels pour lui permettre de réaliser enfin une machine opérationnelle. Mais ils lui furent refusés. Dès lors, Ada King, comtesse de Lovelace, imagina qu'aidée de ses connaissances en mathématiques elle pourrait développer un système lui permettant de déterminer à l'avance les résultats des

courses hippiques, notamment ceux de la plus fameuse et la mieux dotée d'entre elles, le derby d'Epsom. Ces nouvelles activités hâtèrent au contraire sa ruine.

Peu de temps après, le 27 novembre 1852, Ada mourut dans d'horribles souffrances d'un cancer de l'utérus. Elle allait bientôt atteindre cet âge de 37 ans auquel son père lui-même était décédé, auréolé de gloire littéraire. Son seul réconfort aura été d'avoir obtenu l'autorisation d'être enterrée à côté de lui. Elle repose en effet dans la tombe de la famille Byron, en l'église Sainte Marie-Madeleine de Hucknall, dans le Nottinghamshire.

1. Une version en état de marche a été réalisée en 2002 en Angleterre, à partir des plans d'origine de Babbage, au Science Museum de Londres.

2. Une initiative est en cours pour construire une machine analytique. Projet de longue haleine car, malgré les travaux préparatoires et les moyens techniques actuels, son élaboration nécessite encore un travail considérable.

3. Il est intéressant de noter comment, au moment d'exprimer les caractéristiques fondatrices de sa pensée, Ada Lovelace fait, plus ou moins consciemment, référence à l'activité intellectuelle du père qu'elle n'a jamais connu.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

La matrice de cet article a été publiée pour la première fois dans History Extra en 2017 par James Essinger. James Essinger est l'auteur de "Ada's Algorithm", une biographie d'Ada Lovelace, et une biographie de Charles Babbage intitulée "Machine of the Mind" est en cours de préparation.

Lien vers l'article original : <https://www.historyextra.com/> et Lovelace

Machines & personnalités : quelques icônes de l'Histoire du calcul (2/10 année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 19 février 2019 (738 vues)



Maquette du mécanisme interne de la Pascaline. Collection et photo ACONIT

Par Cyrielle Ruffo, chargée de mission valorisation du patrimoine, ACONIT

Le calcul tient une place très importante au sein des civilisations : utilisé quotidiennement, il est la base de toute société et sert dans de nombreux domaines, notamment dans le commerce, vivier de chaque communauté humaine depuis les premiers temps des êtres humains sur Terre.

L'Homme a tout d'abord appris à compter sur ses doigts, pour ensuite utiliser des moyens plus élaborés : bâtons, cailloux, petites boules de terre cuite pour favoriser la mémorisation des nombres. Le mot "calcul" vient du latin "calculus" qui signifie "petits cailloux", utilisés chez les Romains et d'autres peuples pour effectuer plus facilement des opérations.

Avec l'évolution des chiffres, des domaines ainsi que des métiers nécessitant de bien savoir calculer, ces systèmes de bâtons et de boules devinrent obsolètes. Au fil des siècles, quelques hommes ont inventé des appareils plus complexes, élaborés et performants, capables de résoudre des opérations plus difficiles. Cet article s'attèlera à présenter rapidement l'évolution des machines à calculer à travers l'étude de trois objets : la Pascaline, la calculatrice Brunsviga ZK 13, ainsi que la calculatrice Monroe LA-105. Ils constituent trois témoignages sur l'évolution des machines à calculer entre le XVII^e siècle et le XX^e siècle.

La Pascaline : première machine à calculer opérationnelle

Cette machine totalement mécanique, fonctionnant grâce à la main de l'homme, se présente sous la forme d'un boîtier rectangulaire en laiton, agrémenté de roues

d'inscriptions et de deux rangées de lucarnes permettant d'afficher les chiffres. Les chiffres gravés sur les roues de la face avant de la machine dépendaient du type d'unité avec laquelle l'opérateur souhaitait calculer (les toises, les livres ou les deniers). Le mécanisme interne de la machine, composé d'engrenages, était inspiré des systèmes mécaniques présents dans les moulins à eau de l'époque.

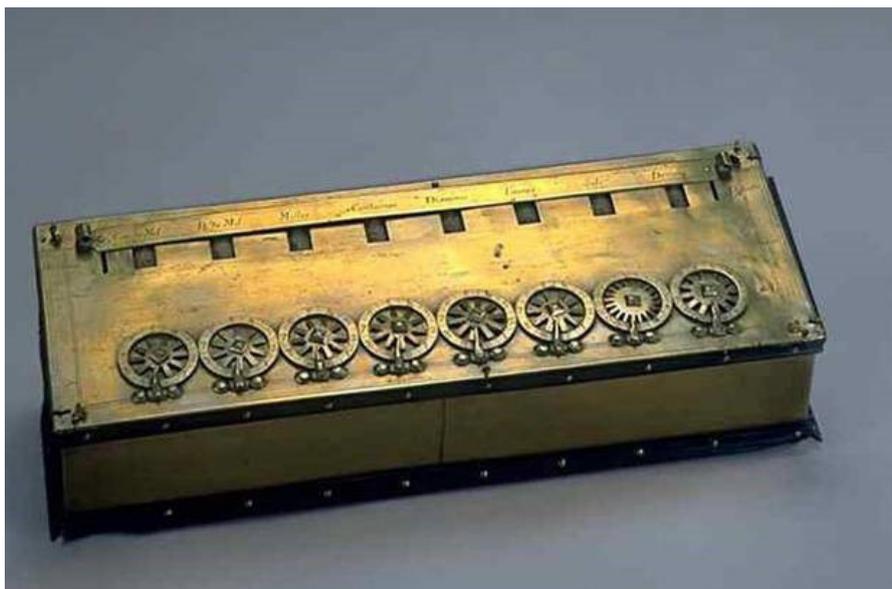
C'est donc en 1642 que le jeune Pascal, alors âgé de 19 ans, invente ce qui est considéré comme l'une des ancêtres des calculatrices. L'idée de la création d'une telle machine s'imposa grâce au contexte familial dans lequel vivait le mathématicien : son père, Etienne, alors surintendant de la Haute-Normandie, devait gérer les rentrées d'impôts de cette circonscription. Désireux d'aider son père dans cette mission fastidieuse, Pascal imagina alors une machine rendant possible la résolution d'opérations, la fameuse Pascaline.

Pour réaliser son calcul, l'utilisateur faisait tourner les roues à l'aide de ses doigts comme sur un cadran téléphonique. Chaque roue, de droite à gauche, représentait par exemple les unités, les dizaines, les centaines, jusqu'aux dizaines de millions. Si une opération nécessitait un changement de dizaines (comme par exemple pour calculer $7+5+8$), la roue en mouvement, après un tour complet, faisait bouger celle de gauche pour le passage de la retenue, à l'aide d'un petit sautoir installé dans le mécanisme intérieur. Le résultat de l'addition obtenue était affiché dans les petites fenêtres situées au-dessus des roues d'inscription.

Par contre, si la machine était à vocation comptable, les trois roues de droite étaient graduées en livre (10 positions), sols (20 positions) et deniers (12 positions). Et pour les géomètres, on trouvait les toises (10 positions), les pieds (6 positions), les pouces (12 positions) et les lignes (12 positions).

Pour retracer les différentes améliorations des machines à calculer, il est important d'évoquer cette Pascaline, toute première machine à calculer fonctionnelle. Avant le XII^e siècle, les connaissances sur les nombres n'étaient pas suffisantes pour concevoir un appareil de calcul, il faut attendre la première moitié du XVII^e siècle pour voir apparaître l'oeuvre de Blaise Pascal. Malgré

son caractère exceptionnel pour l'époque, les possibilités d'utilisation de la Pascaline restaient limitées. Tout d'abord, la machine ne permettait que la résolution d'additions et de soustractions. De plus, sa précision a également été remise en cause. Ne disposant pas d'un mécanisme parfaitement au point, les calculs pouvaient parfois être erronés. Machine novatrice mais pensée avec un système qui pouvait parfois se montrer défectueux, elle montre les premiers tâtonnements dans la conception des machines à calculer. Pourtant, cela ne l'a pas empêchée de devenir une réelle source d'inspiration pour les inventeurs suivants qui ont apporté leur contribution dans le domaine.



Un des exemplaires de la Pascaline, conservé au musée des Arts et Métiers. Photo S.Pelly / musée des Arts et Métiers

Dureté et solidité : l'exemple de la calculatrice Brunsviga 13 ZK

La Brunsviga 13 ZK témoigne des progrès et changements des appareils de calcul de la fin du XIX^e siècle, avec son esthétique différente des machines du XVII^e et du XVIII^e et ses caractéristiques techniques. Elle est composée d'un bâti en fonte très robuste enchâssé dans un coffre en tôle noire, agrémenté d'un clavier avec des roues dentées, de plusieurs manivelles, d'un chariot mobile, d'un compteur et d'un totalisateur à dix chiffres. Quelques éléments, comme les manivelles, ne sont pas utilisés sur les instruments des siècles précédents. Contrairement aux appareils plus anciens comme la Pascaline, elle est capable d'effectuer les quatre types d'opérations : addition, soustraction, multiplication et division. Cette machine proposait également d'autres nouvelles fonctionnalités absentes sur les calculatrices moins récentes, comme l'ajout d'une manivelle pour remettre les chiffres à zéro.

Effectuer un calcul sur la Brunsviga demandait quelques manipulations, la machine étant plus élaborée. L'opérateur inscrivait les chiffres à l'aide des roues du clavier et tournait la grande manivelle de droite (malheur aux gauchers !) pour lancer la résolution de

l'opération. En avant pour une addition, en arrière pour une soustraction. Le résultat obtenu pour ces deux types d'opérations s'affichait directement dans les petites fenêtres en bas du clavier, sur le chariot. Pour résoudre une division ou une multiplication, l'utilisateur devait déplacer le chariot d'une position décimale pour chaque chiffre du multiplicateur : additionner les unités, puis les dizaines, puis les centaines. Pour les divisions, l'opérateur procédait de la même manière, par soustractions successives. Le multiple ou le quotient se formait progressivement dans le compteur.

Depuis le XVII^e siècle, les appareils prédécesseurs des vraies calculatrices, comme nous les connaissons aujourd'hui, n'auront de cesse de s'améliorer : en 1694, soit cinquante-deux ans après l'invention de la Pascaline, Leibniz créa une machine capable de réaliser n'importe quelle opération de calcul simple en s'inspirant de celle-ci. Deux siècles plus tard, Charles Xavier Thomas invente son arithmomètre, vendu en masse. Mais c'est seulement à la fin du XIX^e siècle, en partie grâce à l'essor des industries, que les calculatrices vont se développer avec l'invention des appareils dotés d'un système particulier, mis au point par l'ingénieur suédois Odhner en 1878, comme la calculatrice Brunsviga 13 ZK (ci-contre), conçue en 1925.



Une calculatrice Brunsviga 13 ZK. Photo <http://www.schneemann.de>

La Brunsviga atteste des transformations dans la conception des machines à calculer au XIX^e siècle, de par son apparence et par les progrès mécaniques visibles sur ce modèle. Fiables, fonctionnelles et très populaires dans les années 1880, ces appareils, comme celui présenté ci-dessus, faisaient partie des premières machines utilisées dans les bureaux des comptables jusque dans la première moitié du XX^e siècle, avec d'autres marques comme Burroughs et Marchant. Ces instruments furent également les premiers à être utilisés au sein des entreprises à Grenoble. Malgré l'arrivée d'appareils bien plus performants, les Brunsviga étaient parfois même toujours employées à la fin des années 1960. Comme la Pascaline, son utilisation se fait manuellement, mais le XX^e siècle va voir apparaître les premiers systèmes de machines semi-automatisés.

Vers une automatisation progressive : étude de la calculatrice Monroe LA5-160

Visuellement, la calculatrice Monroe montre une évolution notable : l'ensemble est composé d'un caisson noir, gris et vert, agrémenté non plus d'un clavier mécanique mais de touches blanches, fraîchement intégrées dans certains nouveaux appareils électro-mécaniques. La calculatrice comporte également un chariot placé au-dessus du caisson, qui permettait de bloquer un nombre pour réaliser divisions et multiplications. Cet appareil, produit durant la première moitié du XX^e siècle, témoigne d'une avancée importante, qui le démarque des deux premiers instruments présentés : l'intégration du moteur électrique dans les machines. En effet, la calculatrice

Monroe était alimentée en électricité via un câble, inséré dans une prise à l'arrière du caisson.

Effectuer une opération sur cet instrument était plus simple que sur les deux machines précédentes. Outre les quelques manipulations à faire pour les multiplications par mouvement du chariot, l'utilisateur enfonçait les touches et activait les boutons de commande à droite du clavier. Le résultat s'inscrivait sur le totalisateur, qui pouvait afficher un nombre à 16 chiffres, soit six de plus que la Brunsviga. De plus, grâce au moteur électrique, la division se faisait même de manière totalement automatique.

Peu à peu, les calculatrices avec un système entièrement mécanique sont supplantées par des machines dotées d'un moteur, dans le but de faciliter la saisie des opérations, comme le montre ce modèle de Monroe. Les nouvelles machines devenaient alors plus ergonomiques, faciles à utiliser, et se rapprochaient de plus en plus des machines totalement automatiques telles que nous les connaissons actuellement.

Cet appareil est une vraie constatation des améliorations apportées aux calculatrices : avec le passage d'un mécanisme purement manuel à l'électro-mécanisme, les nouvelles calculatrices comme la Monroe étaient plus pratiques et évitaient à l'utilisateur toutes les manipulations à effectuer sur une calculatrice mécanique. Les derniers modèles, plus évolués que la Monroe, assuraient même une automatisation des divisions et multiplications, ce qui augmentait les possibilités de calculs.



Calculatrice Monroe LA-105. Collection et photo ACONIT

La Pascaline, la Brunsviga ZK 13 ainsi que la Monroe LA5-160 illustrent bien les développements successifs apportés par les inventeurs au fil des siècles, avec un passage progressif des machines à calculer mécaniques entièrement manuelles, gourmandes en manipulations, à des calculatrices de plus en plus automatisées, performantes, fiables et surtout plus faciles d'utilisation, avec notamment la réduction du nombre de touches sur les claviers pour les modèles conçus à la fin du XX^e siècle.

Mais c'est uniquement à partir de la fin des années 1940 que les premières calculatrices entièrement électroniques sont apparues sur le marché, avec une miniaturisation croissante des composants et par conséquent des appareils, ressemblants de plus en plus à nos calculettes de poches, sur lesquelles il suffit juste d'appuyer sur quelques touches pour réaliser jusqu'aux

opérations les plus complexes.

À ce jour, quelques-uns de ces appareils sont conservés au sein de diverses institutions, associations ou musées. L'ACONIT sauvegarde dans ses réserves un exemplaire de ces machines à calculer, dans une salle dédiée à l'histoire du calcul. Contrairement au musée des Arts et Métiers et au musée Henri-Lecoq, l'association ne possède pas de Pascaline originale, mais seulement une reproduction du système interne, pour montrer le fonctionnement de la machine (photo d'en-tête). Entretenir le souvenir de ces appareils précurseurs est essentiel car les différents changements permettent de nous rendre compte de l'avancement de quelques progrès techniques au cours de l'histoire, progrès qui se transposent sur ces trois modèles de machines à calculer.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

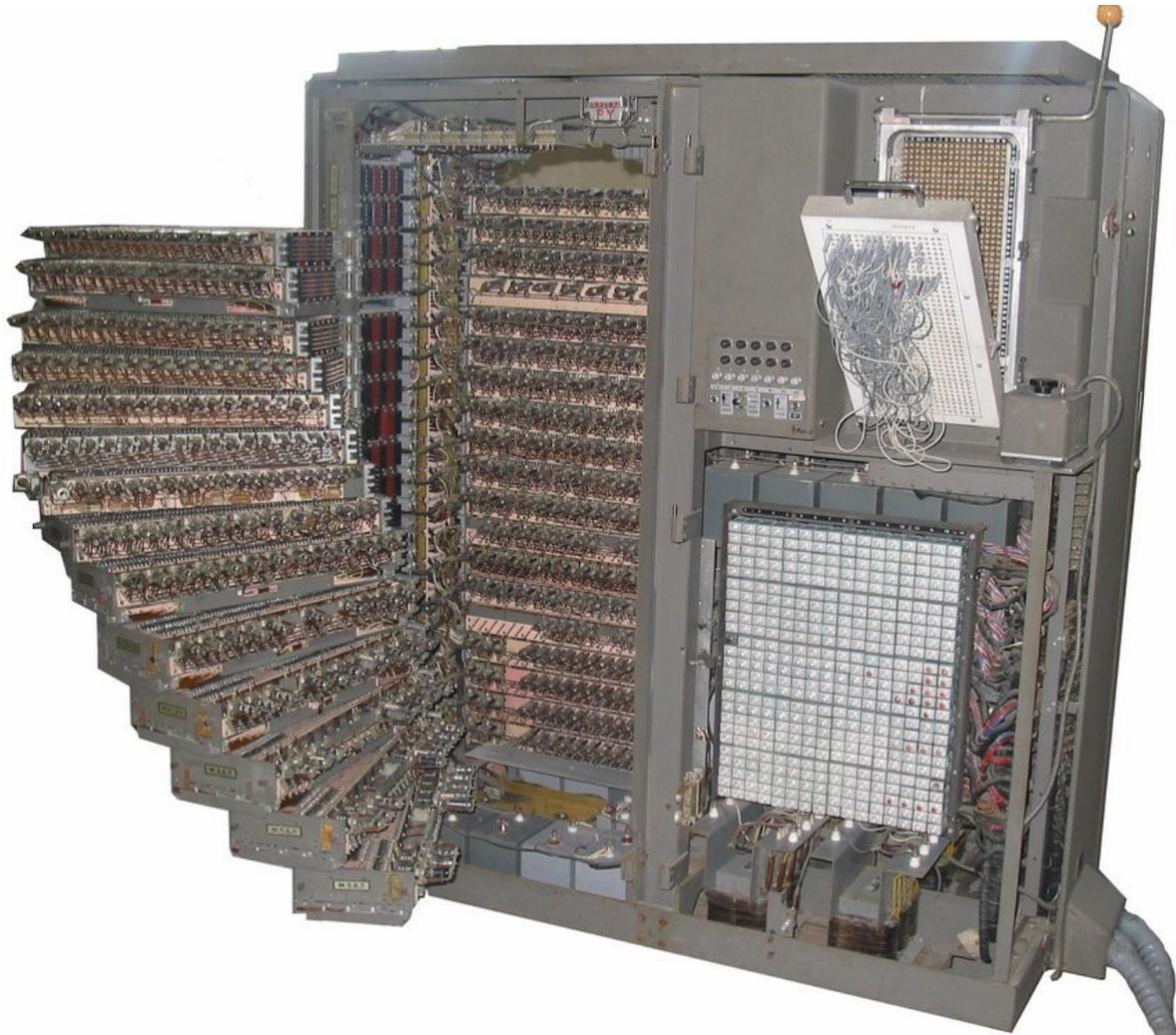
Fiche machine de la maquette de la Pascaline : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 7985

Fiche machine de la calculatrice Brunsviga 13 ZK : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 68

Fiche machine de la calculatrice Monroe LA-105 : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 1586

Destin d'objets scientifiques et techniques : l'aventure du Gamma 3 (5/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 17 mai 2018 (1143 vues)



Le Gamma 3 et sa volée de tubes électroniques. Collection et photo ACONIT

Par Maurice Geynet, en collaboration avec Cyrielle Ruffo, volontaire en service civique, ACONIT

Notre aventure de valorisation patrimoniale se poursuit avec la présentation de l'un des tout premiers représentants des ordinateurs, fleuron conservé dans la collection de l'association ACONIT.

À la fin des années 1940, la compagnie Bull, grande société industrielle dans le monde de l'informatique naissant, forma une équipe de plusieurs ingénieurs dont une minorité s'envola vers les Etats-Unis pour étudier les nouvelles innovations en matière de systèmes électroniques. Une décennie plus tard, à la suite des différentes recherches menées par l'équipe

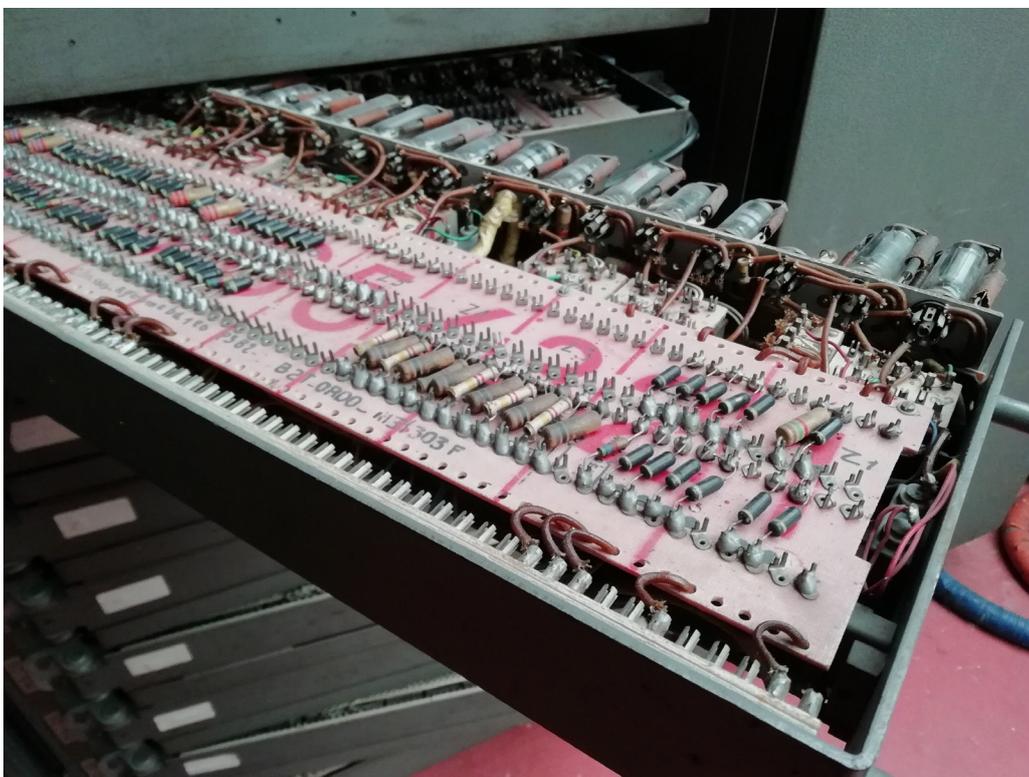
scientifique, un prototype de calculateur dédié aux applications de gestion, appelé Gamma 2, fut présenté au Sicob (Salon des industries et du commerce de bureau). Cet événement professionnel annuel, dont la première édition s'est tenue en 1950, était consacré à la présentation de matériel de bureautique et d'informatique. Ce n'est qu'en 1952, année du couronnement de la reine d'Angleterre Elizabeth II, que fut conçu le Gamma 3, premier calculateur de la compagnie Bull, version commercialisée du Gamma 2 et objet de ce cinquième article de notre saga sur les instruments scientifiques remarquables.

Un calculateur colossal et complexe

« Un Bull Gamma 3. Voici le premier ordinateur que j'ai vu en 1960'. » Tels sont les mots de Philippe Denoyelle, ingénieur à la retraite et membre de l'association ACONIT, à l'égard de cet appareil impressionnant. Son prix était de l'ordre de 50 000 000 anciens francs, soit mille fois le salaire mensuel d'un technicien. La toute première structure à se procurer un Gamma 3 fut le Crédit Lyonnais de Saint-Etienne en 1953, pour la gestion de ses comptes bancaires. D'autres entreprises, tous secteurs confondus, acquièrent cet instrument. Par la suite, il fut introduit dans le monde de la recherche par son installation à l'université de Grenoble en 1957, où un an plus tard les premiers cours de programmation furent dispensés sur ce calculateur. Accoutumées à se servir uniquement d'une tabulatrice, suffisante pour leurs applications, les opératrices de l'Université débranchaient le Gamma 3 pour s'occuper de la gestion de la scolarité. Cette anecdote n'empêcha pas cette machine de connaître un succès important sur le

marché régional, mais aussi national puisqu'au total 1000 exemplaires ont été vendus.

Le Gamma 3, deuxième calculateur électronique français, est semblable à un meuble comportant plusieurs tiroirs et pèse plusieurs centaines de kilos. Cette large baie ne peut pas encore être considérée à elle seule comme un ordinateur car le programme d'exécution n'est pas enregistré dans la mémoire : la programmation est condensée sur un tableau de connexion sur lequel les instructions sont placées. Le calculateur comporte plusieurs mémoires (dont la capacité totale ne dépassait pas celle d'une calculatrice à 20 francs de 1994), une alimentation électrique, des entrées et sorties pour connecter des appareils externes, ainsi qu'un processeur arithmétique et logique. Son fonctionnement demandait l'intervention de dix techniciens.



Zoom sur une mémoire à lampes du Gamma 3. Photo ACONIT

Le Gamma 3, ses améliorations et domaines d'expertises

Le premier Gamma 3 a tout d'abord été utilisé en mécanographie, car son but était de fournir un complément de puissance de traitement aux tabulatrices et aux poinçonneuses duplicatrices PRD, utilisées pour la lecture et la perforation des cartes perforées. Le Gamma 3 effectuait des calculs permettant un meilleur traitement des informations déchiffrées. La machine maître (par exemple la tabulatrice) et la machine esclave (le Gamma 3) étaient reliées grâce à deux énormes câbles qui permettaient l'interconnexion et la circulation des informations. Le

calculateur, connecté aux machines, assurait une rapidité de calcul décuplée à ces tabulatrices et poinçonneuses, permettant ainsi d'augmenter le nombre de tâches et d'opérations effectuées.

Pour les besoins de la recherche, le Gamma 3 a ensuite évolué sous la forme du Gamma 3 E.T. Sa configuration fut dotée d'un tambour magnétique, que l'on peut considérer comme l'ancêtre de nos disques durs actuels. Cette nouvelle machine polyvalente a ainsi été utilisée pour divers travaux scientifiques : calculs d'optimisation de procédés industriels nouveaux, analyses numériques, dépouillements de données

d'expériences (comme celles des chambres à Bulles au CERN) et simulations de vol (avion de chasse Jaguar pour l'ONERA – Centre de recherche aérospatiale). Le Gamma 3 a aussi servi dans la conception de jeux de logique (comme celui de Marienbad), comme pour les recherches effectuées au service de calcul de l'INPG au début des années 1960 par Maurice Geynet, alors programmeur du laboratoire de calcul et actuellement ingénieur à la retraite et bénévole de l'association ACONIT.

Bien que le Gamma 3 E.T fut une version améliorée du Gamma originel, les ingénieurs souhaitaient créer une nouvelle machine plus performante, mieux adaptée aux besoins des utilisateurs et capable de concurrencer le 1401 d'IBM. La

compagnie Bull se lança alors dans la construction du Gamma 60, nouveau calculateur censé supplanter le Gamma 3, mais les entreprises concurrentes, elles aussi au courant des progrès récents, ont alors travaillé sur une machine beaucoup plus puissante. Dans les années 1960, les scientifiques se sont par conséquent investis dans la construction d'un nouveau calculateur appelé Gamma 30 qui, avec l'arrivée des nouvelles avancées technologiques, a su répondre aux besoins du marché. Même si ces nouveaux appareils témoignent d'une évolution constante, le Gamma 3 reste le calculateur symbolisant le trait d'union entre la mécanographie et l'informatique.

1. Source : F.A, « Vous vous souvenez – retour vers le futur », *Le Dauphiné Libéré*, 13/09/2013, p.2.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

Fiche machine du Gamma 3 : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 3

Explications techniques concernant le Gamma 3 sur le site de la Fédération des équipes Bull :

<http://www.feb-patrimoine.com/projet/gamma3/gamma3.htm>

Machines et personnalités : Remise en marche d'une Perforatrice IBM 29 (7/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 17 septembre 2019 (459 vues)



Banc de deux perforatrices IBM en état de fonctionnement. Collection et photo ACONIT

Par Antoine Hébert et Nicolas Arnaise, bénévoles à l'ACONIT. Mise en forme Xavier Hiron

Contexte

L'association ACONIT a relevé le défi en 1985 de la conservation et la valorisation de l'histoire de l'informatique. Elle dispose pour cela d'une des collections les plus complètes d'Europe, avec plus de 4500 machines et environ 20 000 logiciels et documents. Elle couvre toutes les périodes de cette histoire, depuis l'ère pré-informatique, de la mécanographie des années 1940 jusqu'à la micro-informatique moderne des années 2000.

Une autre association, Expédition Mystère, a sollicité l'ACONIT pour lui fournir des documents d'époque pour ses nouvelles "Histoires à énigmes" qu'elle diffuse par voie postale.

Les supports fournis par l'ACONIT et destinés à recevoir des messages à décoder sont :

- Du texte sur papier Listing, imprimé par une Letterwriter 100 ;
- Du ruban perforé, produit par un Teletype ASR33 ;
- Des cartes perforées, produites par une perforatrice

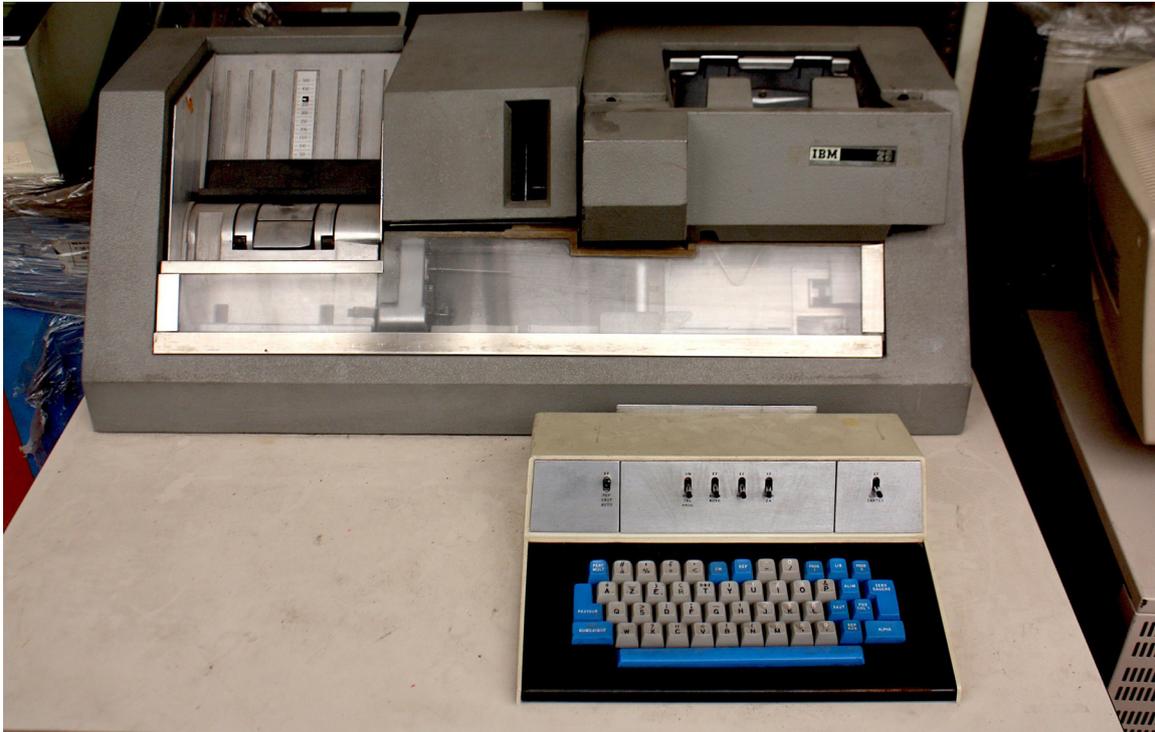
IBM 29.

Un peu d'histoire

Les cartes perforées ont été le principal support de stockage de données utilisé à partir de la fin du XIX^e siècle et elles ont perduré jusque dans les années 1970. Elles ont été un support de transition entre les machines mécanographiques et l'informatique naissante.

La saisie des données sur les cartes était effectuée sur des machines dédiées appelées perforatrices. La société IBM, qui était le leader mondial des débuts de l'informatique, a produit au fil des années différents modèles de perforatrices. L'IBM 29, disponible en neuf modèles différents, est sortie en 1964 pour accompagner le lancement de l'ordinateur IBM S/360, qui rencontra un énorme succès pour l'époque.

L'ACONIT dispose dans sa collection de plusieurs exemplaires de l'IBM 29. Le modèle choisi est la C22, perforatrice interpréteur de 64 caractères avec impression.



Apparence générale de la perforatrice IBM 29 avant remise en état. Photo ACONIT

Fonctionnement

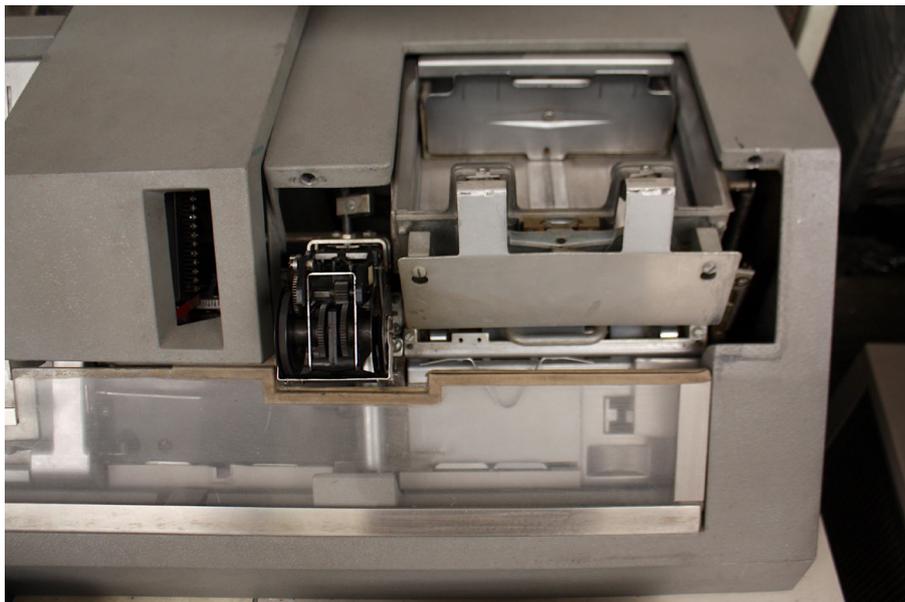
En condition d'utilisation normale, les cartes sont chargées dans le bac de droite. Une pression sur la touche "Alim" permet d'alimenter une carte au poste de perforation. La saisie est directe, une pression sur une touche alpha-numérique provoquant la perforation d'une colonne avec le codage associé.

À la fin de la saisie, une pression sur la touche "Lib" libère la carte et la transfère au poste de lecture. Une nouvelle carte est positionnée au poste de perforation.

Les cartes qui sortent du poste de lecture sont happées par une pince et compilées par le dessous.

La machine dispose également d'un tambour de programme permettant d'effectuer automatiquement les opérations de duplication, saut de champ (ou tabulation) et alternance alphabétique/numérique.

Malheureusement, la machine sélectionnée par l'ACONIT n'était plus en état de marche.



Le poste perforation : la carte est automatiquement éjectée par le bas vers le poste de compilation. Photo ACONIT

Constat et remise en état

La technologie de la machine est entièrement électromécanique. Un unique moteur entraîne tous les mécanismes. On peut ventiler les composants électriques en trois catégories :

- Les contacts mécaniques sont actionnés soit manuellement par l'utilisateur, soit par le mécanisme selon la position des arbres d'entraînement. Ils jouent le rôle de capteurs ;
- Les électroaimants ("magnet" en anglais) enclenchent des embrayages ou bloquent des mécanismes. Ils jouent le rôle d'actionneurs ;
- Les relais, une fois reliés entre eux et aux deux autres catégories de composants, constituent la logique de contrôle. Ils permettent de contrôler l'électroaimant à activer selon l'état des contacts.

La perforatrice ne fonctionnait pas du tout lors de la prise en main. Elle ne répondait à aucune commande du clavier et le "escape magnet" produisait une vibration anormale. Après analyse, en étudiant le schéma électrique, nous avons déduit qu'il existait un pont électrique inapproprié entre deux parties du circuit. Après enquête, le coupable a été confondu : le relais

"card lever" était défectueux car ses deux contacts, censément indépendants, étaient reliés. La machine est revenue à la vie en remplaçant ce relais.

À cette occasion, afin d'assurer une remise en marche pérenne, nous avons réalisé bien d'autres ajustements. Les contacts électriques, soumis aux "intempéries" depuis 50 ans, étaient oxydés et le courant ne passait plus très bien. Nous avons fait un large usage de papier de verre très fin et de nettoyant contact pour les rétablir.

Liste des contacts traités : Card Feed, Circuit Breaker, Print Sense, Program Cam Contact, Interposer Bail Contacts, Latch Contacts.

Enfin, nous avons tenté d'améliorer la qualité d'impression en ajoutant un peu d'huile dans les aiguilles de la matrice, mais nous n'avons pas réussi à démonter complètement le bloc d'impression. Nous avons préféré sursoir plutôt que de risquer de le détériorer. Il faut dire aussi que l'ACONIT dispose de rubans encres neufs, dans leur emballage d'origine, mais datant de plusieurs dizaines d'années. Ils ont donc eu le temps de sécher. Un autre chantier en perspective !



État de l'électromécanique au moment de l'ouverture du capot. Photo ACONIT

Intégration d'un boîtier de contrôle

Pour connecter la perforatrice au monde moderne, nous avons construit un boîtier d'interface qui se raccorde d'une part à la machine en différents points et d'autre part en port USB à un ordinateur. Le boîtier utilise différents composants. Pour la partie logique, un micro-contrôleur Arduino contient un petit programme qui dit quel circuit de la machine actionner selon la fonction choisie. Pour la partie contrôle de puissance (la perforatrice fonctionnant en 48 V continu et l'Arduino en 5 V), un ensemble de relais fait un shuntage entre deux points du circuit de la machine. Pour la connectivité USB, un simple convertisseur USB Serial <—> UART est utilisé.

Les circuits contrôlés sont les "interposer magnet", qui sélectionnent quelle ligne poinçonner, le "punch clutch magnet" qui déclenche le cycle de poinçonnage, le "release relay" qui éjecte la carte une fois que le poinçonnage de toutes les colonnes désirées est effectif, et la "multipunch keystem", touche du clavier permettant de poinçonner des lignes de façon arbitraire sans utiliser le codage alpha-numérique en vigueur.

Également, le boîtier est relié au circuit de lecture des cartes par un habile détournement du circuit original. Quand la fonction reproduction n'est pas utilisée par l'IBM 29, cette portion du circuit n'est pas

alimentée en 48 V (tension nominale). Les relais DUP 1, 2 et 3 sont alors inactifs. On alimente le boîtier en 5 V pour le relier directement à l'Arduino. Le circuit est ensuite déconnecté de l'Arduino lorsque la fonction reproduction est à nouveau utilisée et les relais DUP 1, 2 et 3 redeviennent actifs. Et heureusement, sinon ça pourrait faire des étincelles !

Pour les finitions, nous avons installé une prise de

courant directement à l'intérieur de la machine pour brancher l'alimentation du boîtier de contrôle, ainsi que celle du PC auquel le boîtier est branché. Un trou a été percé sur le côté du clavier pour faire sortir la prise USB vers l'extérieur, par l'intermédiaire d'un cordon qui la relie au boîtier.

Et voilà le travail ! (voir la photo d'en-tête)

Pour aller plus loin

Travaux menés entre juin et décembre 2018 par Antoine Hébert et Nicolas Arnaise, qui se sont basés sur un projet antérieur de Cal Claunch : <https://github.com/cclaunch/KPgolem>

Si cette expérience vous a intéressés, vous pouvez contacter l'ACONIT pour participer à ses activités.

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

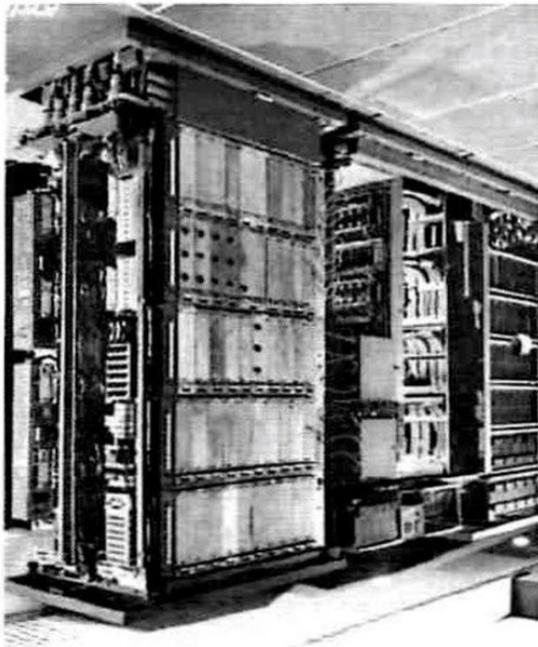
Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

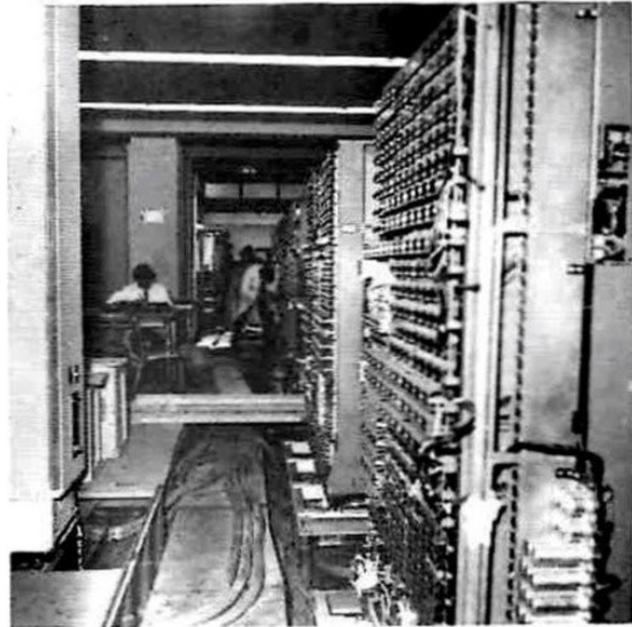
Voir l'article complet et illustré "Une Perforatrice IBM 29 USB : quand la technologie de 1960 rencontre l'informatique moderne" sur le site [aconit.org](http://www.aconit.org) : <http://www.aconit.org/spip/spip.php?article630>

Patrimonialisation scientifique et technique : L'ordinateur Gamma 60 de Bull a 60 ans (02/10 - année 2020)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 14 février 2020 (1536 vues)



Baie ouverte



Installation à la Banca del Lavoro à Rome

Installation en 1962 du Gamma 60 dans les locaux de la Banca del Lavoro à Rome. In José Bourboulon, "L'aventure Gamma 60", ed. Lavoisier, 2005

Par Maurice Geynet et Xavier Hiron, à partir de recherches documentaires de Jean Ricodeau, ACONIT

Contexte d'émergence

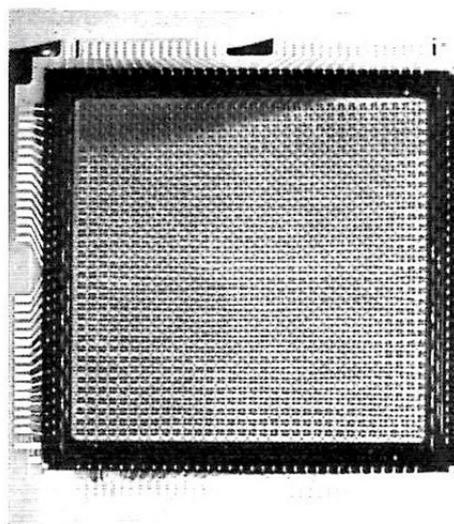
Il y a 60 ans, c'est-à-dire en 1960, les premiers ordinateurs de type Gamma 60, conçus et fabriqués par la compagnie des machines Bull, une société française d'informatique, étaient vendus au fournisseur d'électricité EDF et à la compagnie d'assurance AGVie.

Jusqu'à cette époque, la société Bull, entreprise fondée en 1931 à Paris à l'aide de fonds suisses et à partir des brevets développés par le norvégien Fredrik Rosing Bull, prospérait dans le domaine des machines électromécaniques à cartes perforées destinées à la comptabilité. L'ingénieur norvégien s'était inspiré des machines inventées à la fin du XIX^e siècle par l'ingénieur américain Herman Hollerith, qui avait donné naissance à la société IBM (International Business Machines). Mais Fredrik Bull n'avait pas eu à payer de droits pour utiliser ces brevets car Hollerith, pour faire des économies, ne les avait pas enregistrés pour tous les pays d'Europe.

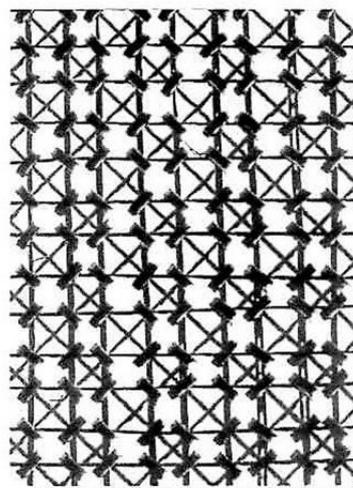
Au milieu des années 1950, l'entreprise Bull avait commencé à avancer dans le domaine nouveau des calculateurs électroniques (technologie à lampes) et, grâce à sa tabulatrice BS-120 et son premier

calculateur, appelé Gamma 3, notamment, la société avait vite acquis une position remarquée dans ce domaine en plein développement. Mais les technologies évoluant rapidement à cette époque, une forte demande clients se fit jour pour une machine plus performante.

Cette nouvelle machine est le Gamma 60. Sa caractéristique est que cette machine, elle aussi électronique, offre la possibilité d'effectuer des travaux simultanés à la fois en calcul et en entrées/sorties, grâce à un fonctionnement multi-tâches. Ce fonctionnement était rendu possible par l'utilisation d'une mémoire rapide centrale, basée sur le magnétisme de tores de ferrite et sur des transistors. Ces derniers avaient été inventés en 1947 et leur fabrication était progressivement passée au stade industriel, du fait de l'utilisation qu'en faisaient les nombreux récepteurs de radio portatifs. Ces postes autonomes, car alimentés sur piles, ne tardèrent d'ailleurs pas à porter le nom courant de transistors. Or, alors qu'ils étaient particulièrement bien adaptés pour la radio, ces composants appelés transistors allaient se révéler plus ardu à inclure dans des circuits électroniques pour ordinateurs. L'entreprise Bull allait en faire l'amère expérience.



Plan de tores de ferrite, 4096 catènes, approximativement 20 x 20 cm



Agrandissement montrant le tissage à 3 fils des tores de ferrite

Mémoire à tores et vue agrandie montrant les anneaux au niveau des croisements de fils.
 In José Bourboulon, "L'aventure Gamma 60", ed. Lavoisier, 2005

Technologie d'une nouvelle machine électronique

Du point de vue technique, le multi-tâches, sur le Gamma 60, était traité comme une succession de travaux simultanés, grâce à une mémoire rapide commune aux divers éléments de traitement et aux entrées-sorties, et grâce à une distribution des programmes à effectuer pilotée par un logiciel de gestion générale, ce qui constitue un embryon de système d'exploitation.

En ce qui concerne les cycles d'écriture et de lecture de la "mémoire rapide" à tores de ferrite, une technologie à transistors au germanium fut choisie dès le départ du projet. À l'époque, ceux-ci ne fonctionnaient qu'à des tensions électriques relativement basses. Tensions qui se révélèrent incompatibles avec celles relativement élevées requises pour l'utilisation des tores et les communications avec les unités de traitement. Cela conduisit à la nécessité d'utiliser en parallèle d'encombrants tubes électroniques à vide.

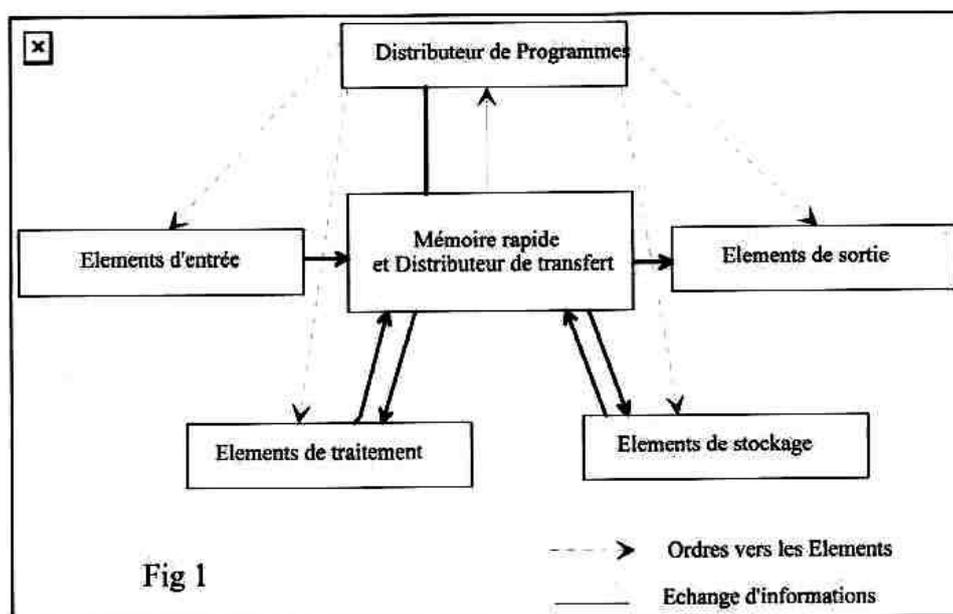


Fig 1

Organisation de la distribution des instructions. In José Bourboulon, "L'aventure Gamma 60", ed. Lavoisier, 2005

Comme les éléments de traitement et d'entrées-sorties étaient volumineux, ils étaient situés physiquement loin de la mémoire rapide commune. De longs faisceaux de câbles (ressemblant à de gros serpents, d'où le nom de "boas" que l'on n'hésitait pas à utiliser au sein de l'entreprise Bull) relient les divers éléments à la mémoire commune. Leurs fortes impédances vis-à-vis des signaux électroniques à transmettre imposa que les circuits électroniques, pour qu'ils puissent être commandés, soient eux aussi réalisés à l'aide de tubes électroniques et non par le biais de transistors.

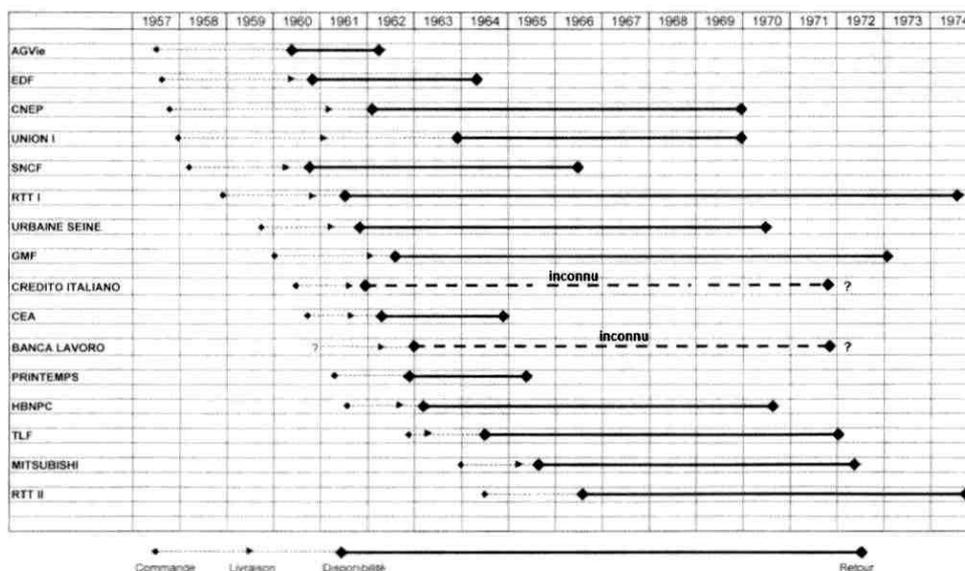
Le très grand nombre de ces tubes électroniques à vide (des pentodes), composants encombrants et gourmands en énergie à consommer et à dissiper, conduisit à des machines complexes d'un énorme volume, nécessitant de grandes infrastructures pour leur implantation. La société Bull était loin de la situation qu'elle avait connue avec ses "relativement petits" Gamma-3, dont elle avait vendu 1200 exemplaires en 10 ans. Avec l'arrivée du Gamma 60, l'entreprise Bull était rentrée de plain-pied dans le marché restreint des très grands ordinateurs avec son "monument d'innovation" [voir

"L'aventure Gamma 60"], ce qui généra la méfiance de la concurrence (IBM commanda même une étude interne sur le danger que représentait le Gamma 60).

Cependant, les opérations de tri restaient un problème et devaient se faire en utilisant plusieurs bandes magnétiques. La programmation était ardue, mais dans les entreprises de "grands comptes" qui avaient acheté le Gamma 60, il y avait des services techniques et d'informatique suffisamment étoffés et compétents pour y faire face. Cette contrainte généra cependant un frein réel à sa diffusion commerciale dans des environnements plus modestes.

Cette approche mettait aussi en évidence un grand manque dans le secteur du logiciel, l'ensemble des programmes locaux se traitant par codages, défaut apparu a posteriori de cette conception technologiquement audacieuse. En effet, avec le Gamma 60, l'ancien calculateur électronique cessait d'être conçu comme une annexe, mais devenait l'organisateur central de la machine, donnant tout son sens au concept d'ordinateur.

CALENDRIER DES INSTALLATIONS CLIENTS



Calendrier de l'installation et du fonctionnement des 16 Gamma 60 répertoriés.
In José Bourboulon, "L'aventure Gamma 60", ed. Lavoisier, 2005

Exemples de clientèle

Ces clients furent la compagnie d'assurance AGVie, l'électricien EDF, le CEA (commissariat à l'énergie atomique), les transports ferroviaires de la SNCF, les Houillères du Nord, la Caisse d'Epargne (CNEP), l'Union (un assureur), la RTT Belge (régie des téléphones et télégraphes) avec deux machines, l'Urbaine et La Seine, puis GMF, tous les trois assureurs. Deux de ces machines fonctionnèrent jusqu'en 1974, dont l'une aura supporté 13 années de bons et loyaux services.

Il n'y eut jamais de Gamma 60 à Grenoble, ni à la Sogreah ni à l'Université. Des cours ont cependant

été réalisés à l'IMAG (Institut des mathématiques appliquées de Grenoble) pour apprendre aux étudiants les particularités de la programmation sur le Gamma 60. L'IMAG fit aussi des travaux en programmation pour le compte de Bull. Cette collaboration contribuera, après 1966, à la création à Grenoble du centre scientifique de la CII. Et dès 1978, Bull créera à Échirolles (38) son propre centre de recherche et de diffusion logiciels, qui subira plusieurs réorganisations structurelles pour devenir en 1989 Bull SAS. On observa donc un vrai retour d'expérience qui profita à la dynamique de la recherche en informatique régionale.

Du point de vue industriel, la mise en route d'une machine Gamma 60 avait été prévue sur la base de 5,5 personnes. Mais la réalité a été plus proche de 25 personnes en moyenne. Pour sa maintenance, le nombre de postes prévus était de 12 et là encore la réalité fut plus proche de 27.

Les approvisionnements en pièces détachées étaient devenus complexes et le nombre très élevé de composants demandait des listes d'achats lourdes à gérer (Bull utilisait alors le mot anglais BOM – "bill of materials"). La société fut obligée d'embaucher de très nombreux personnels et c'est alors qu'arrivèrent des femmes ingénieurs, ce qui fut perçu comme une vraie nouveauté, d'autant que certaines d'entre elles sortaient de l'école Polytechnique féminine, à une époque où l'organisation des études des hommes et des femmes était parfois séparée.

Postérité commerciale

L'ordinateur Gamma 60 ne fut pas un succès commercial. Bien que Bull ait réussi à mener le projet à son terme, le système proposé était très lourd. Jusqu'en 1974, ces machines rendirent de bons services au sein de grandes entreprises bien structurées, au nombre d'une vingtaine seulement. Ainsi, le nombre de machines vendues fut très inférieur à ce que l'entreprise Bull avait projeté et très insuffisant au vu de la mobilisation des ressources que le Gamma 60 avaient nécessitées. De nombreuses difficultés non prévues à l'origine du projet avaient généré une inflation très conséquente de la masse salariale de l'entreprise.

Le Gamma 60 n'eut pas réellement de suite, car Bull préféra fabriquer sous licence des équipements

étrangers, afin de tenter de combler le fossé existant entre ses matériels mécanographiques, pourtant bien implantés sur le marché mais vieillissants, et les nouveaux ordinateurs que réclamait la clientèle.

C'est ainsi que Bull acheta à l'entreprise américaine RCA la fabrication sous licence du RCA 301, un ordinateur qui prit chez Bull le nom de Gamma 30. Ce pur produit de négoce fut accueilli avec satisfaction par les clients de Bull, mais cette machine ne généra que de faibles profits, ce qui fut insuffisant pour compenser les pertes dues au développement du Gamma 60. Les difficultés financières qui en naquirent poussèrent en 1964 la compagnie Bull dans les bras de l'Américain General Electric. Les GE 400 produits par ce géant américain prirent alors la place des Gamma 30 au sein de l'offre commerciale de la nouvelle société Bull-General Electric. Ce GE 400 rencontra même davantage de succès auprès des clients de Bull en Europe qu'aux Etats-Unis. Aussi, dès 1970, Bull-General Electric fut rachetée par un spécialiste de l'informatique, l'entreprise de matériel militaire américain Honeywell. Ces deux rachats successifs par des Américains entre 1964 et 1970 constituent ce qu'on appela "l'Affaire Bull", avec un grand retentissement médiatique auprès de l'opinion publique française qui voyait son pays être, pour la première fois, dépossédé de l'un de ses fleurons industriels, qui plus est dans un domaine technologique sensible.

Parmi la vingtaine d'exemplaires de Gamma 60 ayant existé, seule l'une des deux machines du client belge RTT a été patrimonialisée par le Computer Museum de Namur.



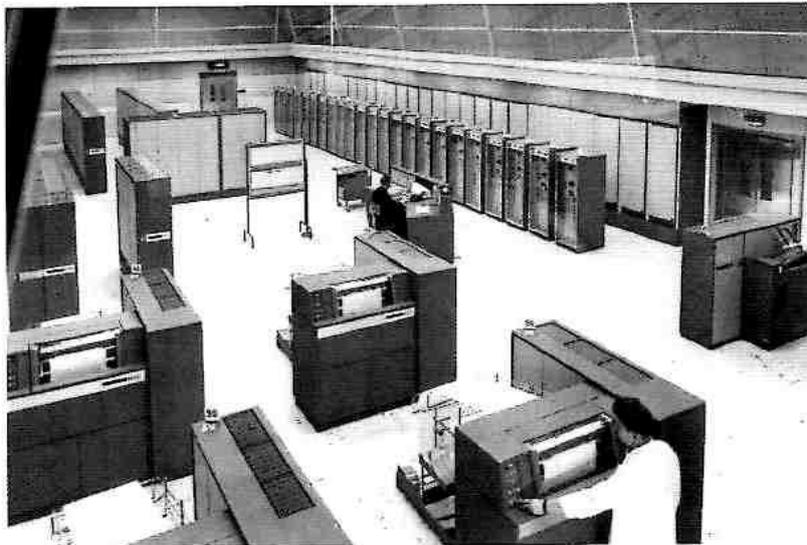
Vue du pupitre opérateur en mode de fonctionnement. In José Bourboulon, "L'aventure Gamma 60", ed. Lavoisier, 2005

Conclusion

L'étude de l'ordinateur Bull Gamma 60 permet de comprendre à la fois le prestige technique acquis par la compagnie des machines Bull à l'aube des années 1960 et l'échec commercial de cette machine. Cette aventure industrielle est marquée par l'apparition d'un contexte de mondialisation de l'industrie, révélateur des tensions politiques de l'époque. Outre l'étude des éléments qui ont conduit aux deux "Affaires Bull" de 1964 et 1970, le rôle des médias et de l'opinion publique française en fait une particularité novatrice et sensible. En effet, suite à son deuxième rachat laborieusement finalisé en 1975, après moult tergiversations gouvernementales, le groupe

Honeywell-Bull deviendra le deuxième constructeur mondial d'informatique derrière l'intouchable IBM.

L'histoire de cette machine illustre aussi de manière magistrale les mutations auxquelles ont eu à faire face, à partir des années 1960, les entreprises de haute technologie. De nouveaux défis émergent, un nouveau stade dans la mise en œuvre de la rationalité scientifique est atteint, alliant l'apprentissage des méthodes de "gestion de projet", la maîtrise de la complexification des fonctions d'approvisionnement et de logistique. Un lointain descendant de Bull est aujourd'hui la société Atos.



Vue de la salle Gamma 60 à la gare d'Auteuil

Vue générale en fonctionnement de la salle du Gamma 60 installée à la gare d'Auteuil.
In José Bourboulon, "L'aventure Gamma 60", ed. Lavoisier, 2005

Remerciements

À Gérard Chouteau pour avoir suggéré de commémorer par un article Echosciences l'anniversaire du Gamma 60. À Jean Ricodeau, qui a identifié dans l'inventaire des collections de l'ACONIT des informations sur le Gamma 60, pour les avoir rendues accessibles et lisibles ; ainsi qu'à Philippe Denoyelle pour sa relecture avisée.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

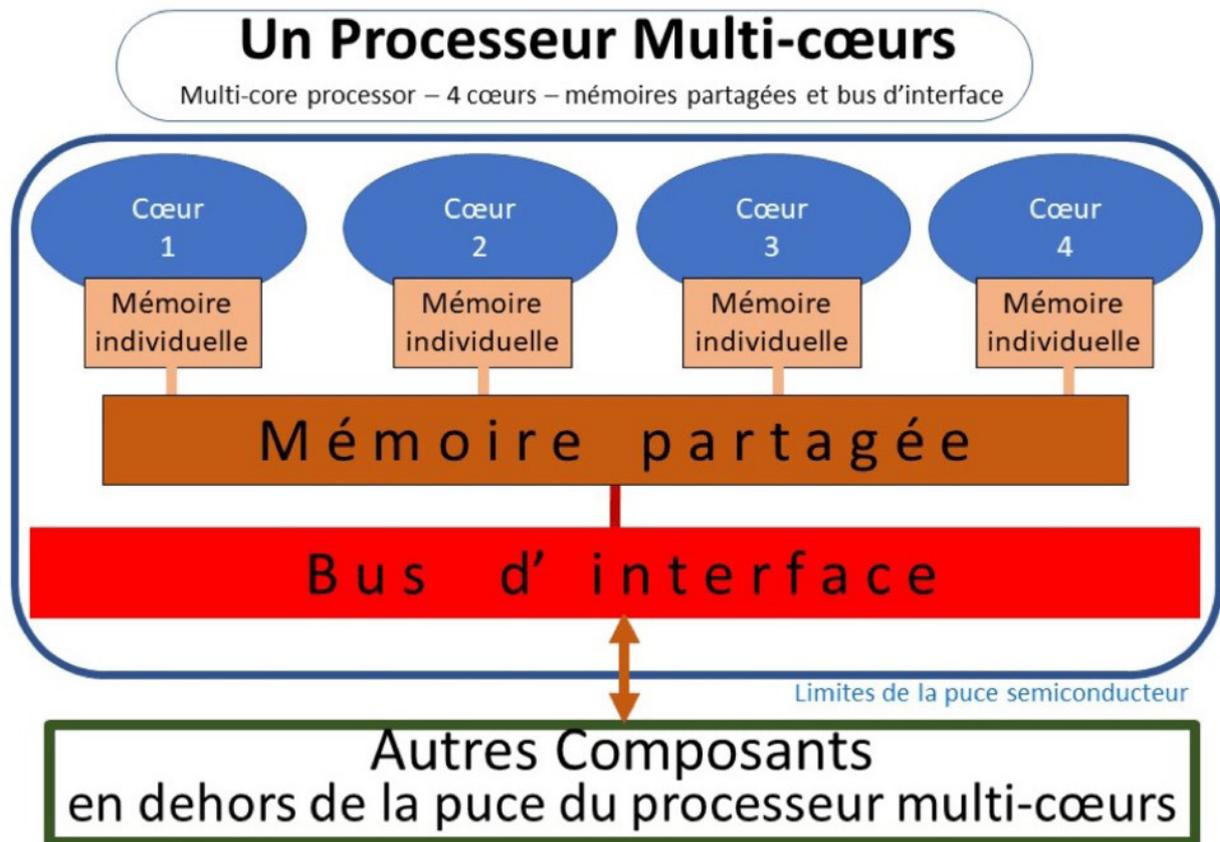
L'article Echosciences sur le Gamma 3 : Sur <https://www.echosciences-grenoble.fr/> rechercher Gamma 3

Le site de la Fédération des équipes Bull : <http://www.feb-patrimoine.com>

Celui du Computer Museum de Namur : <http://www.nam-ip.be>

Machines et personnalités : L'architecture des ordinateurs parallèles (4/10 année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 30 avril 2019 (557 vues)



Schémas traduit de :

Anil Sethi, Himanshu Kushwah, (University of Delhi, India), MULTICORE PROCESSOR TECHNOLOGY- ADVANTAGES AND CHALLENGES, IJRET, Volume : 04-09, 2015, (p. 87-89)

Schéma de principe d'un processeur dit multi-cœurs. Schéma droits réservés

Article résultant d'un dialogue entre Jean Ricodeau et Philippe Denoyelle, ACONIT

Au cours de nos recherches destinées à mettre en lumière comment étaient constituées les anciennes machines informatiques, nous nous sommes interrogés sur le sens réel du terme "multi-cœurs". Ce terme nous a interpellés. En effet, qu'est-ce qu'un cœur en informatique ? Est-ce que ce terme est compréhensible pour le plus grand nombre ? Après nous être informés dans le cadre de nos activités à l'ACONIT, nous avons trouvé un début de réponse satisfaisante. Et cette réponse nous a ouvert de nouvelles perspectives sur la vie secrète des ordinateurs.

En effet, une telle question revient à nous interroger sur le sens réel de la programmation parallèle, qui est couramment utilisée de nos jours lorsqu'il est demandé à une machine informatique de mener plusieurs activités en simultané. Mais prenons un exemple historique.

Au temps du calcul à la mine de plomb et à la plume d'oie

Vers le XVIII^e siècle, le besoin de tables de navigation va entraîner la première demande de calcul "intensif".

Chaque ligne de la table (logarithme, trigonométrie...) nécessite une suite fastidieuse d'opérations pour atteindre la précision recherchée et il y a des milliers de lignes à calculer. Le temps de calcul est énorme. Mettons 40 personnes à calculer en même temps, 80 s'il le faut. Chacun prend en charge une ligne et on divise par autant le temps de calcul. Le système est efficace, réel, mais sa limite est évidente : il faut que les calculs soient indépendants, que personne n'ait à attendre le résultat d'un autre calcul. Les informaticiens aiment à rappeler que l'on n'a jamais pu réduire le temps de gestation d'une mère en mettant plusieurs femmes en parallèle.

Une terminologie simplifiée

Nous désignerons comme "processus" la séquence de calcul qu'exécute chacune des personnes. C'est une suite d'opérations de base (addition, multiplication...) qui réalise une certaine recette mathématique (autrement dit, pour les puristes, un algorithme ou une heuristique). On désignera par "processeur" ce qui exécute le processus, ici un homme.

Les ordinateurs

Les premiers ordinateurs ont fait suite aux machines à calculer géantes destinées aux calculs des tables de tir pendant la guerre de 1940-45, mais ceci est une autre histoire. Ces ordinateurs avaient l'énorme avantage de pouvoir effectuer les calculs les plus divers, sans fatigue et sans erreurs (enfin presque). Mais finalement, ils n'étaient pas si rapides que ça ! Les premières machines avaient des temps d'instruction de l'ordre de la milliseconde et surtout, elles s'arrêtaient quasiment pour les opérations d'entrée/sortie... Si l'on devait envoyer 100 caractères sur la machine à écrire de l'opérateur, à 10 c/s (caractères par seconde), l'ordinateur ne faisait rien d'autre pendant 10 secondes ! Et ne parlons pas de l'attente sur les entrées d'information.

Le premier perfectionnement fut d'ajouter une "unité d'entrée/sortie" à l'unité "centrale". L'unité centrale indiquait à l'unité d'E/S l'adresse mémoire de la chaîne de caractères à sortir ainsi que le nombre de caractères à traiter, et pouvait reprendre le calcul

sans attendre. On voit que l'on a ici deux processeurs séparés, mais avec des fonctions bien spécialisées.

Mais malgré les progrès de la technologie, les très grosses machines classiques (appelées "main frames") ont inévitablement commencé à plafonner en vitesse. Pour y remédier, leurs concepteurs ont eu l'idée de mettre plusieurs organes de calcul spécialisés (additionneurs, multiplieurs) côte à côte pour exécuter simultanément quelques opérations de base. La machine emblématique de cette approche nouvelle fut le Control Data 6600 de Seymour Cray, développé en 1975. Les Américains parlent à leur sujet de "multi threading". C'est à peu près à cette époque qu'est apparu le parallélisme élémentaire, avec des ordinateurs à structure double, comme l'Iris 80 de CII.

Encore un peu de terminologie

Voici un nouveau terme, anglais, "thread". Littéralement c'est un fil. Disons simplement que c'est une suite d'opérations indissociables. On parlera généralement en français de « tâche ».



Evolution de la configuration des ordinateurs parallèles. À gauche : face avant du MégaNode. À droite : face arrière du MPP12000. Collection et photos ACONIT

L'arrivée des microprocesseurs

Les progrès des semi-conducteurs vont conduire rapidement aux circuits intégrés comportant de plus en plus de transistors et enfin, au micro-processeur. La partie centrale d'un ordinateur sur une seule puce. C'est bien ici un "processeur" dans un seul boîtier.

Et l'histoire se répète : il faut libérer ce processeur des entrées/sorties. On va développer des circuits intégrés spécialisés en E/S : les "UART", les "DMA".

Et arrivent les "coprocesseurs", associant deux processeurs en parallèle. D'abord le micro-processeur principal associé à un processeur spécialisé pour les calculs arithmétiques et la "virgule flottante"¹. Ensuite sont arrivés les processeurs spécialisés "graphiques", poussés en avant par les jeux sur ordinateur.

Une nouvelle limite : thermique !

Très peu de temps après l'arrivée des microprocesseurs sur le marché américain va débuter une nouvelle course

à la vitesse, car la réduction de la taille de ces éléments permettait d'accélérer considérablement les horloges (réduction des temps de transmission et des capacités parasites).

Vers 1995, pourtant, un nouveau problème s'est posé : on constate en effet que ces microprocesseurs de plus en plus rapides chauffent trop. D'où l'idée de ne plus augmenter la vitesse, mais de mettre deux processeurs complets dans un même boîtier. On va alors parler de "cœur" pour ce nouveau type de configuration, puisque le terme "processeur" est indûment appliqué au boîtier lui-même.

Halte ! Terminologie !

Nous nageons ici dans la confusion : en langage technico-commercial, on confond maintenant "processeur" et "boîtier microprocesseur", et on parle de "cœur" pour la micro-structure interne, qui est en réalité un "processeur" au sens propre du terme.



Machine Archipel Volvox, l'une des 12 cartes supportant les micro-processeurs travaillant en parallèle.
Collection et photo ACONIT

Un microordinateur portable Mac Book contient un "processeur" à deux "cœurs". Pour comparaison, le Mac Pro, professionnel, contient pour sa part deux "processeurs" à quatre "cœurs". Ce genre de machine est souvent équipé d'outils permettant d'observer la répartition de la charge de travail auprès des différents cœurs. Comment se répartit cette charge ? Le système d'exploitation, Mac OS 11.6, dans l'environnement de ces deux exemples, a de nombreuses tâches à effectuer et les répartit entre les cœurs : sur le MacBook précédemment cité, à l'instant où j'écris, elle est divisée en 1051 'threads'/tâches.

Du parallélisme au parallélisme massif

Pendant que s'opéraient les évolutions évoquées plus haut, les études ont continué sur le parallélisme. Ainsi, on est monté progressivement en capacité, ce dont témoignent plusieurs items de la collection de l'ACONIT : le Volvox comportait 12 processeurs, le Méganode, développé en partie à Grenoble, en comportait 64x8, soit 512 processeurs, tout comme le MPP12000, dans une configuration légèrement différente (16x32). Puis on est monté progressivement vers le massivement parallèle, qui s'est aujourd'hui généralisé pour les plus gros centres de calcul.

À côté de chaque système parallèle est adjoint un ordinateur de pilotage qui fournit les tâches complètes à chaque processeur (un DECstation 5000 était utilisé pour le MPP12000). Ce système s'applique particulièrement bien aux calculs tels que ceux produits pour les cellules d'atmosphère pour la météorologie ou pour les cellules simulant une réaction atomique : dans ces cas, chaque processeur calcule ce qui se passe dans sa cellule et échange le résultat avec les cellules adjacentes.

Et les ordinateurs neuronaux ?

Dans le même temps (soit au début des années 1980) est apparue l'architecture neuronale. En quoi consiste-t-elle ? Dans le principe, il s'agit de machines qui tentent d'imiter le fonctionnement des neurones du cerveau. Chacun de ces neurones simulés reçoit les résultats des autres neurones à travers des "synapses" (sortes d'interfaces du système nerveux) auxquelles sont attribuées certaines pondérations. Cette approche nécessite donc une phase d'apprentissage pour chaque ordinateur, phase durant laquelle on fait varier les pondérations afin d'obtenir le résultat recherché pour un certain jeu d'entrées. Les chercheurs ont commencé par simuler les neurones par des circuits analogiques. Puis ils sont passés à des simulations réalisées par des armées de microprocesseurs : le fameux Mind 1024 (voir l'article *Echosciences* du 21/12/2018 qui lui est consacré) en contient 64, qui contrôlent effectivement 1024 neurones.

Mais dans ce cas, ce n'est plus du parallélisme. L'approche qui s'en dégage est complètement différente et s'adapte particulièrement bien à la reconnaissance d'images, au calcul des jeux (échec, Go...) et à bien d'autres activités de traitement d'information en nombre. Mais avec un inconvénient majeur : il est devenu impossible de savoir ce qui se passe réellement entre les trois ou quatre couches de neurones qu'on empile maintenant les unes au-dessus des autres...

Conclusion

Toutes ces évolutions ont conduit à ce qu'est devenue l'informatique aujourd'hui : une puissance de calcul phénoménale. Son histoire ne s'arrête pourtant pas là et la prochaine étape se dessine déjà avec les projets de recherche autour des ordinateurs quantiques. Mais ceci est une autre histoire, comme disait Rudyard Kipling.

1. La virgule flottante est une méthode d'écriture des nombres réels utilisée dans les ordinateurs, qui consiste à décomposer un nombre réel en deux parties, par exemple un octet va contenir P "l'exposant" et les trois octets suivants vont contenir M «la mantisse» et le nombre sera interprété par l'ordinateur comme : $M \times 2^{\text{puissance } P}$. C'est l'équivalent en base 2 de la "notation scientifique" en base 10 : $1,23456 \times 10^{\text{puissance } 12}$, couramment noté $1,23456 E12$

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

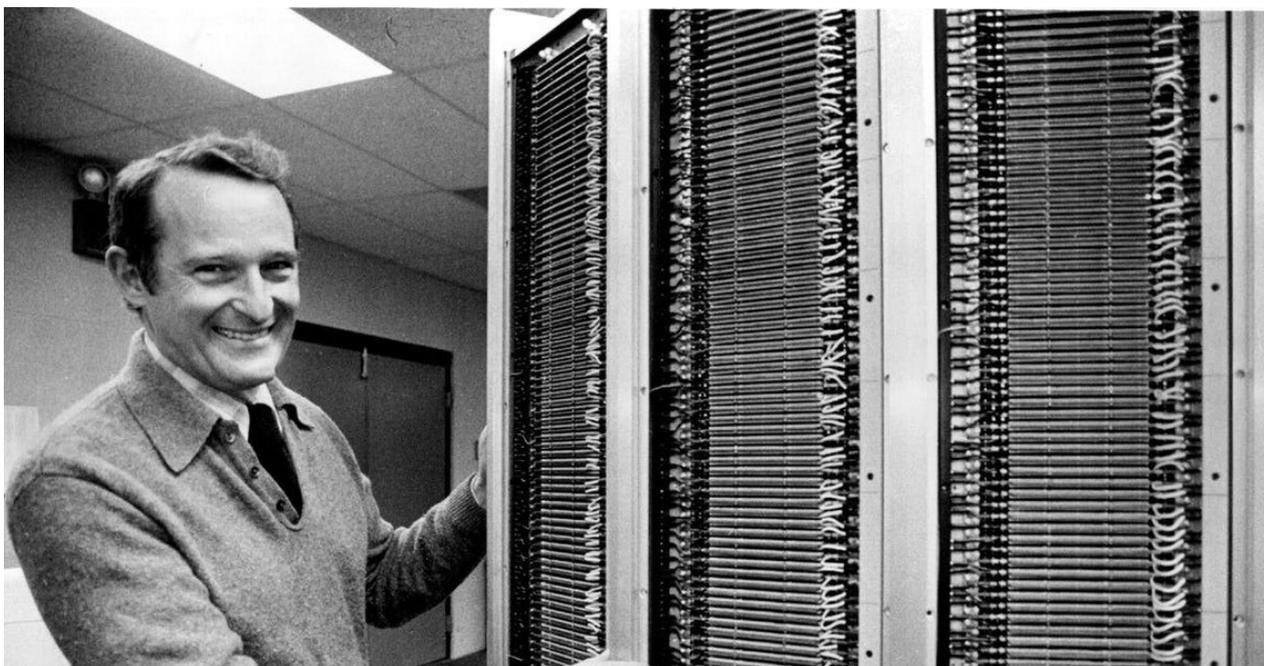
Pour en savoir plus

Pour découvrir les fiches machines des ordinateurs multi-tâches :

- AC 20239 (Volvox) : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 9399
- AC 18434 (Meganode) : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 6794
- AC 12169 (MPP1200) : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 1367
- AC 20253-01 (MIND 1024) : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 9494

Machines et personnalités : Seymour Cray, l'homme des super-calculateurs (5/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 20 mai 2019 (596 vues)



Seymour Cray présentant le Cray-1. Photo StarTribune

Par Cyrielle Ruffo, chargée de mission patrimoine, et Maurice Geynet, ACONIT

Originaire des Etats-Unis, Seymour Cray a marqué de son empreinte le monde de l'informatique. Travailleur appliqué, cet homme a dédié sa vie à la conception d'ordinateurs toujours plus puissants. Nous proposons un retour sur sa vie dans ce cinquième article de notre série 2019, consacré cette fois à une personnalité de l'informatique.

La course aux "super calculateurs"

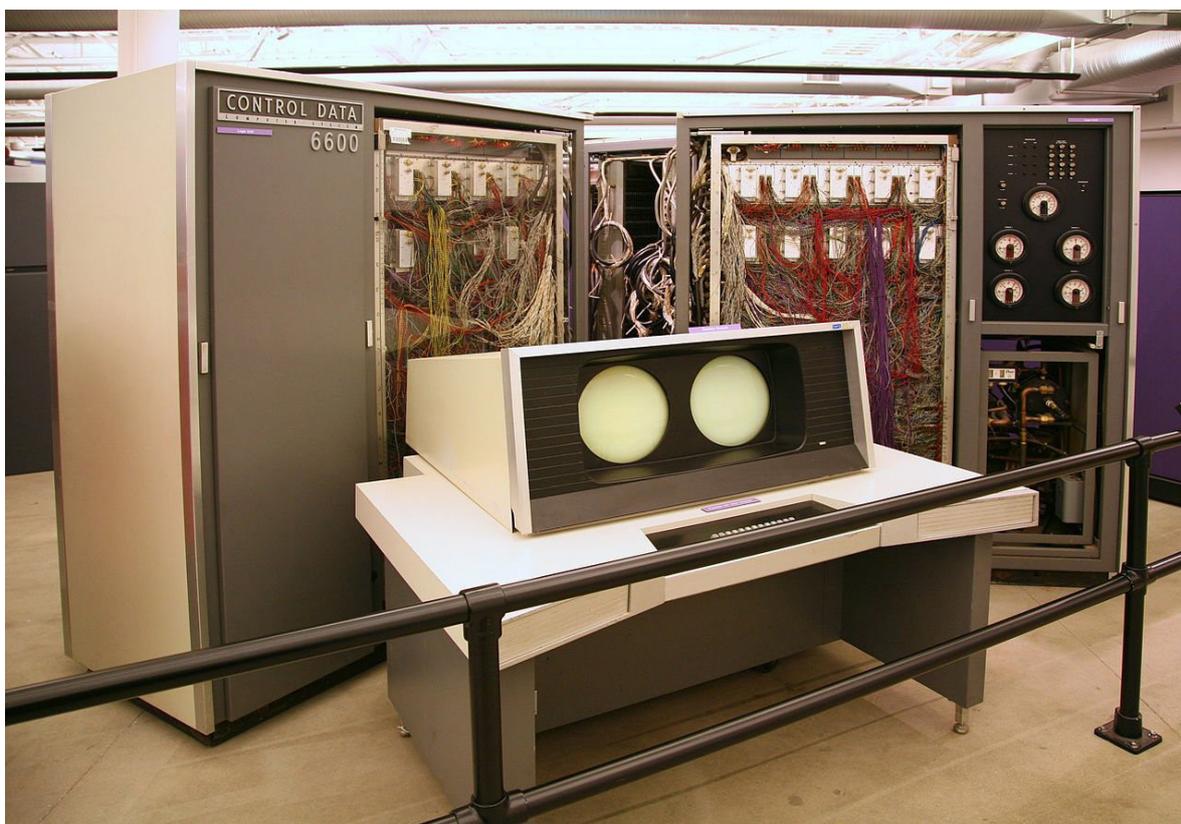
Tout d'abord, parlons un peu de ce qui a fait le succès de ce remarquable électronicien. Après ses quelques années de travail pour une entreprise spécialisée en informatique, Cray se retrouva embauché dans une grande entreprise, appelée Control Data Corporation, CDC en abrégé, au sein de laquelle débuta sa grande ambition : construire l'ordinateur le plus puissant au monde !

Au début des années 1960, Cray fabriqua sa première gamme composée de quatre super-calculateurs sous le sigle "CDC", au nom de cette société. Ainsi est conçu le CDC 1604, première machine de la série. L'appareil qui lui succéda, le CDC 6600, était une nouveauté en matière d'informatique, puisqu'il fut le premier super-calculateur à utiliser un système de refroidissement par gaz frigorigérant, pour certains de ses composants internes. Ce processus de rafraîchissement permettait d'éviter la surchauffe et d'optimiser le bon fonctionnement des circuits de la machine. À force de

persévérance, de travail et de recherches, la lignée des ordinateurs CDC atteignit son apogée avec l'arrivée du CDC 7600, doté de performances imbattables pour l'époque, puisque capable d'effectuer 36 millions d'opérations flottantes en une seule seconde. Cette dernière réalisation plaça Seymour Cray et sa société en première position dans le domaine de l'innovation informatique.

Après un ultime projet, resté à l'état de prototype, le CDC 8600, Seymour Cray lança une nouvelle société portant son nom, Cray Research Corporation, et avec elle une nouvelle gamme de super-calculateurs, qui portaient également son nom. À la fin des années 1960, il commença donc la conception du Cray-1, annoncé comme deux à huit fois plus puissant que l'ordinateur considéré comme le fleuron des super-calculateurs de l'époque, le CDC 7600. Il était doté d'un système d'exploitation très peu sophistiqué, qui consommait peu de temps d'unité centrale pour laisser plus de temps au calcul lui-même.

Mais Cray, qui possédait des ressources et des fonds financiers importants, continua sa remarquable épopée pour obtenir le super-calculateur le plus performant avec l'arrivée du Cray-2, neuf ans après la sortie de son prédécesseur. Cette machine surpuissante était pourvue de presque deux gigaoctets de mémoire, une révolution pour l'époque.



Le CDC 6600. Photo Wikimedia Commons

Ces super-calculateurs, inventés par Cray, ont permis bon nombre d'avancées dans des domaines divers et variés, comme la météorologie ou la biologie. De nombreux géants de la recherche se sont également dotés de ces appareils, comme le CERN ou le CEA, mais aussi de grandes sociétés comme la SNCF et EDF.

Un génie en devenir

Nous l'avons compris, la conception des super-calculateurs a rythmé toute l'existence de Seymour Cray. Sa passion pour l'informatique et l'électronique émergea très tôt dans sa vie, dans un environnement propice au développement de ses compétences.

Seymour Cray naquit le 28 septembre 1925 à Chippewa Falls, une modeste localité du Wisconsin. Encouragé par sa mère et son père, lui-même ingénieur, Cray suivit les traces de ce dernier et se passionna dès l'enfance pour la technologie, en bricolant divers appareils de la vie quotidienne.

Cet engouement ne le quitta pas tout au long de son parcours scolaire et fut mis à profit pendant la Seconde Guerre mondiale. Engagé en tant qu'opérateur radio en 1943, sa mission était de décrypter les messages chiffrés des forces adverses. Une aubaine pour exploiter ses grands talents de bidouilleur.

À l'issue du conflit, il reprit ses études et entreprit tout d'abord un cursus au sein de l'université de son État d'origine, avant d'être diplômé en génie électrique à Minneapolis. Par la suite, sa carrière professionnelle

commença au sein de l'entreprise Engineering Research Associates (ou ERA), pour ensuite être embauché chez Univac. Travailler dans cette nouvelle société spécialisée en informatique permit à Seymour Cray de créer sa toute première machine en 1953, nommée Univac 1103, un imposant modèle commercial conçu sur la base d'un autre ordinateur destiné à un usage militaire. Cette première expérience, ainsi que son départ de la firme, quatre ans plus tard, marqua le début de sa grande épopée, celle de concevoir l'ordinateur le plus rapide et le plus puissant au monde.

Marié deux fois et père de quatre enfants, son travail resta très présent dans la vie personnelle de Cray : entre hobbies et vie familiale, l'ingénieur trouvait toujours du temps pour avancer sur ses projets. Tous ses travaux sur les super-calculateurs laissèrent un héritage non négligeable dans le domaine de l'informatique.

Fin de vie, hommages et héritage

Malgré le succès triomphal de Cray avec ses dernières productions, sa vie prit un nouveau tournant, puisque après la sortie du Cray-2, le chef d'entreprise connut une période difficile. Après la création d'un laboratoire dans l'ouest des États-Unis, qui fonctionna trois ans avant d'être contraint à la fermeture, il fonda une nouvelle entreprise baptisée Cray Computer Corporation, à la fin des années 1980. Son objectif était de concevoir un nouveau super-calculateur, plus puissant que les deux précédents "Cray", grâce à l'emploi d'un nouveau composant à l'arséniure de gallium dotant l'appareil d'une rapidité plus importante.

Malgré la performance du Cray-3, la vente de cette nouvelle machine fut un échec et sa société fit faillite en 1995. Un an plus tard, l'informaticien fut victime d'un accident de voiture et décéda de ses blessures quelques semaines plus tard. Mais même après son décès, son entreprise perdura et continua de fabriquer des nouveaux modèles de Cray jusque dans les années 2000.

En hommage à l'ingénieur et à ses travaux remarquables, un prix "Seymour Cray" a été créé par une association américaine dédiée au domaine de l'informatique. Cette distinction est décernée pour récompenser ceux qui se sont illustrés dans leurs projets sur les super-ordinateurs. Il existe également un prix "Seymour Cray" décerné par le CNRS.

« Je suis censé être un scientifique, mais j'utilise plus l'intuition que la logique pour prendre des décisions fondamentales. » Telle est la phrase utilisée par Seymour Cray pour qualifier sa manière de travailler. Et quelle intuition, puisque la grande saga de Cray et des super-calculateurs offrit un témoignage exceptionnel et précieux en matière d'informatique. Ses travaux, reconnus au niveau mondial, ont révolutionné cette discipline. Par son travail technique sur les éléments internes de ses machines, de plus en plus performantes, l'homme d'affaire et ingénieur émérite fut considéré, au même titre que Gene Amdahl pour IBM, comme un grand architecte des ordinateurs.



Seymour Cray, sa femme et ses collaborateurs devant le Cray-1. Photo Tardis

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

Des articles en anglais sur Seymour Cray :

- <https://www.britannica.com/biography/Seymour-R-Cray>

- <https://www.encyclopedia.com/> et Seymour Cray

Le micro-ordinateur Alcyane, un Monument historique dans le patrimoine scientifique de Grenoble (2/3 – année 2017)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 12 décembre 2017 (2068 vues)



La station Alcyane au complet. Collection et photo ACONIT

*Par Alain Guyot, historien du calcul et de l'informatique,
en collaboration avec Xavier Hiron, chargé de mission collections à l'ACONIT*

En quasiment 25 ans, on est passé du transistor au micro-ordinateur. Grâce à ces derniers, la taille et le prix des ordinateurs auraient été divisés par 200 durant cette période, comme l'affirme une publicité de 1975. Cet article retrace rapidement les étapes de cette révolution, mise en relief par l'aventure particulière de l'Alcyane, où le hasard, la chance et l'obstination ont chacun joué un rôle.

Étape 1 - L'invention du transistor bipolaire

Trois chercheurs des laboratoires Bell désiraient contrôler le courant de la diode à jonction, dans le but de remplacer les lampes à vide (triodes, pentodes) dans les autocommutateurs téléphoniques. Ils ont appuyé deux pointes en or, très près l'une de l'autre, sur un cristal de germanium. Ils ont observé que le courant passant dans l'une des diodes ainsi créées modifiait le courant passant dans l'autre. Leur mérite a été d'expliquer mathématiquement par un système d'équations différentielles le phénomène d'amplification constaté. Ils l'ont appelé transfert. En 1947, après quatre ans de

recherche et d'expérimentations, le transistor à jonction était né. Son nom est une contraction de TRANSfert resISTOR. Comme l'un des découvreurs, William Shockley, était professeur à l'université de Stanford, c'est naturellement dans cette région que ses étudiants et thésards édifieront la Silicon Valley.

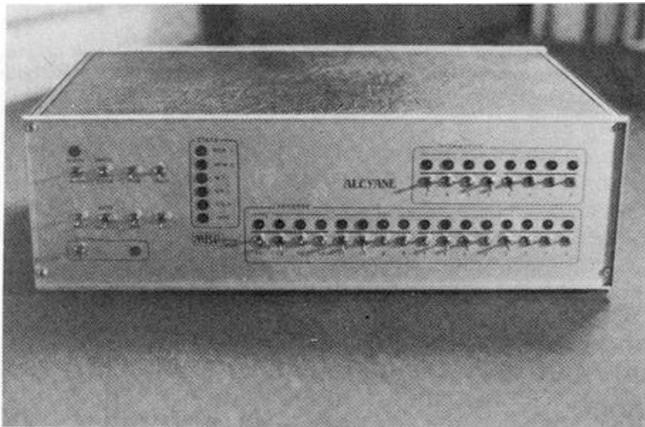
Étape 2 - L'invention du transistor MOS

La brillante découverte du transistor à jonction a alors relancé la recherche sur un ancien dispositif proposé dès 1920. Cette recherche, toujours aux laboratoires Bell, a conduit à l'élaboration, en 1959, du transistor MOS (Metal oxide semiconductor). Bien que moins performant que le transistor à jonction, le MOS, facile à fabriquer, se prête à une prodigieuse miniaturisation.

Étape 3 - L'invention du circuit intégré

Trois innovations déterminantes ont conduit à l'invention du circuit intégré. D'abord, le procédé dénommé Planar, qui permet d'élaborer simultanément plusieurs transistors sur un même cristal. Puis l'isolation

de ces transistors pour les rendre indépendants. Et enfin, leur interconnexion, grâce à une couche de métal déposé. L'oxyde de silicium (la silice), obtenu un jour accidentellement avec de la vapeur d'eau, s'est révélé incomparable pour isoler les dispositifs, ce qui fit définitivement préférer le silicium au germanium pour les circuits intégrés.



L'unité de traitement : une unité centrale de seconde à troisième génération pour 99,5 % moins cher. Elle tient 99,5 % moins de place.

Publicité d'époque. Document Société MBC

Etape 4 - L'invention du microprocesseur

On décrit traditionnellement le fonctionnement des automates complexes par des tables. Pour réaliser ces tables, Joseph Jacquard a utilisé des cartons perforés dès 1801. En 1951, Maurice Wilkes a théorisé cette technique pour les ordinateurs électroniques, sous le nom de microprogrammation. C'est donc naturellement que Intel, fondée en 1968 dans la Silicon Valley, a utilisé une mémoire morte – mémoire dont on ne peut modifier le contenu - pour microprogrammer les algorithmes arithmétiques d'une calculatrice de bureau électronique. Le circuit qui exécutait ces algorithmes arithmétiques allait devenir célèbre : l'Intel 4004, "a microprogrammable computer on a chip", en 1971. Ce circuit est maintenant très recherché par les musées.

En 1969, la compagnie texane Computer Terminal Corporation eut l'idée d'utiliser des écrans cathodiques (développés pour la télévision) pour remplacer le papier des terminaux électromécaniques. C'était le début du temps partagé et la demande de terminaux est devenue soutenue. Le succès de son terminal appelé datapoint fut tel que la compagnie changea son nom. Cependant, ce terminal avait la complexité d'un petit ordinateur et était donc microprogrammé. Pour diminuer le coût (et la dissipation thermique), CTC demanda à Intel d'intégrer une partie des circuits. Ce fut le 8008, développé en 1972, qui doit certaines de ses instructions à CTC. Mais le 8008 était malheureusement trop lent et CTC l'abandonna. Intel racheta ses droits pour en faire un processeur d'usage général. Si le 8008 était acceptable pour un terminal graphique, il était très fruste comme processeur. Aussi Intel améliora beaucoup son jeu d'instructions pour donner le 8080, en 1974. Le 8080 fut un tel succès que les microprocesseurs suivants, jusqu'à nos jours, conservèrent la compatibilité avec le 8080.

Étape 5 - Le premier micro-ordinateur de l'histoire

En 1985, le musée des ordinateurs de Boston (fermé en 1990) lança un concours pour déterminer quel était le premier micro-ordinateur au monde. Le jury était présidé par Stephen Wozniak, co-fondateur d'Apple. Ce concours fut une belle réussite et les machines concurrentes appartiennent maintenant au Computer history museum de Mountain View, dans la Silicon Valley. À cette occasion, Steve Wozniak a fait don de sa collection à ce musée. Le Micral de 1973, présenté par André Truong, fut reconnu comme étant le premier ordinateur commercial fondé sur un microprocesseur, espèce qu'on appellera ensuite micro-ordinateur. François Gernelle et André Truong, respectivement ingénieurs CNAM et EFREI, en avaient anticipé la conception avec les spécifications préliminaires du 8080, avant même sa disponibilité commerciale. Pour la même raison, le 8008 d'origine fut remplacé par le 8080, dès la commercialisation de ce dernier en 1974.



Publicité d'époque. Document Société MBC

Étape 6 - Le premier micro-ordinateur professionnel en français

Les potentialités du 8080 d'Intel avaient également attiré l'attention de Jean-Pierre Bouhot, rédacteur en chef du magazine *L'informatique Nouvelle* (devenu *L'informatique professionnelle*, qui existe toujours). Avec Georges Cottin, un ancien de Hewlett-Packard France, il crée la société MBC en 1975 et embauche Alain Isambert, autre ingénieur issu de HP.

À l'origine, MBC s'appelait MBI et avait pour slogan "MBI : l'informatique à l'envers". Mais lors d'un Sicob (ancien salon d'informatique à Paris), IBM leur fit comprendre qu'ils devaient changer de nom. Alors le I de MBI est devenu C, pour Cottin. Dès 1975, la société MBC commercialise un micro-ordinateur à usage professionnel baptisé Alcyane. Face à son succès, elle se renommera MBC-Alcyane.

Les ordinateurs à transistors étaient de seconde génération informatique. Ceux à circuits intégrés de troisième génération regroupent essentiellement les mini-ordinateurs. Le micro-ordinateur Alcyane, en compétition commerciale avec les mini-ordinateurs, ambitionnait d'être 200 fois moins cher et 200 fois plus petit (fanfaronnade publicitaire), comparé aux très gros

ordinateurs qui avaient cours à l'époque. La société MBC vendra, en l'espace de six ans, un peu plus de mille Alcyane. En 1981, la société MBC est rachetée par le groupe Matra, qui poursuivra un temps la commercialisation de l'Alcyane.

Le micro-ordinateur Alcyane était destiné principalement à la gestion. Mais il fut utilisé dans d'autres contextes, comme le traitement de données scientifiques. Il fut par exemple utilisé pour recueillir des données de terrain et de laboratoire sur la base de la station agronomique d'Amiens, intégrée à l'INRA en 1946. Paul

Régnier, prospecteur pédologue et responsable du système informatique, y a utilisé l'Alcyane entre le milieu des années 1970 et 1985, date à laquelle il dut transférer les données acquises durant près de 10 ans sur un système compatible PC (témoignage recueilli par C. Mousset-Déclas et Ch. Galant).

En juin 2017, un Alcyane de l'association ACONIT a été inscrit sur la liste des Monuments historiques et est en instance de classement. C'est l'un des très rares exemplaires complets et encore en état de marche.



La station Alcyane provenant de l'IAE-Grenoble. Photo ACONIT

Étape 7 - L'invention du réseau

En 1975, le réseau Arpanet est complètement opérationnel aux États-Unis. Il changera de nom (et de protocole) en 1983 pour devenir Internet. Dans ce contexte, un "nœud" sera n'importe quoi qui sera doté d'une adresse IP (Internet Protocol). En 1975, Xerox crée Ethernet, pour connecter facilement plusieurs de ces nœuds sur une même ligne physique et créer un (mini) réseau. Ces deux mécanismes (Arpanet, futur Internet et Ethernet) sont complémentaires.

Les ingénieurs Bouhot et Cottin ont développé des logiciels et des cartes de communication pour connecter des "nodules" Alcyane (nom qu'ils donnèrent à chaque élément composant ces réseaux). Leur argumentaire est le suivant : les unités centrales (nodules) Alcyane ne coûtent pas trop cher (comparées aux mini-ordinateurs). On peut donc en connecter plusieurs entre elles pour cumuler la puissance de traitement et partager les périphériques

(disque, imprimante, etc.), et s'adapter ainsi à l'évolution des besoins des utilisateurs.

Aujourd'hui, l'Alcyane de l'ACONIT cherche un Alcyane sans partenaire pour communiquer, et plus si affinité.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.
Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

La fiche machine de l'Alcyane : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 9675

Destins d'objets scientifiques et techniques : l'Apple II et son épopée (8/10 – année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 17 octobre 2018 (1256 vues)



L'Apple II, branché au téléviseur familial et à un lecteur de cassettes. Collection et photo ACONIT

Par Alain Guyot, en collaboration avec Cyrielle Ruffo, ACONIT

Dans notre précédente série dédiée aux objets scientifiques entrés aux Monuments historiques, nous vous avons présenté l'Alcyane, dont un exemplaire est conservé à l'ACONIT. Cette machine a été commercialisée pour une utilisation strictement professionnelle, notamment dans le domaine de la gestion et la collecte de données scientifiques. Mais qu'en est-il de la micro-informatique et du grand public ? Comment est-elle arrivée massivement dans les bureaux, les foyers, ou plus généralement dans ce que l'on pourrait appeler la vie de tous les jours ?

Cette démocratisation du micro-ordinateur s'est effectuée avec la conception d'une célébrité de l'informatique : l'Apple II. C'est l'un des tout premiers appareils destinés à un usage personnel, sujet de notre publication mensuelle sur les objets scientifiques et techniques en ce mois d'octobre, qui marque le septième anniversaire de la mort de Steve Jobs, l'un de ses créateurs.

Le premier micro-ordinateur complet au monde

L'Apple II n'est pas le premier micro-ordinateur

(ordinateur animé par un microprocesseur), mais il fut incontestablement le premier micro-ordinateur industrialisé et l'un des plus influents. Mais comment expliquer un tel engouement pour cet appareil pendant une période où l'informatique n'en était qu'à ses balbutiements ?

Cette machine, composée de son moniteur avec écran cathodique, de son unité centrale beige de forme plate dotée d'un processeur 8 bits, d'un clavier intégré sur plan incliné (imaginé à partir du design d'un appareil électroménager) et de son boîtier rectangulaire avec lecteurs de disquettes, fut la première à être vendue totalement complète et non en kit, comme il était d'usage à l'époque. En complément des disquettes, ses huit slots d'extension pouvaient accueillir un modem, une extension mémoire dotant la machine de 64 Ko supplémentaires (un grand luxe pour l'époque), une interface imprimante et même un disque dur pas nécessairement fabriqué par Apple. Une vraie révolution.

L'Apple II fut le tout premier "micro" qui gérait les couleurs (d'où les six bandes colorées du logo) à

condition d'avoir la carte prévue à cet effet. Il offrait donc à son utilisateur une interface attractive, loin de l'habituel écran monochrome, nouveauté bien utile pendant une époque marquée par l'essor des jeux vidéo. Ainsi, le détenteur de la machine connectait l'unité centrale au téléviseur familial, avec un lecteur de cassettes et pouvait directement profiter de l'écran multicolore.

Ce monument de la micro-informatique faisait le bonheur d'autres start-up spécialisées dans le domaine et permettait à plusieurs petits fabricants de raccrocher leur wagon à la locomotive Apple en dotant ce micro-ordinateur de nombreux composants : carte "langage", carte graphique ou encore une carte accélérateur multipliant la vitesse par quatre. Ces cartes optionnelles démultipliaient les possibilités de la machine, retardant de fait son obsolescence. Tous ces apports, bénéfiques pour Apple, permettaient de limiter le nombre de modèles différents à commercialiser.

L'arrivée de ce phénomène sur le marché a également favorisé le développement de logiciels et notamment l'un des tout premiers tableurs, Visicalc, faisant ainsi entrer la micro-informatique dans les entreprises autres que celles dédiées à la

recherche de pointe. Les comptables s'empressaient alors de faire acquérir un Apple II par leur structure, doté du logiciel VisiCalc, ce qui leur épargnait de fastueuses heures de travail supplémentaires. D'autres programmes tout aussi importants ont connu un essor considérable sur cette machine, comme le langage de programmation Logo, qui permettait de donner des instructions simples et faciles à l'ordinateur grâce à des mots (tourner, avancer, etc.).

Tout cet ensemble complet, allégé en composants pour réduire le prix d'achat, comme le souhaitaient ses deux créateurs, était vendu pour la somme de 1200 \$, montant abordable par tous et bien inférieur aux micro-ordinateurs vendus en pièces détachées, comme cela était courant à cette époque pionnière.

Grâce à l'ensemble de ses fonctionnalités, son design et son prix, l'Apple II avait tout pour plaire. Il a su toucher et conquérir toutes les catégories de consommateurs, de jeunes adultes passionnés d'informatique (geek), aux parents, qui l'utilisaient dans l'éducation de leurs enfants. Cette grande popularité s'explique par le fait que ce monstre de la micro-informatique a justement été pensé et conçu de manière à être utilisé par tous.

	A	B	C	D	E
1	Year	1979	1980	1981	1982
2					
3	Sales	54321	59753	65728	72301
4	Cost	43457	47802	52583	57841
5	Profit	10864	11951	13146	14460
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Détail de l'interface de VisiCalc. Document Clubic

Du garage à la commercialisation

L'invention de l'Apple II est une histoire pour le moins insolite. Il faut réviser la légende bien connue de deux hippies hirsutes, Steve Wozniak et Steve Jobs, inventant l'ordinateur personnel dans leur propre garage. Ces deux hommes, Californiens d'origine et férus d'électronique, se sont rencontrés pendant l'adolescence et ont passé beaucoup de temps à bricoler mais aussi à faire les quatre cents coups ensemble.

À tout juste 21 ans, Jobs, en compagnie de son ami d'enfance Steve Wozniak et d'un autre homme, Ronald Wayne, avait déjà "monté sa boîte" depuis le 1^{er} avril 1976 : la société Apple. Après le prototype Apple I, vendu seulement à quelques dizaines d'exemplaires, l'objectif de Jobs et de Wozniak était d'imaginer et

de créer un ordinateur simple, confortable, intuitif, esthétique et surtout abordable : un ordinateur utilisable par tout le monde. Toute l'opération pour la conception d'une telle machine, rendue possible grâce à la contribution d'environ 15 techniciens, a pu être financée en grande partie par un businessman, Mike Markkula, qui donna 250 000 \$ (soit 30% des parts).

Un an après la fondation de la société, l'appareil, tout juste assemblé, est présenté à San Francisco lors de la première édition d'un évènement annuel dédié à l'informatique, le First West Coast Computer Faire. Le but des deux bricoleurs était atteint car, commercialisée à peine un mois après sa présentation, cette machine connut un grand succès et fut massivement commandée (plusieurs milliers) à la société. Ainsi commence la grande aventure de l'Apple

II, premier micro-ordinateur complet au monde.

À titre de comparaison, la compagnie française R2E (Réalizations et études électroniques) fondée en 1970, commercialisa en 1973 (soit quatre ans avant l'Apple II) le Micral N, un boîtier de mesure contenant un microprocesseur. En ajoutant au Micral un clavier, un écran et un lecteur des disquette (et les diverses cartes d'interface) il est possible d'en faire un petit ordinateur

de gestion tout à fait acceptable. La commercialisation de cette invention fut un succès : 90 000 machines ont été vendues (tout de même 13 fois moins que l'Apple II). À cause de sa complexité, le Micral dans sa version de base (c'est à dire sans tous les composants permettant la meilleure performance possible), coûtait environ 2 000 \$ en 1974 (800 \$ de plus que l'Apple II complet, ce qui explique pourquoi ce dernier eut un succès plus important).



Steve Wozniak (à gauche) et Steve Jobs (à droite) bricolant dans leur garage. Photo Clubic

Quel héritage a laissé l'Apple II ?

En 1979, deux ans après la conception de l'Apple II, la société lança un nouveau modèle baptisé Apple II+, plus performant que son prédécesseur. Dès lors, la gamme ne cessa de s'agrandir grâce à l'arrivée de cinq machines dérivées du modèle de 1977 (Apple II+, IIe, IIc, etc.) jusqu'en 1988, avec toujours comme objectif la conception de micro-ordinateurs offrant de nouvelles possibilités en matière d'informatique. Parmi les nouveaux venus, l'Apple III, conçu pour les professionnels, devait concurrencer le PC de IBM. Il ne fut commercialisé que quatre mois avec une vente entre 60 et 120 mille exemplaires. Le Lisa fut également un échec, trop cher, mais sa conception révolutionnaire apporta beaucoup au Macintosh, introduit en 1984, en particulier l'interface graphique et la souris. Fort heureusement, les marges confortables de l'Apple II ont épongé les pertes et le Macintosh fut un succès. La capitalisation boursière de Apple a atteint, en 2018, 1 000 milliards de dollars (soit 2 fois celle d'IBM).

On peut dire que la série des Apple fut un grand succès puisque ces différents appareils ont été produits pendant plus d'une décennie. Mais dans les esprits, c'est toujours le second modèle de 1977 qui généra la diffusion générale de la micro-informatique dans la société. Après les années 1980, soit la période post Apple II, cette machine attachante était souvent conservée par leur propriétaire pour des raisons

affectives, stockée dans les placards ou les greniers. Aujourd'hui encore, il n'est pas rare de trouver un Apple II, gardé précieusement, avec tous les souvenirs qui lui sont attribués.

Conservé par ses anciens utilisateurs et valorisé dans les structures dédiées au patrimoine scientifique et technique (notre association en détient plusieurs exemplaires), l'Apple II n'a pas une dimension d'objet rare. Cependant, par sa grande popularité, ses apports technologiques et les nombreux témoignages qui le désignent comme le premier ordinateur possédé par la famille, l'Apple II, innovation des années 70, à la fois patrimoine matériel mais aussi vecteur d'un patrimoine immatériel, tient aujourd'hui une place de premier choix dans les chroniques de l'histoire informatique.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.
Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

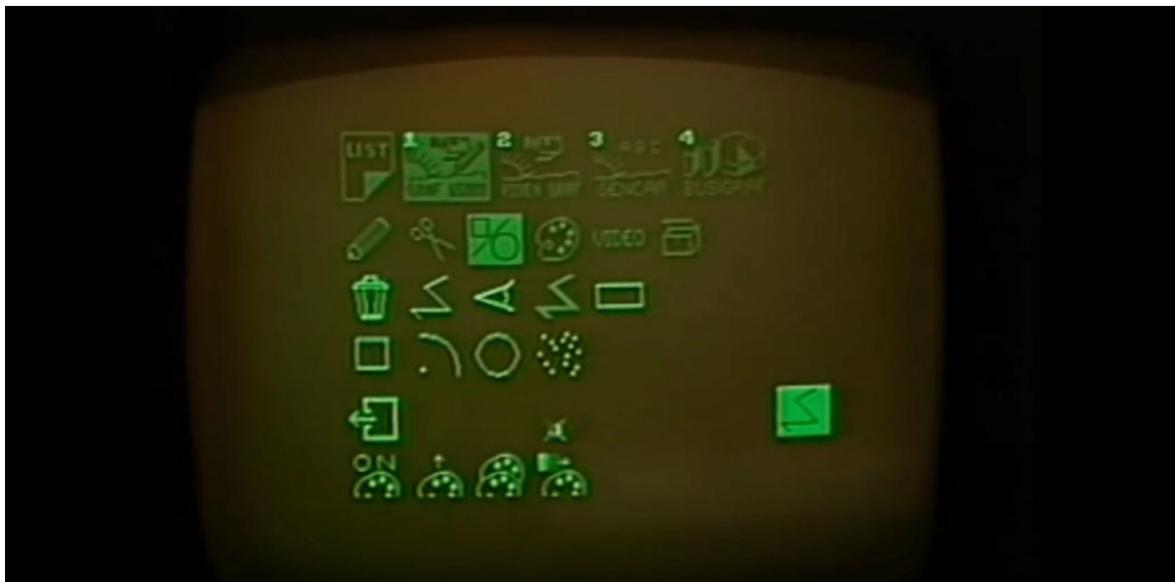
La fiche machine de l'Apple II : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 50

Une vidéo explicative sur l'histoire de l'Apple II : <https://www.youtube.com/watch?v=mL1o3d5CuP8>

Destin d'objets scientifiques et techniques : le Silver De Grafe, palette graphique conservée par l'ACONIT (3/10-année 2018)



Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 12 mars 2018 (1214 vues)



Écran portant les icônes du programme graphique de la Silver De Grafe. Photo droits réservés

Par Alain Guyot, historien du calcul et de l'informatique, en collaboration avec Cyrielle Ruffo, ACONIT

Le cinéma et plus tard la télévision ont suscité l'émergence de différentes innovations visant à améliorer les vidéos, comme le montre ce troisième article de notre série concernant des objets remarquables du patrimoine scientifique et technique. Cet article est dédié au micro-ordinateur Silver De Grafe, machine ayant permis de développer de nouveaux moyens de création des effets spéciaux.

Des origines à la mise en fonctionnement

La création du Silver de Grafe intervient dans un contexte de recherche de performances technologiques lié à l'essor du marché de la télévision. En 1980, les frères Cotte fondent la société Multisoft pour distribuer en France un micro-ordinateur fabriqué en Belgique par la société Indata (le "DAI Imagination Machine"). Le DAI (Data Application International), qui a attiré dès sa sortie l'intérêt des artistes infographistes, avait des possibilités graphiques très supérieures à celle de l'Apple II, son contemporain, pourtant plus cher. Ironiquement, Jean-Louis Gassée, alors directeur R&D chez Apple, proposa à Multisoft de traduire les notices de l'Apple pour le marché français. C'est à partir de la carte mère du DAI que la palette graphique De Grafe a été extrapolée. Ainsi, la marque De Grafe et son logo ont été déposés le 20 mars 1985 et la société fut créée.

En 1982, pour contrer la concurrence des États-Unis dans le domaine des effets spéciaux et trucages numériques pour le cinéma, le Premier ministre Pierre Mauroy lance le Plan recherche image. Dans ce cadre, le projet des frères Cotte a été subventionné, avec une avance de trois millions de francs en 1985.

Entre 1985 et 1988, environ 250 appareils ont été fabriqués, tous modèles confondus, dans l'usine Alcatel à Saintes (Charente-Maritime). Une partie de l'équipe se déplaça aux États-Unis pour développer une version adaptée à ce marché. Le 30 juin 1987, la marque De Grafe est enregistrée aux États-Unis dans la catégorie "Computer & Software Products, video and graphics computer-related equipment".

Un appareil pensé pour des artistes

Le Silver De Grafe est une palette graphique dont la finalité est la diffusion d'œuvres créées par des dessinateurs ou des peintres par le biais de vidéos.

Significatif des avancées en matière d'informatique au début des années 1980, ce système reprend la configuration typique d'un ordinateur : une unité centrale avec un microprocesseur Zilog Z80 et des cartouches amovibles de mémoire morte où sont implantés le

système d'exploitation et certains dessins prédéfinis, comme les polices de caractères (dédiées notamment au titrage de films). Équipée de 256 Ko de mémoire RAM pour les images et 32 Ko de mémoire de travail, l'unité centrale est agrémentée d'un écran et d'un clavier, lequel n'est d'ailleurs utilisé que pour nommer des objets graphiques ou pour la création de texte en surimpression. Deux boîtiers d'extension de

mémoire d'un mégaoctet (1Mo) de capacité permettent de stocker jusqu'à quatre plans d'images ; l'un dispose de huit cartouches amovibles et d'un lecteur de disquette 3½, et l'autre de 16 cartouches, le tout caché derrière des trappes (voir l'image ci-dessous). À cet ensemble est toujours connecté un écran de contrôle, ainsi qu'une tablette graphique "summagraphics" dotée de son stylet.



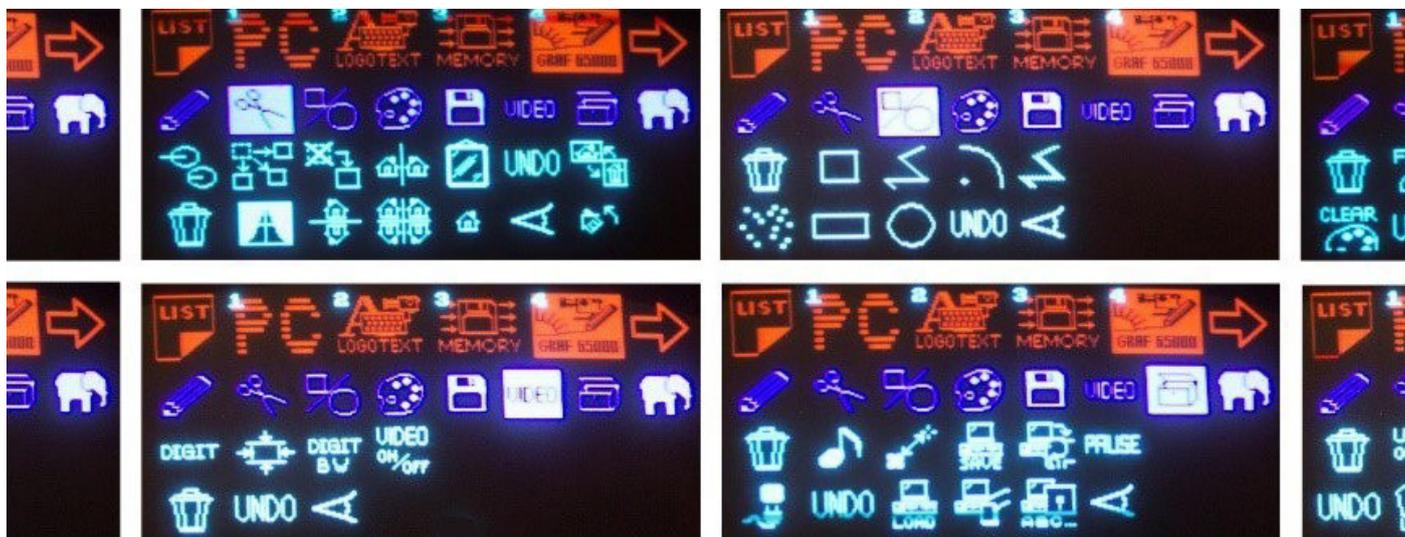
Configuration complète du Silver De Grafe. Photo Edwin Blees

Au démarrage, les logiciels installés dans les cartouches sont scannés par le Silver De Grafe qui construit un menu principal sur l'écran. Les commandes se font toutes par sélection des icônes avec le pointeur de la tablette graphique. Dans les huit copies d'écran de l'image qui suit, la ligne d'icônes oranges sélectionne un des programmes installés et les icônes bleues représentent les commandes elles-mêmes.

La mémoire d'images du Silver, qui stocke avec une résolution maximale de 528x488 pixels (ce qui correspondait à la résolution d'un téléviseur couleur haut de gamme de l'époque) est accédée simultanément par sept processeurs. Ces processeurs se répartissent les tâches permettant d'aboutir à la création des effets spéciaux : de la numérisation des vidéos et leur conversion en analogique jusqu'à la mise en forme du produit final et sa duplication. Dans cette mémoire, l'information couleur était codée sur 8 bits. Avec une palette, on obtient un panel de couleurs sur 16 bits, soit plus de 65 000 couleurs. Les entrées/sorties du Silver De Grafe pouvaient se connecter à des caméras vidéo, des téléviseurs (Secam, Pal ou Ntsc) et jusqu'à trois

magnétoscopes pour le trucage et le montage vidéo. On pouvait bien sûr l'utiliser aussi pour des émissions en direct.

Unique en son genre, le Silver De Grafe conservé dans les collections de l'ACONIT est rarissime, car il semble que seul le Centre for Computing History de Cambridge en Angleterre en expose un autre exemplaire, dans une configuration d'ailleurs moins complète que celle de l'ACONIT. Sa robe laquée gris perle, de 50 cm de haut et 11 cm de large, posée sur une base en granit veiné noir, en fait une machine élégante et esthétique, à l'image de sa fonction de création. Les nombreux champs d'action du Silver De Grafe ont introduit de nouvelles pratiques télévisuelles, comme la production de titrage de films, sous-titrage, de fondu-enchaîné d'effets vidéos, de graphismes et d'animations. Toutes ces configurations, au service des artistes et de l'industrie du septième art, ont permis de générer des images abstraites, colorées et animées. Ces innovations, incorporées aux vidéos, avaient pour objectif de produire des effets spéciaux spectaculaires, décoratifs et artistiques.



Écrans de commande du Silver De Grafe. Photo Edwin Blees

Les créations émanant du Silver De Grafe

L'arrivée sur le marché télévisuel du Silver De Grafe a permis la réalisation de nombreuses œuvres vidéos, dont certaines furent plus tard mises en ligne sur Youtube. Par exemple, des vidéos ont pu être réalisées pour la télévision de Zagreb dès 1988 par Tomislav Mikulić, artiste croato-australien, pionnier des animations par ordinateur. En 1989, Jean-Luc Lenoble et Carole Delaye ont créé "Attako" avec cette machine. Les qualités graphiques de cette œuvre ont été appréciées puisque les auteurs ont obtenu le prix Fnac du festival des arts vidéo Videoform-1989. Non seulement le Silver s'est illustré dans des œuvres à destination du grand public, mais la machine a également été utilisée à des fins d'enseignement artistique. Pierre Hénon, professeur à l'Ensad (École nationale supérieure des arts décoratifs) a encadré la conception par ses étudiants de quelques vidéos avec, pour support technique, la palette graphique De Grafe.

Comme de nombreuses innovations technologiques majeures, la palette De Grafe a été précédée par d'autres procédés, comme le pionnier anglais Quantel, créé en 1981. Sa Paintbox était connectée à un gros ordinateur inabordable pour les particuliers. Seules les grandes chaînes de télévision pouvaient se l'offrir. Il faut signaler aussi la Graph 8, une palette d'entrée de gamme 8-couleurs, créée pour la société X COM en 1981, par des ingénieurs de l'INPG sur la Zirst de Meylan, qui permettait de restituer le dessin en temps réel, ou encore la société Gétris Images qui créa en 1985, toujours à Meylan, la palette Venice, spécialisée dans les systèmes vidéographiques pour chaînes de télévision et les sociétés de postproduction.

Conclusion

Par sa forme novatrice, son apparence soignée et ses nombreuses possibilités, le Silver De Grafe a su conquérir les artistes et montrer que les micro-ordinateurs pouvaient s'adapter à des domaines variés.

Remerciements

À Martine Rondet-Mignotte, artiste plasticienne dans le domaine du diaporama, spectacle multi-média, vidéo-film, image et sculpture informatique, pour le don d'une configuration extrêmement rare, car complète et fonctionnelle, du Silver De Grafe.

Les rédacteurs de cet article tiennent aussi à remercier Edwin Blees, ingénieur collectionneur, qui a donné à l'ACONIT les copies de manuels d'utilisation et des photos, dont celles présentées dans cet article ; Messieurs Cotte, promoteurs, pour nous avoir accordé un entretien sur l'histoire du Silver De Grafe ; Pierre Mounier-Kuhn, historien, pour avoir mené cet entretien ; et enfin les professeurs Pierre Hénon et Gilbert Louet pour leurs aides et conseils. Nos remerciements vont aussi à Xavier Hiron pour ses conseils avisés dans la mise en forme de cet article.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

Une vidéo réalisée pour la télévision de Zagreb en 1988 par Tomislav Mikulić : <https://www.youtube.com/watch?v=Q9LGKqImuxk>

Les fiches machines du Silver de Grafe : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 9924 et 9925

Cette calculatrice peut-elle devenir un Monument historique ?

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 15 décembre 2017 (1200 vues)



Certains objets scientifiques peuvent devenir Monument historique. Photo Wikimedia Commons

Par Catherine Gauthier et Rebecca Bilon, conservatrices du patrimoine scientifique, technique et naturel

Le saviez-vous ? Les Monuments historiques ne sont pas toujours des immeubles. Ils peuvent être des objets aussi et pas uniquement des œuvres d'art.

Cette calculatrice, pour la classer Monument historique mobilier, il faudrait d'abord montrer son intérêt. Et en rassembler les preuves : est-ce un objet très rare ? Un prototype ? A-t-elle permis à un grand scientifique de trouver la formule pour obtenir une médaille Fields ? C'est toute une documentation qui doit être assemblée pour proposer un dossier complet aux services compétents du ministère de la Culture.

Inscrire ou classer un objet ou un immeuble au titre des Monuments historiques, c'est reconnaître son intérêt patrimonial sur les plans historique, artistique, scientifique ou technique. C'est aussi un moyen d'assurer sa transmission aux générations futures, puisque son propriétaire est tenu de le conserver dans les meilleures conditions possibles. Par exemple, les interventions sur les objets, comme leur déplacement ou leur restauration, sont soumis au contrôle scientifique et technique des services de l'État.

Dans ces pages proposées par l'association ACONIT, vous ne trouverez pas cette calculatrice. En revanche, vous découvrirez un volumineux calculateur analogique, le deuxième micro-ordinateur au monde qui, comme son prédécesseur, est une création française, et le tout premier liquéfacteur mixte

hydrogène-hélium. Des objets uniques, constitutifs du patrimoine de notre territoire, sélectionnés et mis en lumière par l'ACONIT.

En reconnaissant, par leur classement au titre des Monuments historiques, l'intérêt public des objets du patrimoine scientifique et technique issus des laboratoires de l'agglomération grenobloise, l'État souligne le rôle essentiel de la recherche scientifique faite dans notre territoire tout au long du XX^e siècle.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.
Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

Procédure d'inscription ou de classement d'un Monument historique mobilier :

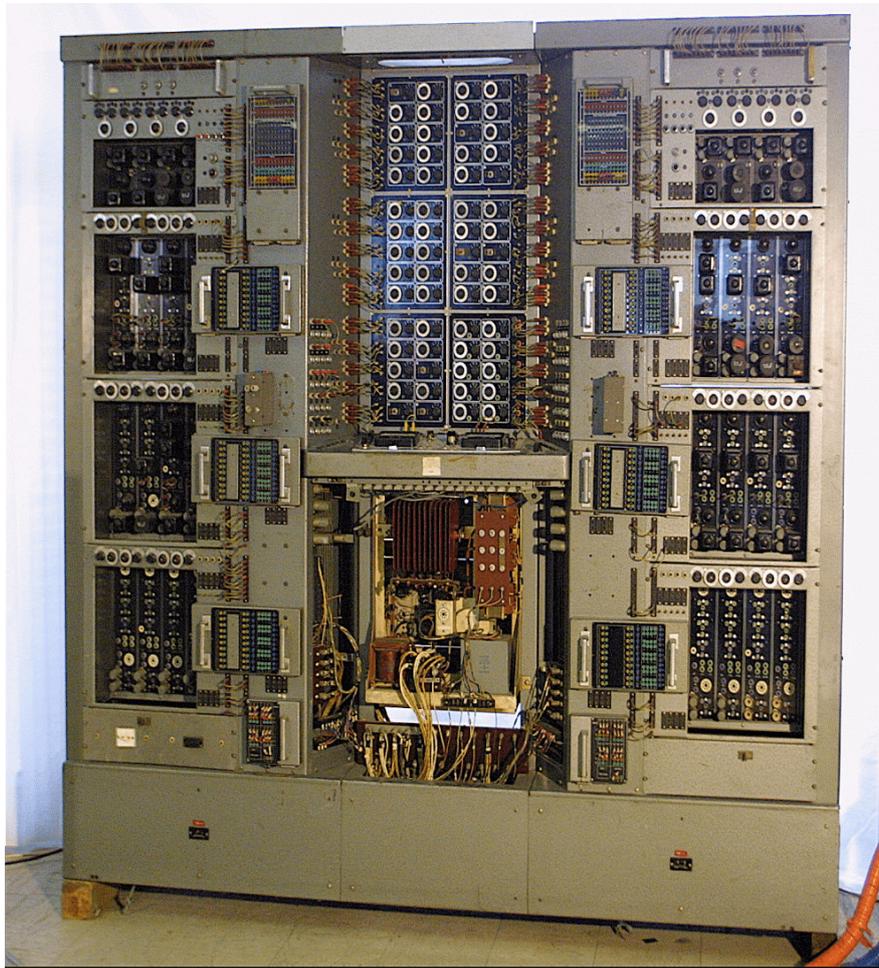
<https://beta.legifrance.gouv.fr/> + page Code du patrimoine

Lien vers le site de l'ACONIT :

<http://www.aconit.org/spip>

Du mobilier scientifique grenoblois devenu Monuments historiques : Le calculateur analogique OME P2 (1/3 – année 2017)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 6 décembre 2017 (1570 vues)



Face avant de l'OME P2. Collection et photo ACONIT

**Par Philippe Denoyelle, ingénieur électronicien et informaticien
et Gérard Chouteau, responsable des collections scientifiques, ACONIT**

Ces dernières années, grâce à l'action de l'association ACONIT, trois mobiliers scientifiques ont été classés ou inscrits au titre des Monuments historiques (lire le précédent article de Catherine Gauthier et Rebecca Bilon du Muséum de Grenoble). L'ACONIT, qui avait déjà obtenu le classement de son calculateur analogique SEA OME P2 dès 2005, vient d'instruire l'inscription, préalable à leur classement, de l'ordinateur Alcyane et du liquéfacteur mixte hydrogène-hélium, dit Lacaze-Weil, ce dernier appartenant au CNRS. Un beau résultat pour le site grenoblois. Nous allons commencer par vous présenter, dans le cadre de cet article, le calculateur analogique appelé OME P2.

Un peu de technique : qu'est-ce qu'un calculateur analogique ?

Beaucoup de problèmes en physique, chimie, mécanique et dans de nombreux autres domaines

sont régis par des équations mathématiques, dites équations différentielles linéaires, dont on peut construire un analogue électrique. Par exemple, dans le cas du mouvement d'une masse suspendue à un ressort, qui est un bon modèle pour les amortisseurs de voiture, l'équation du mouvement est identique à l'équation de la tension électrique aux bornes d'un circuit induction, condensateur et résistance. On peut donc représenter la position de la masse, sa vitesse et son accélération par des grandeurs électriques. Et donc simuler le comportement d'un amortisseur à l'aide d'un circuit électrique.

C'est ce que réalise le calculateur. Son module de base est un amplificateur de très grand gain, typiquement 1 000 000, précis, constitué à l'origine de tubes électroniques, triodes ou pentodes, et plus tard de transistors. On lui adjoint des éléments dits

passifs, eux-mêmes très précis, tels que résistances, condensateurs et inductances. Il est ainsi possible d'effectuer des opérations élémentaires : additions, soustractions, intégrations et différenciations, mais pas de multiplications ni de divisions, ce qui limite le nombre de problèmes à traiter. Leur programmation consiste en fait en un câblage extérieur à l'aide duquel on relie les différents modules. Un tel calculateur ne comporte évidemment aucune mémoire et le résultat du calcul est visualisé sur un écran d'oscilloscope ou une table traçante.

L'OME P2 comporte 40 amplificateurs. Ce sont les éléments actifs du calcul. Leur nombre définit la quantité d'opérateurs mathématiques (somme, intégration...) que l'on peut mettre en équation sur cette machine.

Un peu d'histoire du calcul analogique

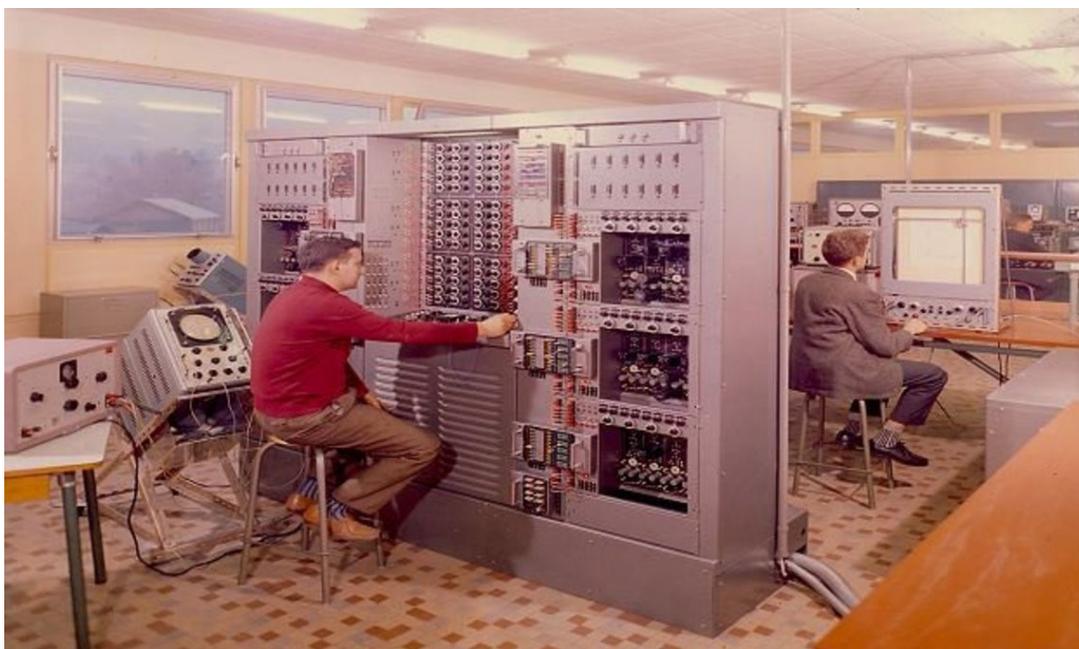
Le calcul analogique a été très utilisé en France lors du redémarrage industriel, après la Seconde Guerre mondiale. Beaucoup de développements nécessitaient des moyens de calcul importants dépassant les capacités du calcul manuel (règle à calcul) ou mécanique (calculatrices mécaniques), dont ceux de l'industrie nucléaire, de l'aéronautique, de l'hydraulique, de la chimie, entre autres.

Dans le cas de l'OME 40 (et de sa variante OME P2), deux domaines d'applications sont connus à Grenoble :

- une coopération avec le service technique de l'aéronautique permettra à l'université de Grenoble d'acquérir un calculateur analogique SEA OME en 1952. Cette machine effectuera de nombreux calculs d'aérodynamique (signalons que, quelques années plus tard, ce sera grâce à des calculateurs analogiques mis en batterie que la SNECMA réalisera les simulations de vol du futur Concorde) ;

- en partenariat avec l'EDF, l'OME sera utilisé pour des simulations d'hydraulique (barrages, conduites forcées), dans le cadre du redéploiement d'après-guerre de la Houille blanche, conduisant à sa forme actuelle d'hydroélectricité.

Malgré la disponibilité de calculateurs numériques dès le milieu des années 1950, les calculateurs analogiques ont été utilisés jusqu'au début des années 1970. Le calcul analogique possédait en effet ses qualités propres, produisant un calcul relativement rapide mais de précision limitée. Parmi les limites constatées : quantité de matériel croissant avec la complexité, précision de l'ordre de 1% (suffisante pour la conduite de process industriels), mais décroissant quand la complexité augmente. De plus, le calculateur analogique, bien adapté à la modélisation de problèmes physiques, ne peut traiter tous les types de calcul (comptabilité par exemple).



Séance de travaux pratiques dans le laboratoire du professeur Lancia. Collection et photo ACONIT

La machine et son histoire

Cette machine serait le dernier exemplaire d'une lignée de calculateurs (OME 11, OME 12, OME 15, OME 40, OME 41) produits à quelques dizaines d'unités seulement et diffusés dans les principaux centres de recherche français, à partir de 1949. Au début des années 1950, seuls deux constructeurs français ont produit des calculateurs analogiques à tubes

électroniques : la SEA et les laboratoires Derveaux, dont il ne semble plus exister de spécimen.

Le calculateur que possède l'ACONIT a été utilisé vers 1964 à l'école d'ingénieurs électroniciens de Grenoble (EIEG, devenue ENSERG, puis PHELMA en 2008). Il était installé dans le laboratoire d'automatisme du professeur Lancia. Ses anciens élèves se souviennent

des travaux pratiques effectués sur cette machine. La machine a été transférée ensuite à Lyon, très probablement dans les locaux de l'INSA. En fin de vie, elle a été donnée à l'association lyonnaise de conservation du patrimoine, l'ACMIL, qui la transmettra officiellement à l'ACONIT en 1992.

Ce calculateur SEA OME P2 a été classé à l'inventaire complémentaire des Monuments historiques en 2005. L'OME P2 a pleinement sa place dans une histoire de l'informatique française, par sa conception,

sa fabrication et par ce qu'il nous révèle du réveil de l'industrie dans l'immédiat après-guerre. Mais aussi parce que cette machine fut parmi les premières machines électroniques disponibles à l'université de Grenoble. Elle a permis de développer des activités d'enseignement, de recherche et de services dès le milieu des années 1950. Grâce à elle, le laboratoire de calcul grenoblois allait se développer et se transformer progressivement en un grand institut de renommée internationale, pionnier de l'informatique française des années 1960-1970.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

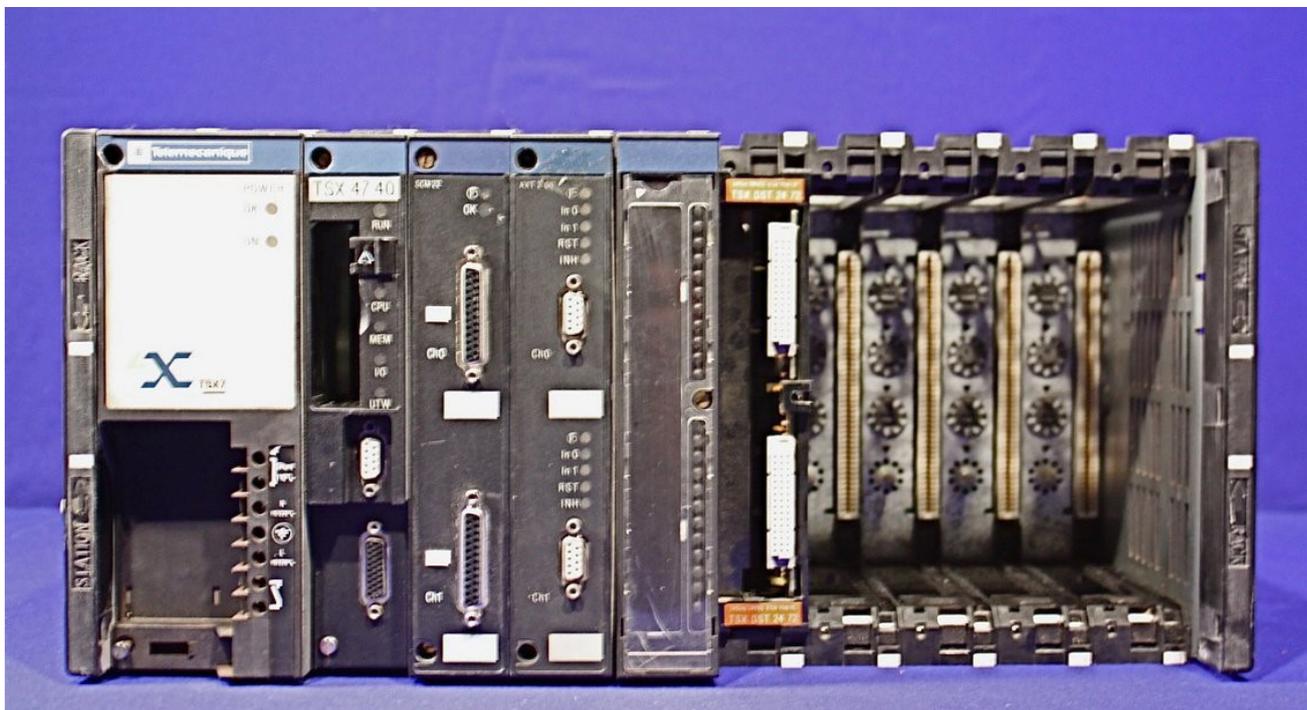
Pour en savoir plus

La fiche machine de l'OME P2 :

<https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 128

Patrimonialisation scientifique et technique : À l'origine de l'automatique et de l'informatique (1/10 - année 2020)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 16 janvier 2020 (534 vues)



Rack de base de l'automate programmable TSX 4740 de Télémécanique (groupe Schneider-Electric), vers 1990. Photo ACONIT

Par Xavier Hiron, chargé de mission collections et chargé de mission PATSTEC, ACONIT

Les collections informatiques de l'ACONIT, association pour un conservatoire de l'informatique et de la télématique, compte désormais un ensemble représentatif de plus de 50 pièces ayant trait directement à des automates programmables industriels (ou API). Ces pièces sont complétées par une documentation technique d'origine, très étoffée. Elles nous ont été spontanément confiées par un groupe d'anciens automaticiens représentant toutes les sensibilités de la profession, au nombre desquels il faut citer Richard Weitten, issu du service applications de Merlin Gerin (qui deviendra par la suite April, avant d'être absorbé par Schneider-Automation, filiale de Schneider-Electric), et Louis Boudillon, pour la branche Télémécanique, qui elle aussi intégrera le groupe Schneider-Electric en 1988.

Que sont ces objets et de quoi témoignent-ils ? Est-ce de l'informatique ? Pour le savoir, nous nous sommes adressés à ces passionnés qui ont œuvré pour enrichir notre connaissance de ce domaine souvent méconnu. Ils nous font découvrir un monde souterrain, mais pourtant bien présent dans notre quotidien. Grâce à leur travail de collecte, l'ACONIT vient d'ouvrir une nouvelle salle de sa galerie virtuelle dédiée à l'informatique et consacrée plus spécifiquement à l'automatisme industriel.

Qu'est-ce que l'automatique ?

Répondre à cette question nous amène à aborder en premier lieu une figure centrale de la recherche universitaire grenobloise, René Perret. Son parcours montre comment, dans les années 1960, les automates industriels sont progressivement passés d'une technologie de circuits simples, dite en "logique câblée", à des ordinateurs de pilotage des processus.

René Perret est un ingénieur grenoblois en électricité. Il poursuit ensuite une thèse à l'IMAG, qu'il publie au retour d'un séjour aux États-Unis, avec en seconde partie une étude approfondie sur les structures des nouveaux calculateurs électroniques. À l'époque de la reconstruction d'après-guerre, les industriels viennent chercher auprès des universitaires les compétences en conduite automatique des processus qui leurs manquent encore en termes de théorie, technologie et application. Raison pour laquelle René Perret décide de créer, au sein de la Faculté des sciences grenobloise, le Laboratoire d'automatique de Grenoble (LAG) dès 1956.

Historiquement, les circuits logiques industriels basaient leur développement sur des relais électromécaniques, que l'on reliait entre eux, pour les faire communiquer, par des câbles physiques. Pendant quelque temps

apparaissent des tubes électroniques appelés triodes et pentodes, qui se révélèrent encombrants et peu fiables. Avec l'apparition, dans les années 1960, des transistors, l'ancienne logique à relais devient progressivement caduque et les machines de commande et calcul intègrent une part de plus en plus conséquente de ces transistors sur circuits imprimés, puis de processeurs, qui peuvent être programmés. Les ordinateurs qui en découleront deviendront de plus en plus puissants et performants, pour répondre notamment à la forte demande de recherche qui caractérisera les 30 Glorieuses (et qui correspondra à l'essor du plan Calcul promu par le général de Gaulle).

Dans le contexte de cette évolution, le Laboratoire universitaire d'automatique de Grenoble de René Perret jouera un rôle de tout premier plan, en collaboration avec la société MORS, en créant le mini-ordinateur MAT-01 en 1966, le premier mini-ordinateur français.



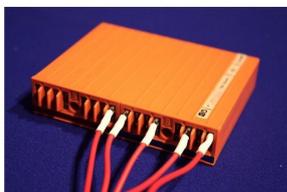
Le professeur René Perret, créateur du Laboratoire d'automatique de Grenoble. Photo LAG/EDA Publishing

Cependant, les industriels...

Pendant ce temps-là, que se passe-t-il dans le domaine industriel ? Les besoins qui y sont observés s'avèrent le plus souvent d'une nature diamétralement opposée à ceux de la recherche, car la commande des processus requiert, au contraire des calculs, de rester prioritairement assujettie à la partie physique automatisée. Les actions de commande sont en effet fixées au préalable de tout processus industriel et demeurent invariables tout au long de leur exploitation. Les critères de répétitivité de tâches (chaînes opératoires), de contrôle et fiabilité priment sur l'adaptabilité en temps réel des systèmes. Or ces besoins de contrôle et de commande explosent en quantité et en étendue, tout en requérant de garantir une sécurité optimale des résultats. Tous les grands secteurs industriels sont demandeurs, qu'il s'agisse de l'industrie automobile, chimique, pétrolière, des contrôles de circulation ferroviaire ou de production électrique, des cimenteries ou des usines de produits manufacturés en tous genres.

Pour commander et maintenir ces processus industriels au meilleur de leurs capacités, la solution de recourir à des modules mono-tâches programmables pour contrôler des opérations réduites en nombre, mais associés entre eux par câblages physiques (c'est-à-dire en entrées/sorties traditionnelles) ou, comme apparue ultérieurement, par logique numérique, s'est avérée la plus souple et la plus efficace.

L'utilisation des transistors et semi-conducteurs permet de réduire le volume des logiques par relais électromécaniques et partant, d'augmenter le nombre des fonctions câblées. Et quoi qu'on pourrait en penser a priori, de tels équipements peuvent s'avérer, au final, très sophistiqués en nombre et en étendue. L'exemple est souvent donné d'une manufacture de poudres ayant utilisé, afin de contrecarrer la dangerosité de sa production, jusqu'à 1000 automates programmables en batteries. Les automates s'intègrent partout (dans votre voiture ou votre machine à laver par exemple), dès qu'il y a un processus à paramétrer et à programmer.



Ci-dessus, un Silimog ; ci-contre, un SMC 50 de Renault-automation ; ci-dessous, une console de programmation PB 2062 de chez Merlin Gerin.



De la cellule de base Silimog à l'automate industriel programmable SMC 50 produit par Renault-automation et diffusé par la société April, en passant par la console de programmation PB 2062 de chez Merlin Gerin. Photos ACONIT

Les ordinateurs et l'essor du logiciel

En évoquant l'aventure du MAT-01 de l'entreprise MORS, nous touchons au cœur de la problématique industrielle et informatique. Rappelons que l'ingénieur Guy Jardin avait persuadé en 1966, à l'issue d'une formation professionnelle reçue au LAG, Hubert de Turckheim, son président-directeur général à la tête de l'entreprise MORS, de mettre sur le marché avec l'appui de la firme Télémécanique, les solutions électroniques permettant de passer d'une logique câblée simple à une logique programmée, c'est-à-dire utilisant des circuits mémoires contenant des "règles" applicables à chaque situation. Cela donnera naissance à la commercialisation d'une gamme étendue de mini-ordinateurs, dont les fameux produits Solar, particulièrement adaptés aux domaines industriels.

Il est vrai que le développement de la logique électronique, tels que les cellules Cusa du LAG (René David), les Silimog de Merlin Gerin ou leurs équivalents de la gamme Téléstatic de l'entreprise Télémécanique, fabricant historique d'automates industriels, permettent d'avoir recours à une microprogrammation spécifique pour le traitement des opérations logiques en langage Grafcet. Ce dernier, développé par Renault-automation (la future SMC), était utilisé pour la mise en forme des instructions via des consoles dédiées. Ceci permet par exemple de centraliser la coordination d'une chaîne

complète d'automates sur l'un de ces mini-ordinateurs, comme ce fut le cas avec les Solar. D'origine française, le Grafcet fut aussi le fruit d'une collaboration université - industrie et constituera, par la suite, l'un des cinq langages de programmation d'automatique acceptés par les normes européennes.

Mais le système auquel le calculateur industriel MORS faisait désormais appel était de conception différente, puisqu'il avait recours à une logique non plus à base de relais électromécaniques fixes, mais bien à une logique numérique séquentielle. Ceci sous-entend la primauté donnée aux programmes et, par voie de conséquence, à l'exécution des logiciels en continu. La grande aventure de l'informatique pouvait véritablement démarrer.

Conclusion

Ce moment particulier de l'histoire de l'informatique dessine ce que l'on appelle communément une fourche technologique, où apparaissent deux technologies indépendantes qui suivront chacune leur propre évolution, tout en conservant une origine commune (et parfois quelques passerelles). C'est bien une histoire de cette nature-ci qui vient de vous être contée, avec tout ce que cela implique comme conséquences en termes d'envolée exponentielle des besoins et capacités du domaine logiciel et de son corollaire, le traitement des données.



Le Mat-01, premier mini-ordinateur français et son unité de calcul (à droite). Document ACONIT

Remerciements

À Richard Weitten, Louis Boudillon, Philippe Denoyelle et Jean Ricodeau (ACONIT) pour leurs apports documentaires et relectures croisées.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

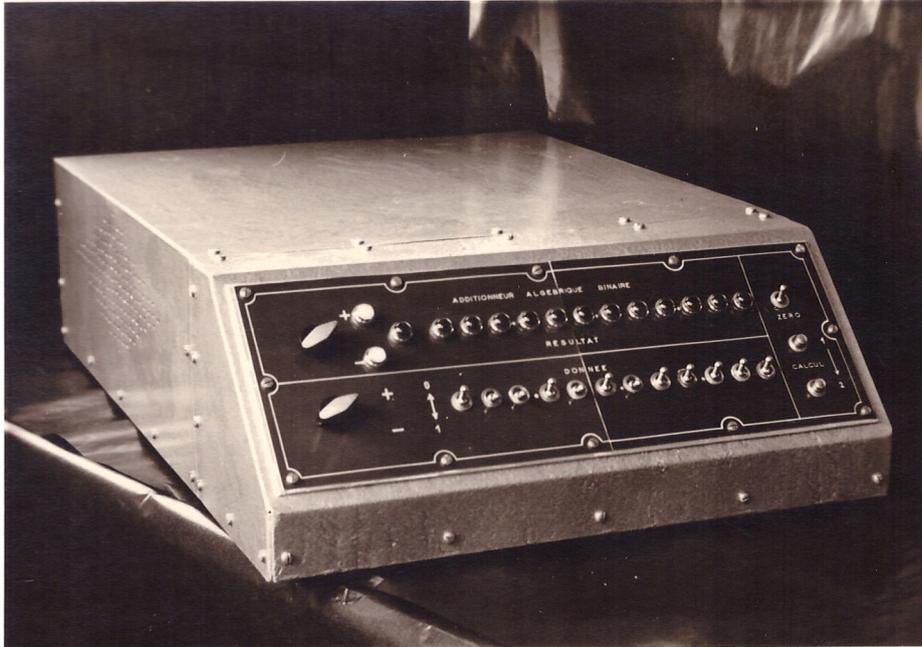
Pour en savoir plus

Galerie API : voir https://db.aconit.org/dbgalerie/galerie_salle_René_Perret

"De la Logique câblée au calculateur industriel", René David (enseignant chercheur de l'IMAG) et Michel Deguerry (ancien directeur de Télémécanique à Grenoble), juin 2008, EDA Publishing, Grenoble, France.

Patrimonialisation scientifique et technique : un additionneur algébrique binaire, premier composant d'ordinateur développé en école d'ingénieurs ? (4/10 - année 2020)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 13 avril 2020 (144 vues)



L'additionneur algébrique binaire réalisé en 1961-62 par des élèves-ingénieurs de l'EIEG. Photo Ph. D.

Par Philippe Denoyelle, ingénieur électronicien retraité, chargé des moyens techniques, ACONIT

Alors que les universités anglaises et américaines ont lancé dès les années 1940 leurs études de calculateurs électroniques (ce qu'on appellera ensuite ordinateurs), ce genre de développement n'était pas dans les objectifs des universités françaises¹. Cependant à Grenoble un jeune professeur, René Perret, de retour des États-Unis, va lancer un projet de fin d'études dans la toute jeune École d'ingénieurs électroniciens de Grenoble (EIEG).

Le contexte : la deuxième promotion de l'EIEG

L'école a été créée en 1957, sur le modèle de l'INSA, avec une année préparatoire intégrée. La deuxième promotion, entrée en 1958, entame en 1961 sa dernière année d'études. L'école a lancé cette année-là un nouveau cours, "Les calculateurs électroniques", dirigé par le professeur Perret. Aussi quand, après quelques semaines de cours, la direction annonce les projets de fin d'étude, très naturellement un groupe d'étudiants choisit le projet proposé par le professeur Perret : "Registre binaire".

L'équipe se compose de quatre amis : Françoise Cofman, Rolf Buder, Philippe Denoyelle et Guy Percher, auxquels vient s'associer Claude Monroy.

Que reste-t-il aujourd'hui de ce travail ? Trois rapports : une pré-étude, le développement "Étude – calculs et schémas" et une notice technique. Plus un lot de calques et les souvenirs de quelques participants. Mais près de 60 ans plus tard, il est loisible de s'interroger sur ce que nous montre ce projet : Qu'était-il était possible de réaliser dans le contexte des connaissances de l'époque ? Quel est l'apport pédagogique ? Quelles ont été les retombées pour l'école et pour les étudiants ?



Les trois rapports de 1961-62 consistent l'essentiel des données du projet. Photo Ph. D.

Le rapport de pré-étude

Le rapport montre le faible niveau de connaissances de base en logique binaire des étudiants de cette époque. N'oublions pas que les cours de René Perret viennent juste de commencer. Ces étudiants de troisième année connaissent bien l'électronique ; ils ont étudié tous les circuits possibles avec des tubes

électroniques et découvert les transistors en deuxième année. Mais qu'est-ce qu'un registre ? Le mot est inconnu et il faudra de longues recherches en bibliothèque pour trouver quelque chose².

Les étudiants ne s'en cachent pas dans le rapport déposé à la fin du premier trimestre.

Quand nous avons choisi ce projet, nous ne savions absolument^{pas} de quoi il était question. Nous avons donc du commencer par étudier l'a.b.c. même des machines à calculer et de l'algèbre logique. C'est pourquoi nous prions notre lecteur de bien vouloir nous excuser si notre texte rappelle certaines évidences.

Après d'assez longues recherches bibliographiques, nous

Un extrait du pré-rapport daté de fin 1961. Photo Ph. D.

Le projet initial prévoyait l'étude d'un "registre binaire". Mais les étudiants veulent quelque chose de plus dynamique et obtiennent la requalification du projet en "additionneur algébrique binaire".

Le premier rapport est très scolaire : il montre en cinq chapitres que les différentes techniques ont été étudiées et comparées :

(Les extraits des rapports sont cités en italique)

- Le code choisi est le binaire, avec représentation des nombres négatifs en complément à 1 : si $4=0100$, $-4=1011$;

- Les circuits seront à transistors PNP ;

- L'additionneur fonctionnera en mode série (les chiffres entrent un par un dans une cellule d'additionneur unique) : "Nous pensons réaliser un montage série car notre additionneur n'a pas besoin d'être rapide, par

contre il ne doit pas être trop coûteux." ;

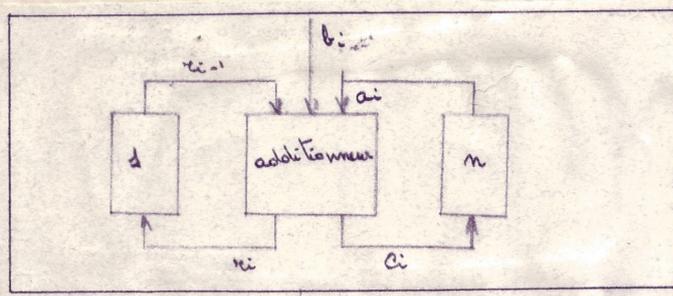
- Il faut deux nombres, donc deux registres pour faire une addition. Le registre d'entrée sera formé de 12 interrupteurs, le registre totalisateur est formé de 12 bascules à transistors ;

- "Pour commander l'enchaînement des phases du calcul, pour faire décaler simultanément les deux registres, pour la régénération des impulsions, il est nécessaire de disposer d'impulsions périodiques." Il faut donc développer une horloge, un compteur pour les décalages par 12 et un ensemble de circuits de commande.

Le rapport a été péniblement tapé sur une machine à écrire mécanique, avec papier carbone et pelures pour les différentes éditions. Tous les schémas sont dessinés à la main, tirés, découpés et collés sur chaque page...

- On additionne s'il y a lieu le report circulaire. Le total définitif stocké dans la mémoire, peut être lu quand on veut.

2-2.2 Technologie :



Exemple de figure contenue dans le rapport de 1961. Photo Ph. D.

Enfin, on trouve une liste du matériel nécessaire à la réalisation. L'histoire raconte que le responsable de l'atelier s'est égaré à la vue des premières lignes : 176 transistors, 227 diodes. Il faut demander l'autorisation de la direction. Les transistors seront fournis, mais avec une consigne stricte : « Ne coupez pas les fils. Il faut que nous puissions les réutiliser. » Il faut se replacer dans le contexte de 1962 : le lot de transistors et diodes est chiffré dans le rapport final à 2 346,64 F, soit environ 3 500 € actuels. Le transistor individuel devait coûter l'équivalent de 15 €, pour 0,20 € actuellement.

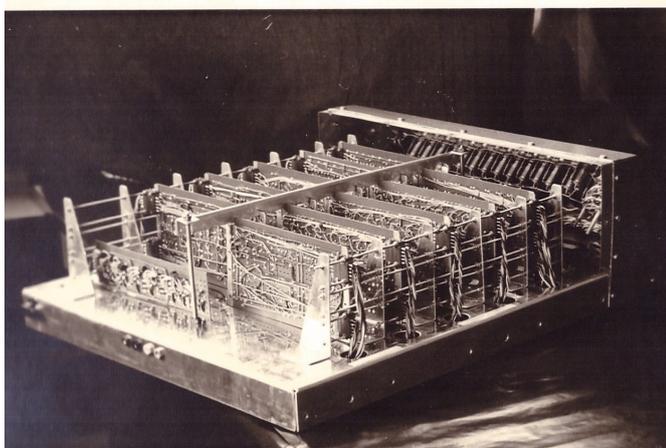
Le deuxième rapport "Étude – Calculs et schémas" contient 54 pages denses. Il est bien sûr toujours préparé à la main : machine à écrire, calques et Rapidographs.

Le rapport final : "Notice technique"

La notice technique ne détaille pas la technologie utilisée, mais elle contient des photos noir et blanc, tirées par Rolf Buder sur papier mat, qui permettent de bien juger de la réalisation.

La machine est réalisée sur 11 cartes logiques. Les composants sont montés sur des cartes époxy perforées, avec connecteur Souriau vissés à l'extrémité. Les queues des composants passent dans les trous et sont câblés à plat au dos des cartes. La notice contient le code de numérotation des connecteurs et un code de couleur pour les fils.

Devant la quantité de composants qui débarquent sur la table de l'atelier, le responsable a dû s'inquiéter pour le temps de câblage. Mais l'équipe était efficace.



Montage et câblage dans l'atelier de l'école d'ingénieurs. Photos Ph. D.

Que sait-on des problèmes de mise au point ? Une comparaison attentive des schémas des deuxième et troisième rapports ne montre aucune différence dans les schémas logiques, par contre une erreur électronique systématique a été corrigée : une diode d'entrée de circuit "ET" ne doit jamais rester "en l'air" mais bien être ramenée à la masse.

À noter aussi l'apparition de deux petits circuits RC dans les circuits annexes, visiblement pour éliminer le recouvrement entre le front descendant d'un signal d'horloge et le front montant d'une horloge auxiliaire.

Et le compteur ? Visiblement, les valeurs des composants ont été réajustées et il y a cette note dans

la notice qui sous-entend de fréquents problèmes : "*si ce train d'onde n'est pas stable, réajuster les tensions d'alimentation jusqu'à stabilisation*".

La notice décrit évidemment l'utilisation :

- Un bouton à droite permet la remise à zéro du totalisateur ;
- Placer un nombre sur les 12 clés. Un commutateur à gauche permet de préciser son signe + ou - ;
- Appuyer sur les poussoirs 1 et 2 : le nombre s'affiche sur les voyants ;
- Placer un second nombre ;
- Appuyer sur les poussoirs 1 et 2 : le total s'affiche sur les voyants. Un commutateur + ou - permet d'afficher séparément la valeur absolue du résultat et son signe.



La machine réalisée dans l'atelier de l'école d'ingénieurs. Photo Ph. D.

Conclusion

Une note du journal *Le Dauphiné Libéré* précise que le projet a été primé par la direction de l'école.

Philippe Denoyelle, plein d'enthousiasme, ayant dit au directeur Jean Benoit qu'il était possible de compléter cette étude et d'aller vers la réalisation d'un vrai "calculateur électronique"⁴, s'entend répondre « Faites-moi donc une note sur ce sujet ». Mais la note ne sera envoyée que près d'un an après. Il est probable que l'additionneur avait déjà été désossé. Le numérique n'étant pas omniprésent à cette époque, l'école devait sans doute former prioritairement des purs électroniciens spécialistes de l'analogique, des mesures, etc.

Il semble que ce projet, petit morceau d'ordinateur, ait été le seul de son espèce dans cette période. Ni Supélec, ni l'ISEN à Lille, ni Toulouse, les écoles les plus en pointe sur ces nouvelles technologies, n'avaient monté ce type de projet.

Le coût pouvait certes faire réfléchir : ce projet s'est monté à 3 037 F, soit environ 4 550 €. Et pour bâtir un ordinateur complet, certains points étaient encore très

déliçats, spécialement la technologie de la mémoire. Cependant, avec une bonne répartition des tâches, plusieurs projets auraient certainement pu conduire à la réalisation d'un ordinateur simple. Rappelons-nous qu'en 1965, soit trois ans après, la société DEC produisit l'ordinateur PDP-8 à mots de 12 bits qui se vendra à 50 000 exemplaires...

Rappelons enfin que l'EIEG a fusionné quelques années après avec la section radio de l'INPG pour donner l'ENSERG, l'école nationale supérieure d'électronique et de radioélectricité. Qui est elle-même devenue PHELMA, Physique, électronique et matériaux, en 2008.

1. Rappelons que l'échec de la "machine de Couffignal" avait laissé de bien mauvais souvenirs au CNRS.

2. C'est sans doute la monographie "Principe des calculatrices numériques automatiques" de P. Naslin, parue en 1958, qui a apporté la solution. Elle est citée en bibliographie, de même que le livre "Les techniques binaires et le traitement de l'information", de H. Soubies-Camy. Mais cet excellent ouvrage, paru en 1961, est arrivé en fin de pré-étude.

3. Le plus curieux est que ceux de l'équipe qui travailleront ensuite à la CII retrouveront ces tensions dans les ordinateurs CAE 130 et CAE 133.

4. Rappelons que si le terme "ordinateur" a été choisi dès 1955 par IBM, il n'est pas connu ni diffusé avant 1962.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Destins d'objets scientifiques et techniques : Le Mind 1024, rencontre entre anatomie et informatique (10/10 - année 2018)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 21 décembre 2018 (882 vues)



Zoom sur un rack du Mind (incomplet). Collection et photo ACONIT

*Par Cyrielle Ruffo, chargée de mission valorisation du patrimoine
en collaboration avec Alain Guyot et Xavier Hiron, chargés de collections, ACONIT*

1024 : voilà un nombre qui fait réfléchir. Très courant en matière d'informatique, cette valeur représente tout simplement le produit de 2 puissance 10, car toutes les mémoires informatiques ont des capacités qui sont des multiples de ce produit. De nos jours, tous les ordinateurs sont donc pensés en base 1024. Mais cette valeur est porteuse d'une signification supplémentaire pour le Mind.

Dès la décennie 1940, les chercheurs et informaticiens ont inventé les neuro-computers. Comme leur nom l'indique, ce sont des ordinateurs qui copient de manière informatique le processus de fonctionnement des neurones. Ces appareils étaient utilisés dans la recherche de pointe. 1024 fait donc ici référence au nombre de ces "neurones informatiques imités".

Ce chiffre a été utilisé la toute première fois dans les années 1980 pour la conception de l'un de ces neuro-computers, appelé Mind 1024 (acronyme pour Machine à interaction neuronale démodulée), réalisation purement grenobloise qui vient clôturer notre saga d'articles pour l'année 2018.

La conservation d'une machine unique en son genre

À la fin de sa période de mise en service, la question de la sauvegarde du Mind 1024 s'est posée. L'appareil, toujours en état de marche, a été pris en charge par l'ACONIT il y a maintenant sept ans et est actuellement entreposé dans les réserves de l'association. Mais pourquoi avoir conservé cette machine et quelles sont les raisons qui font que nous avons tout intérêt à perpétuer l'histoire du Mind 1024 ?

La dimension patrimoniale de cet objet s'intègre à la fois dans l'appareil même, ainsi que dans ce qu'il évoque. Tout d'abord, il est important de savoir que le Mind 1024 est plus qu'un prototype : c'est un appareil de recherche unique au monde qui n'a jamais été commercialisé. Même s'il existe d'autres machines ayant une configuration similaire, elles ne sont pas structurellement identiques. Cet ensemble est également important par ce qu'il représente : le Mind 1024 fait partie des fleurons de la recherche sur les processus d'apprentissage qui s'est développée à

Grenoble. Il est donc intimement lié à son histoire, prise du point de vue des progrès technologiques non négligeables qu'il a contribué à faire émerger.

Le caractère exceptionnel et rare du Mind 1024 a été reconnu au niveau national puisque cet ensemble sera évoqué lors de la prochaine exposition réalisée par les acteurs de la mission PATSTEC (patrimoine scientifique et technique contemporain), intitulée "Prototypes", qui sera mise en place au musée des Arts et Métiers en 2020 à Paris. Mais pour savoir avec précision ce qui fait de cet appareil un objet exceptionnel, il est bien évidemment nécessaire de se plonger dans ses entrailles.

La "matière grise informatique"

Parlons un peu de ce Mind 1024, une machine très simple en apparence : l'ensemble, de forme rectangulaire, pèse environ 200 kilogrammes pour deux mètres de hauteur. Il se constitue d'un rack en acier (meuble de rangement permettant d'entreposer du matériel électronique) monté sur roulettes. À l'intérieur de chacun de ces espaces, au nombre de cinq, une vingtaine de cartes mères sont intégrées dans des emplacements prévus à cet effet. Chaque caisson est pourvu de boutons permettant de mettre en marche la machine. Tout le système est branché et alimenté par des câbles qui se situent à l'arrière du Mind.



Vue d'ensemble du Mind 1024. Collection et photo ACONIT

Cependant, malgré une simplicité physique extérieure presque banale, le but de cet ensemble était de réaliser un processus assez insolite : pas moins de 64 microprocesseurs composent la machine et imitent le travail de connexion de 1024 neurones très rapides

(d'où le nom du Mind), eux-mêmes constitués de ce que l'on pourrait appeler 1 048 576 synapses (les synapses sont les zones où les neurones interagissent entre eux, qui permettent le passage d'une information). Pour faire simple et comme évoqué plus haut, l'objectif du Mind 1024 était de simuler à une échelle restreinte le mode opératoire du cerveau humain. Son but n'était pas de créer mais bien de reproduire des pratiques d'apprentissage en utilisant des algorithmes de nature différente. Cette aptitude étonnante et remarquable était destinée à résoudre des problèmes rencontrés en physique, réseautique, mais aussi en simulation de processus décisionnels. Il a été construit dans le but de tester diverses stratégies d'apprentissage, car les tester sur ordinateur était bien trop coûteux et complexe dans les années 1990.

Un moustique possède environ 100 000 neurones biologiques, un humain environ un million de fois plus. Le Mind 1024, lui, comporte seulement 1024 neurones de Hopfield ; mais ceux-ci sont de mille à dix mille fois plus rapides que les neurones biologiques. Un neurone de Hopfield a seulement deux états : il peut être excité ou inactif. Les états binaires de certains neurones sont imposés par l'extérieur (ce sont les entrées) et les états de certains autres sont observables de l'extérieur (ce sont les sorties). Ces entrées et sorties sont des nombres binaires qui peuvent représenter des images, des mots, des sons, soit toute information dite numérisable. Un neurone excité cherche à en influencer d'autres à travers des connexions appelées synapses. Chaque synapse est affectée d'un nombre entier appelé le poids synaptique. Le Mind 1024 mémorise 1 048 576 poids synaptiques, connectant chacun de ses 1024 neurones à tous les autres (y compris lui-même). Un poids positif va tendre à exciter un autre neurone ; à l'inverse, un poids négatif à l'inhiber et nul à ne pas l'affecter (pas de connexion). On observe ce comportement dans un cerveau biologique.

L'apprentissage du Mind consiste à fixer les valeurs du million de poids synaptiques, ce qui n'est pas une mince affaire. Schématiquement, si un neurone en sortie donne la bonne réponse, on va augmenter le poids synaptique de tous les neurones qui sont connectés (récompenser leur bonne influence) et faire l'inverse pour une mauvaise réponse (punir une mauvaise influence). Autrement dit, si deux neurones sont excités simultanément, le poids de leur connexion est augmenté. Mais cette stratégie est très loin d'être suffisante pour équivaloir à un processus d'apprentissage. Le Mind exécute plus d'un milliard d'additions par seconde, ce qui est grossièrement équivalent à un gigaflop ou un Cray 2 bi-processeur de l'époque.

Pour conclure sur ces explications, il faut tout de même souligner que le nombre de neurones imités dans l'appareil est dérisoire par rapport à celui rencontré dans un cerveau humain, qui en contient plusieurs milliards. Cependant, les informaticiens ont tout de même réussi à copier le processus de transmission de l'information et à l'adapter à cet ordinateur. Ce désir de mimer le fonctionnement de notre matière grise,

voulu par les ingénieurs, avait pour objectif de mieux satisfaire aux différentes nécessités en matière de recherche. La conception du Mind et des machines possédant un système lui ressemblant a démontré l'intérêt de transposer le processus anatomique naturel de notre encéphale et de l'adapter aux ordinateurs.

Les précurseurs, le Mind et Siri

Il est intéressant de se demander pourquoi les chercheurs ont décidé de concevoir une machine capable de reproduire le fonctionnement du cerveau humain. Pour y répondre, remontons au contexte de sa création.

L'idée de s'inspirer de nos méninges en informatique ne date pas d'hier. Tout commença en 1943, quand deux Américains, Warren McCulloch et Walter Pitts, ont soumis un modèle mathématique du processus neuronal, qui connut à l'époque un grand succès. Cette première ébauche permettait de prédire ou d'anticiper le fonctionnement du cerveau grâce aux ordinateurs. En 1958, un autre Américain nommé Frank Rosenblatt créa une machine nommée Perceptron, composée de neurones, avec pour objectif de simuler le fonctionnement de notre cerveau. Ce n'est que bien plus tard, en 1982, que John Hopfield, physicien américain, conçut des réseaux de neurones imités dotés de facultés d'apprentissage. En 1985, après une version antérieure moins performante, baptisée Mind 128, le CEA (alors dénommé Commissariat à l'énergie atomique), en collaboration avec l'INPG (Institut polytechnique de Grenoble), s'inspire de l'invention de Hopfield pour la création du Mind 1024. Mis en service en 1991, il fonctionna deux ans à Grenoble, entre 1992 et 1994, avant de rejoindre Saclay, en région parisienne, un an plus tard.

L'invention du Mind 1024, ainsi que des machines ultérieures conçues sur une base similaire, a apporté de nombreux progrès technologiques

qui abondent notre société : reproduire le fonctionnement de notre cerveau à l'échelle d'un ordinateur a notamment engendré l'invention de la reconnaissance faciale, utilisée par les programmes des caméras de surveillance. Ce progrès joue également un rôle important dans le développement des algorithmes de détection des images ou termes chocs circulant sur le web, car les logiciels sont désormais capables de reconnaître la violence, la nudité ou encore la pornographie. Pour prendre un autre exemple qui parlera aux adeptes des smartphones et des ordinateurs nouvelle génération, c'est aussi grâce aux progrès apportés par le Mind et par d'autres machines similaires que Siri (Apple) ou Cortana (Windows) sont capables de reconnaître votre voix, d'analyser les informations que vous leurs demandez et d'y répondre.

Dans notre monde, de plus en plus d'appareils et de machines de notre quotidien sont dotées de telles facultés : voitures, électroménagers et autres objets connectés, tels que les assistants vocaux, sont en capacité d'assimiler nos voix ou nos traits physiques. Certains programmes sont même en mesure d'apprendre seuls des stratégies de jeux complexes en seulement quelques heures (processus qui peut demander plusieurs mois ou années pour un être vivant) et de battre sans l'aide d'un programme pré-installé un être humain aux échecs.

Ces innovations technologiques apportées indirectement par le Mind 1024 ou d'autres machines semblables soulèvent certaines questions sur le plan social et sont loin de faire l'unanimité. Ingénieurs, informaticiens, industriels et scientifiques (par exemple Steve Wozniak, Bill Gates et Stephen Hawkins) condamnent cette sorte d'intelligence. Ces critiques nous amènent alors à nous questionner sur les limites de l'héritage que laissent cet ordinateur et les appareils dits neuro-mimétiques dans la société d'aujourd'hui.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

La fiche machine du Mind 1024 : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 9494

Machines et personnalités : Le Minitel, une conception Made in France (6/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 26 juin 2019 (901 vues)



Minitel 5 portable conservé au musée des Confluences. Photo musée des Confluences

Par Cyrielle Ruffo, chargée de mission patrimoine, en collaboration avec Maurice Geynet, ACONIT

Les périodes des années 1970 et 1980 furent très importantes en matière d'informatique : après l'invention de machines destinées aux entreprises et à la recherche de pointe, les ordinateurs "grand public", utilisables par tous, firent graduellement leur apparition. Apple lança ses premiers appareils, fonctionnels et moins coûteux, IBM conçut son "Personal Computer" (terme générique qui devint une appellation standard), pratique et facile à manipuler. Mais qu'en est-il des réalisations françaises dans le domaine de l'informatique dédiée aux personnes ?

En 1973, une petite entreprise, R2E, avait déjà lancé le premier micro-ordinateur au monde, le Micral. Mais c'est en 1982 que la France développa l'un de ses grands succès en informatique : le réseau Télétel et son terminal dédié, le Minitel, acronyme de Médium interactif par numérisation d'information téléphonique. Symbole du savoir-faire français en matière de technologie, le projet fut lancé par une équipe du Centre commun d'études de télévision et télécommunication (ou CCETT) basé en Bretagne. Testé tout d'abord par une cinquantaine de personnes volontaires, il envahit progressivement le marché.

Retour sur cet appareil emblématique, seulement trente-sept ans après sa mise en service.

Une interface et un fonctionnement simple

D'aspect similaire aux ordinateurs que nous connaissons aujourd'hui, le Minitel, qui est un poste informatique dit passif, comportait les mêmes composants de base quel que soit le modèle, même si son aspect physique pouvait changer selon l'entreprise qui le fabriquait. Prenons l'exemple du Minitel 1, qui ouvre la gamme au début des années 1980 : en plastique de couleur beige ou marron, il possédait un écran carré de 9 pouces disponible en noir et blanc, mais aussi en couleur, un clavier comprenant plus d'une cinquantaine de touches blanches, vertes et grises et un modem (ou modulateur - démodulateur) qui permettait de se connecter aux serveurs. Contrairement aux ordinateurs, il ne possédait pas de composants permettant de stocker des informations, comme un disque dur.

Le principe du Minitel est d'associer deux systèmes distincts : le système informatique et le système des télécommunications. Le Minitel n'avait donc pas la

capacité de traiter des informations : l'écran, le clavier et les éléments internes permettaient uniquement leur transfert et l'accès aux serveurs Télétel. Pour fonctionner, l'appareil était relié par un câble au réseau téléphonique via une "prise T". Cette connexion permettait le transit des informations entre le réseau téléphonique de France Télécom et le réseau informatique appelé Transpac (réseau créé par une filiale de France Télécom) via un point d'accès appelé Vidéotex.

Chaque série de Minitel fut dotée de diverses améliorations, uniques et très pratiques : l'accès au terminal par mot de passe ou encore l'ajout d'un répertoire téléphonique. Avec l'arrivée du Minitel 10, la gamme connut son plus grand changement : le terminal était agrémenté d'un téléphone intégré, relié et posé sur le clavier, une vraie révolution pour l'époque, étoffée grâce à l'ajout d'un répondeur téléphonique à partir du Minitel 12.



Exemplaire d'un Minitel 1 Philips de marque La Radiotechnique. Collection et photo ACONIT

Une machine novatrice

Incomparable et singulier en son genre, le Minitel connut de manière croissante un véritable triomphe en France, comme ce fut le cas pour la télévision. Gratuit dans les premières années de sa mise en service, cet appareil permettait aux consommateurs d'utiliser différents services. Ainsi, en composant quatre chiffres, dont les deux premiers commençaient par le numéro 36, chaque personne pouvait consulter l'annuaire téléphonique, la météo, lire le journal, regarder les horaires des trains, réserver un billet, une chambre d'hôtel, jouer à des jeux en ligne, réaliser des transactions bancaires ou encore effectuer des formalités administratives, des démarches qui sont toutes accessibles sur internet de nos jours. Les premiers services de vente en ligne ont également profité du Minitel, comme les enseignes La Redoute et Les Trois Suisses, qui réalisaient environ 15% de leur chiffre d'affaire global grâce à ce terminal. Le service du fameux "Minitel rose" (préfiguration des sites de rencontres coquines) fut également très utilisé, puisqu'il représentait la moitié des recherches et des recettes perçues grâce au Minitel.

Certains de ces services étaient payants, comme les appels téléphoniques et les télégrammes. Les prix étaient compris entre 0,84 et 28 Francs (de 0 à 4 euros pour les plus chers). Les paiements étaient effectués via un système de facturation unique couplée avec celles des services téléphoniques. Grâce à cette machine,

environ 25 000 services étaient disponibles quinze ans après sa création.

Si le Minitel a tant séduit les foyers français, c'est grâce à sa gratuité et toutes ses fonctionnalités, qui facilitaient grandement la vie des usagers. Toutes les possibilités qu'il offrait étaient inédites, car cet appareil était le seul au monde à proposer un tel éventail de services, indiqués sur un annuaire en ligne associé. Cependant, après avoir conquis tout le territoire français, cette machine hors du commun va connaître un désintérêt progressif menant à l'arrêt total de ses services.

Zénith et déclin : que reste-t-il du Minitel aujourd'hui ?

Le succès phénoménal du Minitel porta le nombre d'appareils vendus à 120 000 en 1983, soit un an après son lancement. L'année d'après, 880 000 exemplaires supplémentaires sont achetés en France. En 1993, les possesseurs de Minitels sont estimés à 14 millions. Prenant conscience de l'intérêt de cette machine et le potentiel qu'elle pouvait offrir, de nombreux géants de la téléphonie ou des technologies comme Alcatel, Phillips ou Thomson se sont appropriés le marché de cet appareil.

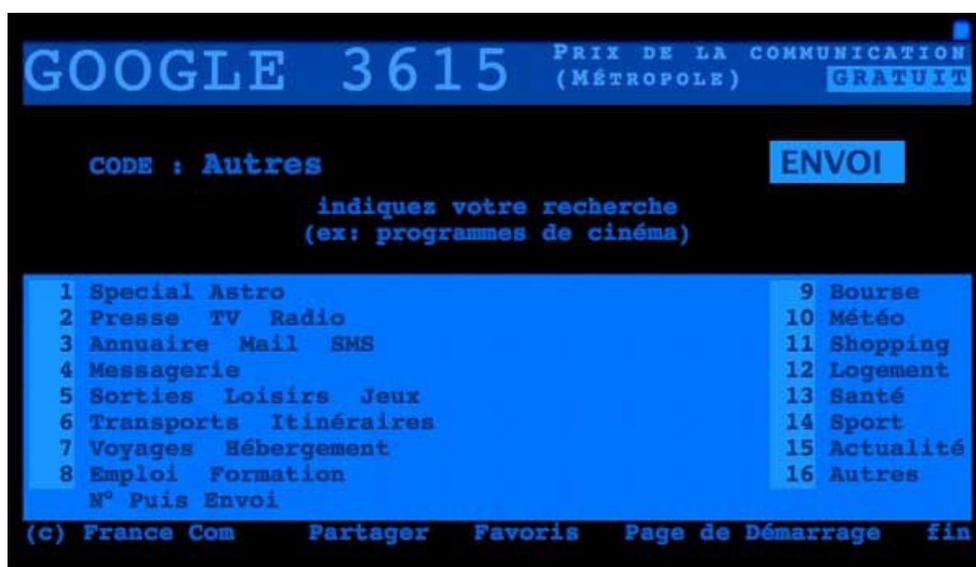
Même prisé par 25% des foyers dans les années 2000, la diminution de l'utilisation du Minitel

commença avec l'arrivée d'internet sur le marché et ne fut jamais enrayée. Ce nouveau réseau, plus attrayant et performant, offrait un nombre de possibilités plus importantes que le réseau Télétel : système plus pratique, gratuité de tous les services équivalents, affichage d'images, ajout de son. Mais même si l'informatique prit l'avantage, cet appareil resta tout de même très apprécié pendant quelques années. En douze ans, on passe de 5,5 millions à 3,6 millions de Minitels en service, avec une baisse notable des services accessibles (de 25 000, il n'en reste plus que 1 880 en 2011, avec environ 410 000 Minitels en utilisation). Un an plus tard, après 30 ans de bons et loyaux services, le réseau Télétel est fermé par France Télécom le 30 juin 2012 à minuit. À ce moment, 300 000 personnes utilisaient encore un Minitel.

Aujourd'hui, certains organismes dédiés à la conservation du patrimoine scientifique s'attachent à préserver quelques vestiges de ces appareils qui ont marqué la population française. L'ACONIT détient

environ trente-cinq exemplaires de Minitels dans ses collections. Quelques modèles sont également visibles au musée des Arts et Métiers à Paris ou encore au musée des Confluences de Lyon. De nombreux sites web ont également été ouverts pour perpétuer le souvenir de ce terminal.

Le Minitel détient une place à part dans l'histoire de l'informatique française. Tout d'abord sceptiques quant à son utilisation car vu comme un gadget, les foyers français ont massivement adhéré, par la suite, à son utilisation pour son côté pratique, son ergonomie et surtout pour la grande panoplie des services en ligne qu'il proposait. Grâce à cet éventail, la France est longtemps restée la pionnière du commerce électronique. En clair, le Minitel a préparé les Français à se familiariser avec l'usage des ordinateurs. Monument de la télématique, il est et restera sans conteste une des icônes du patrimoine technologique de notre pays.



Interface Google sur Minitel. Document abondance.com

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

Un site internet dédié au Minitel : <https://www.minitel.org>

Un site internet et musée virtuel dédié au Minitel : <https://www.museeminitel.fr>

La fiche machine sur un exemplaire de Minitel 1 : <https://db.ACONIT.org/DBAconit/> + [id] collection : 9385

Un article détaillé sur le Minitel : <https://larevuedesmedias.ina.fr/du-minitel-linternet>

Machines & personnalités : De la place de la femme, du calcul à l'informatique (10/10 - année 2019)

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 12 décembre 2019 (1397 vues)



Grace Hopper et l'ensemble de l'équipage du Harvard Mark 1 de l'US Navy, posant en 1944 devant le calculateur numérique dont ils devaient assurer la programmation. Photo droits réservés

**Par Xavier Hiron, chargé de mission collections,
en collaboration avec Philippe Denoyelle, membre du bureau, ACONIT**

Cet article découle en grande partie de la Journée sur l'Histoire du calcul scientifique, organisée à Grenoble par l'UMS Gricad et qui s'est tenue dans les nouveaux bâtiments de l'IMAG le 28 novembre 2019, à l'occasion des 80 ans du CNRS. Il a été complété par des éléments rassemblés par les auteurs.

Terminologie : aux origines, le terme "calculatrice"

Dans son intervention intitulée "Calculatrices : femmes et machines", Bernard Ycart, du laboratoire Jean Kuntzmann (UGA), retrace un parallèle saisissant entre l'évolution de la machine à calcul et la place accordée aux femmes dans l'univers des mathématiques. Il évoque notamment le cas d'Eustachio Manfredi, célèbre éditeur d'éphémérides du début du XVIII^e siècle. Relatant ce travail ingrat de calculs journaliers dont Manfredi lui-même se plaignait, Bernard le Bouyer de Fontenelle évoque, dans un éloge qu'il fit de son aîné en 1739, que tous ces calculs n'auraient jamais été possibles sans le travail patient et plein d'abnégation de ses deux sœurs, Maddalena et Teresa. À cette occasion, Fontenelle crée

de toute pièce le mot calculatrice, par simple féminisation du terme calculateur, appliqué à l'époque aux hommes férus de calcul.

Cet aveu d'une collaboration dissimulée du vivant de Manfredi consacre le fait que, depuis la fin du XVII^e siècle, des femmes nobles, puis bourgeoises, commencent à acquérir suffisamment de savoir pour se voir confier des tâches pour lesquelles il s'avère que leurs qualités sont appréciées

Dans le cours du siècle suivant, on peut remarquer un élan de spécialisation des femmes dans ces métiers du calcul (tables astronomiques ou algébriques, calcul des calendriers,...) qui nécessitent patience, rigueur, méthode, pour exécuter de grandes séries de calculs à forte répétition. La vérification de cette valeur ajoutée tient sa consécration lorsqu'en 1757, l'astronome Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande prédit au mois près, en s'appuyant sur des formules conçues par le mathématicien Alexis Claude Clairaut, la périodicité du passage de la comète de Halley suivant la théorie des trois corps (prévision par

calculs des perturbations et déviations engendrées par l'attraction gravitationnelle des planètes Saturne et Jupiter sur la course de cette comète). Pour ce faire, Lalande reconnaît a posteriori que « Mme Lepaute nous fut d'un si grand secours, que nous n'aurions point osé sans elle entreprendre cet énorme travail, où il fallait calculer pour tous les degrés, et pour 150 ans, les distances et les forces de chacune des deux planètes par rapport à la comète ». La réalisation exacte de cette prévision consacrera la méthode mise en œuvre.

Tout cela est très clair. Mais peut-on pousser la démonstration de Bernard Ycart un peu plus loin ?

Les femmes et l'instruction publique

À l'autre bout de la chaîne du processus lexical, le terme calculatrice appliqué, dans la deuxième moitié du XX^e siècle, à une petite machine à calcul mécanique, résulte essentiellement d'un diminutif du terme calculateur qui, à cette époque, s'utilisait pour une machine à tubes électroniques de très grande taille. Par la suite, il désignera l'assistant portatif électronique de capacité réduite, par rapport aux gros ordinateurs. Il n'est cependant pas exclu de penser que sa diffusion

a pu être favorisée par le rôle souvent obscur que l'on confiait aux femmes dans la société des siècles passés, pour la réalisation de calculs que les hommes jugeaient ennuyeux et fastidieux.

Avec la généralisation de l'instruction publique dans le courant du XIX^e siècle, les femmes avaient progressivement acquis une reconnaissance et une autonomie notable dans nombre de domaines économiques. Malgré la forte spécialisation persistante de métiers dits féminins, l'historien de l'informatique Pierre-Alain Mounier-Kuhn (CNRS) remarque, dans une conférence donnée il y a quelques années au musée des Arts et Métiers, qu'à la fin de l'ère de la mécanographie, c'est-à-dire dans les années 1950-60, les femmes sont présentes à parité dans les métiers innovants du calcul, et ce tout au long de la chaîne opératoire – c'est-à-dire y compris pour des tâches de techniciennes et de programmeuses. Cinquante ans plus tard, c'est-à-dire après l'an 2000, le ratio est descendu en dessous de 20 % de femmes contre 80 % d'hommes. Certes, les métiers ont changé de nature, mais ce constat n'explique pas toute l'ampleur du phénomène observé¹.



Nicole Reine Lepaute (à gauche), 1723-1788 ; Mileva Maric, épouse d'Albert Einstein (au centre), 1875-1948 ; Joan Clarke (à droite), 1917-1996. Photos Wikimedia Commons

Pourtant, dans une étape intermédiaire, est apparu un autre phénomène qui montre bien que la question de la place accordée aux femmes dans le cours de l'évolution des sciences est bien une question sociale centrale. Et qu'une vraie spécificité féminine est non seulement perceptible dans le regard que celles-ci portent sur un domaine dont elles ont longtemps été écartées, mais que l'apport de cette spécificité fut fondamental pour l'accomplissement de projets majeurs pour l'évolution de la science contemporaine. Nous appellerions volontiers ce phénomène le "binôme organique". De quoi s'agit-il ?

Nous avons vu, dans un précédent article posté par l'ACONIT le 8 janvier 2019, le cas d'Ada Augusta

Lovelace et son apport particulier à la vision prémonitrice des capacités offertes par la programmation informatique, ainsi que la difficulté que ses admirateurs ont éprouvé à faire reconnaître cette clairvoyance dans un contexte où les machines de Babbage, précurseuses pour leur époque, n'arrivaient pas à atteindre leur finalisation. Elle allia des réalisations concrètes, comme la production d'un algorithme de calcul des nombres de Bernoulli, à une vision plus abstraite, passant par la définition d'une science des opérations symboliques applicables à un calculateur universel, donnant aux tentatives de Babbage la portée d'une préfiguration de la notion d'ordinateur.

Les femmes et la "culture de l'ombre"

Mais fort de cette "culture de l'ombre" (qui n'est en aucun cas synonyme de second rôle), on peut mentionner d'autres cas similaires. Citons-en deux représentatif.

Alan Turing est un génie incontestable qui fonde la science informatique. Durant la Seconde Guerre mondiale, malgré son caractère individualiste et fantasque, ses travaux bénéficient de l'apport d'équipes de savants qui se dédient à développer la cryptanalyse, science nouvelle destinée à percer les codes chiffrés de la machine Enigma. Il remarque, en 1941, Joan Clarke, brillante mathématicienne avec laquelle il se fiance, alors même qu'il est homosexuel. Calculatrice hors pair, on avait pourtant refusé, en 1937, de lui décerner l'intégralité de son diplôme de mathématique, car le règlement de son école interdisait alors qu'il soit accordé à une femme. Nommée responsable adjointe de programmes de cryptanalyse, il est certain que, sans elle, l'application de la méthode que développait alors Alan Turing n'aurait pu voir le jour dans le délai contraint qu'imposait la guerre. D'ailleurs, comme un retour ironique de l'histoire, le rôle de Joan Clarke fut honoré officiellement par l'empire britannique dès 1947, alors qu'Alan Turing fut écarté de tout programme scientifique anglais dès 1952 et qu'il fallut attendre soixante ans pour que le rôle crucial joué par Alan Turing dans l'avancée de la science informatique soit réhabilité par la reine Elizabeth II, qui

le gracie à titre posthume de son crime d'homosexualité en 2012 seulement.

Quant à Albert Einstein lui-même, grand visionnaire de la théorie de la relativité, il s'est fortement appuyé, durant ses premières années de physicien, sur la capacité de sa première femme, la mathématicienne et physicienne serbe Mileva Maric, à traiter les calculs nécessaires pour confirmer la recevabilité de sa théorie, ce qu'Einstein n'aurait pas, semble-t-il, été en mesure de mener seul. Ils s'étaient rencontrés à l'École polytechnique fédérale de Zurich, car c'était la seule en Europe, à cette époque, à accepter de délivrer un tel diplôme aux femmes. Or, une fois la théorie démontrée, le couple sombre dans une douloureuse affaire de séparation dans laquelle l'attribution de la renommée qui en a découlé n'est pas totalement étrangère. Si Albert Einstein accepte finalement de verser la totalité des subsides qui lui viendront de son prix Nobel à Mileva, c'est (officiellement en tout cas) pour qu'ils soient consacrés à la prise en charge de la schizophrénie de leur second fils, Eduar.

Ces exemples montrent combien la convergence de deux sensibilités scientifiques distinctes semble nécessaire à la résolution de problématiques complexes, notamment celles pour lesquelles les nombres prennent une large part. Et combien, socialement parlant, il fut difficile de le faire admettre quand l'une de ses deux entités était une femme.



Grace Hopper (à gauche), 1906-1992 ; Rose Dieng-Kuntz (au centre), 1956-2008 ; Alice Recoque (à droite), née en 1929. Photos Wikimedia Commons

Vers la reconnaissance d'une "spécificité" féminine en informatique ?

Dans une étape postérieure, correspondant à la deuxième moitié du XX^e siècle, le génie spécifiquement féminin nécessaire au développement harmonieux de la science informatique a pu s'illustrer plus librement. Pour cela, il nous suffit d'aborder successivement les noms de Grace Hopper, Alice Recoque et de Rose Dieng-Kuntz, très représentatifs de carrières réussies dans le domaine de l'informatique.

Grace Hopper reçoit le titre de docteur en mathématique de l'université de Yale en 1934. Elle s'engage volontairement dans la marine américaine en 1943 (elle a alors 37 ans) et, vu son âge et ses compétences, est affectée au Bureau of ordonance computation project. Là, gérant les problèmes de personnalité de son chef de projet Howard Aiken, elle parvient à maintenir la cohésion de l'équipe qui, sous sa houlette, réalise la programmation du Harvard Mark 1, le premier grand calculateur numérique construit aux États-Unis. À l'issue

de la guerre, embauchée par la firme EMCC, elle réalise le premier compilateur pour l'Univac 1, puis, chez IBM, elle développe un langage informatique accessible en anglais, le Flow-Matic, qui sera le précurseur du langage Cobol, de réputation mondiale.

Alice Recoque, pour sa part, obtient le diplôme d'ingénieure de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI) en 1954. Dès la fin de ses études, elle entre à la SEA (Société d'électronique et d'automatisme) pour participer au développement de l'ordinateur CAB 500 et étudier les mémoires à tores. Après l'absorption de la SEA par la CII (Compagnie internationale pour l'informatique), elle développe la recherche de nouvelles architectures d'ordinateurs plus compacts, les mini-ordinateurs, une gamme de machines de taille intermédiaire très adaptée aux besoins industriels naissant, tels que le Mitra 15.

Enfin, Rose Dieng-Kuntz, sénégalaise d'origine, est la première femme africaine à intégrer l'école Polytechnique de Paris, se spécialisant au sein de Télécom-Paris et menant en parallèle un double cursus de DEA en informatique. À partir de 1985, elle travaille à l'INRIA (Institut national de recherche en informatique et en automatique) sur la question du partage des connaissances sur le web (modèle de résolution des conflits), ce qui débouchera sur la notion de web

sémantique, dont elle pilotera le programme. Cette trajectoire en fait l'une des toutes premières femmes spécialistes de l'intelligence artificielle, malgré son décès prématuré en 2008.

Conclusion

Ce qu'il est intéressant de noter dans cette fresque des talents féminins dédiés à l'informatique, c'est qu'à l'image d'Ada Augusta Lovelace, ces femmes contemporaines se sont illustrées préférentiellement dans un domaine qui a pour centre la maîtrise du concept informatique dans son entier (y compris pour Alice Recoque, car la maîtrise de l'architecture des mini-ordinateurs passait par la maîtrise de la composante logiciels, qui explosait à cette époque charnière pour l'histoire de l'informatique). À l'inverse, les domaines de la pure théorie et de la conception physique des machines restent plus généralement réservés aux hommes. S'agirait-il d'un paramètre sociologique ou culturel à prendre en considération ?

1. Témoignage complémentaire de Monique Chabre-Peccoud : en 1972, l'entrée au département informatique nouvellement créé par Jean Kuntzmann à l'IUT2 de Grenoble reçoit environ 3 000 candidatures pour 160 places seulement, dont plus de la moitié sont des filles. Il est vrai qu'il s'agissait de former du personnel à la gestion par l'ordinateur, et non à l'informatique elle-même.

Remerciements

À Gérard Chouteau pour sa relecture avisée.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base ACONIT, domaine Informatique.

Nombre de fiches 14085, dont 962 versées en national. Inventaire depuis le 10 avril 2003.

Pour en savoir plus

Conférence de Bernard Ycart (laboratoire Jean Kuntzmann, UGA) :

<https://histcalcul2019.sciencesconf.org/data/pages/femcalc.pdf>

Conférence de Philippe Denoyelle (association ACONIT) :

<http://aconit.org/spip/spip.php?article459>

CONCLUSION

Une ouverture sur la société

- Un texte méthodologique
- Un compte-rendu d'activités
- Des encarts thématiques
- Une synthèse par l'UGA



Gérard Chouteau redécouvre, enthousiaste, dans les sous-sol du CNRS, le guide-cathéter développé par Lacaze-Benabid.
Photo ACONIT

Introduction : Un patrimoine en devenir

Article publié sur le site Echosciences par l'ACONIT, le 20 février 2020 (410 vues)



Des objets inattendus sommeillent peut-être au fond d'une cave... Photo Pixabay

Par Émilie Demeure, rédigé sur la base d'une interview de Xavier Hiron, gestionnaire de collections PATSTEC

Qui n'a pas retrouvé un objet de son enfance dans le grenier de la maison familiale ou de ses grands-parents, provoquant un élan de nostalgie ? Et si les institutions possédaient elles aussi des objets remplis de nostalgie dans leurs greniers ? C'est ce que cherche à découvrir la mission PATSTEC.

La mission PATSTEC

Tout d'abord, qu'est ce que la mission PATSTEC ? La mission de sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain a pour but d'aider à préserver des biens matériels (outils et documents) et immatériels (savoir-faire) produits par des laboratoires de recherche, des entreprises ou encore des universités scientifiques et techniques. Cette mission a été confiée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche au musée des Arts et Métiers de Paris en 2003, puis s'est développée en 2004 dans la France entière, afin de sensibiliser tout le pays à la préservation du patrimoine de ces soixante dernières années.

Plus localement, dans notre région, à Grenoble, c'est l'association ACONIT (Association pour un conservatoire de l'informatique et de la télématique) qui est la dépositaire de cette mission depuis 2004.

Xavier Hiron et la mission PATSTEC

Au sein de l'ACONIT, Xavier Hiron est chargé d'inventaire et de conservation des collections de l'association ACONIT, mais aussi de celles qui relèvent de la mission PATSTEC. Il est archéologue de formation et a travaillé au laboratoire Arc-Nucléaire du CEA-Grenoble, puis pour le Musée grenoblois des Sciences médicales. Cela lui a permis de faire ses premières armes dans la gestion de données numérisées et pour la conception

d'outils informatiques. Ce qui l'intéresse, c'est de voir comment le monde évolue technologiquement parlant et comment s'adapter à la mise en évidence d'un patrimoine nouveau difficile à classer. En tant qu'archéologue, pour identifier une poterie antique par exemple, Xavier Hiron utilisait des « recettes toutes faites » comme il le dit, afin de ranger l'objet dans une époque ou encore dans un savoir-faire. Mais ces « recettes » n'ont pas encore été écrites pour les biens contemporains.

Trouver, numériser et mettre en valeur des biens contemporains patrimoniaux risquant de disparaître par manque d'attention sont les défis à relever par la mission PATSTEC. La cause de cette disparition est pour certains l'oubli de l'usage et de l'histoire de l'objet, dû à la rapidité grandissante du développement des outils.

Comment fonctionne la mission PATSTEC ?

Il faut savoir que ce n'est pas l'ACONIT qui va prospecter directement dans les laboratoires ou les entreprises pour retrouver des biens possiblement patrimoniaux, mais les propriétaires du bien qui sont amenés à s'intéresser progressivement aux objectifs de la mission. L'objet, après avoir été inventorié dans la base de données patrimoniale de l'ACONIT, en vu d'un transfert sur une base de données nationale d'identification, reste acquis à son propriétaire, qui se charge par la suite de sa mise en valeur. L'association ACONIT a un rôle de sensibilisation ; elle accompagne les entreprises et les laboratoires de recherche afin qu'ils puissent être à même de trier leurs biens mais aussi pour les aider à trouver des solutions pour la conservation et la mise en valeur des objets nouvellement patrimoniaux.



Un OVNI ? Non, un appareil de cryogénie repéré dans les caves du CNRS. Photo ACONIT/CNRS

Les artefacts sont de toutes sortes et peuvent être découverts dans des endroits que vous ne soupçonneriez même pas. Comme lors d'une visite d'une cave du CNRS (Centre national de la recherche scientifique) où a été "redécouvert" un prototype pour des interventions neurochirurgicales datant probablement des années 1980.

C'est après une telle découverte qu'un travail de recherche commence. En effet, certains biens comme ce prototype du CNRS ne sont plus utilisés depuis longtemps et personne, dans le laboratoire en question, ne connaît son fonctionnement aujourd'hui. Une enquête est alors lancée pour retrouver ses caractéristiques techniques et surtout son histoire. Il faut alors se poser les bonnes questions : Pourquoi a-t-il été construit ? Est-ce que ça a été un succès ou bien un échec ? Qu'est-ce qu'il a apporté à l'entreprise ou à la science ? Et bien d'autres questions au fur et à mesure que l'enquête progresse. L'étude des documents d'origine aide beaucoup dans le cas où l'utilisation de l'appareil a été oubliée, comme le dépôt d'un brevet qui contient moult indices, tels que le nom de celui qui l'a déposé, le fonctionnement et le service auxquels répondaient l'appareil.

Quelle est l'utilité de la démarche ?

L'identification et la conservation de ce patrimoine contemporain constituent bien évidemment une fin en soi. Mais la démarche est aussi d'une grande utilité pour les institutions qui font d'elles-mêmes l'effort d'ouvrir leurs portes à la mission PATSTEC. Elle permet de donner ou redonner une identité aux institutions, c'est-à-dire de se réapproprier les savoir-faire et les appareils qui sont les témoins de son histoire. Puisque, comme le dit si bien Xavier Hiron : « Entre le passé et le présent, il faut éviter qu'il y ait des engrenages de la connaissance qui tombent ». Raison pour laquelle, actuellement, l'ACONIT et l'Université Grenoble-Alpes rapprochent leurs actions sur cette thématique.

La mission PATSTEC à Grenoble, comme dans toute la France, regorge d'histoires qui ont toutes leur propre singularité. « C'est tous les jours quelque chose de nouveau qui nous est soumis, dans des domaines très variés » raconte M. Hiron. Avec les avancées technologiques qui régissent le monde, la mission PATSTEC fonctionne un peu comme une alarme pour ne pas laisser dans l'oubli des savoirs et des techniques situés entre passé et présent.

Remerciements

Merci à Xavier Hiron de l'ACONIT, chargé de mission PATSTEC, pour le temps qu'il m'a accordé afin d'écrire cet article.

Pour aller plus loin

Statistiques

Base PTSC : 767 machines dont 2 objets simples, 66 documents dont 0 iconographie, 3 logiciels, pour un total de 3293 médias au 30 mars 2020.

Base ACONIT : 4825 machines dont 5 objets simples, 5446 documents dont 1 iconographie, 3814 logiciels, pour un total de 8525 médias au 30 mars 2020.

Pour en savoir plus

Le site de la mission PATSTEC : <http://www.PATSTEC.fr/PSETT/>

Le site de l'association ACONIT : <http://www.aconit.org/spip/>

Une rétrospective de l'activité de l'ACONIT, délégation Rhône-Alpes sud (2005-2020)

Compte-rendu interne non publié sur le site Echosciences-Grenoble



Le présent rapport rétrospectif se veut être le reflet des quinze années d'activité de l'association ACONIT dans le cadre de sa délégation locale de la mission nationale PATSTEC (patrimoine scientifique et technique contemporain), selon les axes fixés par cette dernière :

- 1/ sensibilisation
- 2/ inventaire
- 3/ valorisation.

Les acquis de la mission d'inventaire

Au vu du bilan de fin d'exercice de l'année 2019, arrêté à la fin du mois d'avril 2020, le total général des fiches versées par l'ACONIT et validées par la base nationale atteint 1651 fiches, pour un objectif attendu de 1650 fiches, depuis l'adhésion de l'ACONIT à la mission PATSTEC en 2005.

Ce total correspond à un cumul de 110 fiches versées annuellement, comme mentionné dans la convention signée avec le CNAM, musée des Arts et Métiers, coordinateur de la mission émanant du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Bien que l'ACONIT ait tenu à respecter autant que faire se peut la parité des versements de fiches issues de sa collection propre de patrimoine informatique et celles de ses partenaires extérieurs, d'origine scientifique ou industrielle plus variée, le bilan fait apparaître une disparité héritée de l'histoire de la mise en place de la mission sur notre territoire, correspondant à celui de l'académie de Grenoble (aussi dénommé Rhône-Alpes sud).

Aussi, la répartition actuelle est la suivante :

Domaine Informatique – en provenance de la base locale appelée ACONIT :

Machines : 793. Documents : 198. Logiciels : 40. Soit 1031 fiches représentant 7,25 % des fiches totales contenues dans cette base de données (1031/14117).

(ce pourcentage relativement faible s'explique par le fait que DBAconit est un système de gestion de collection, avant d'être une base de transfert vers la base nationale).

Domaine Scientifique et technique – en provenance de la base locale appelée Rhône-Alpes sud :

Machines : 643. Documents : 40. Logiciels : 1. Soit 684 fiches représentant 80 % des fiches totales contenues dans cette base de données (684/858).

(ce plus fort pourcentage s'explique par le fait que la base PSTC est essentiellement une base dédiée à l'inventaire de la mission PATSTEC en région Rhône-Alpes sud)

1/ Répartition par partenaire actif

Au final, 60 % des fiches versées par l'association ACONIT proviennent de ses fonds propres et 40 % de partenaires extérieurs, lesquels restent (à peu de choses près) propriétaires de leurs collections. Nous allons d'abord nous intéresser à détailler le panel des provenances de ces collaborations extérieures.

Ce panel est constitué de 23 partenaires actifs :

- des laboratoires universitaires ou de recherche publique, parmi lesquels nous pouvons citer : le Gipsa-Lab (phonétique/automatisme), l'institut Néel, l'institut Lauë-Langevin (ILL), le centre de recherche sur les très basses températures (CRTBT), le laboratoire national sur les champs magnétiques intenses (LNCMI), LGGE, ENSIEG (INPG), l'institut universitaire de technologie (IUT1, départements GTE, GMP, chimie minérale et organique, MPH), le Musée grenoblois des Sciences médicales (MGSM, CHU-Grenoble), l'association ACONIT (voir détail plus bas), le lycée Descartes (section Cira), le collège Bissy de Chambéry (Savoie) ;

- des institutions de recherche privée et des industriels publics ou privés, même si une part importante de ces derniers est gérée par des associations, notamment de retraités : le Musée ARhome (entreprise ARaymond), le Syndicat intercommunal des eaux de la région de Grenoble (SIEG), General Electric (GE Power, Villeurbanne), l'entreprise Sames, l'association ACONIT (voir détail plus bas), l'association Tedimage38 (Thomson-CSF, devenu Thales), l'association Estel (EDF-RTE), l'association Vive La Tase, dons privés.

Il est aussi intéressant de connaître la panoplie des provenances des pièces de la collection de l'ACONIT versées en national. Ce panel représente l'IN2P3, le CNET, le CEA (dont son centre de calcul), le CNRS (divers labos), l'UGA (divers labos dont son centre de calcul), l'IMAG et l'INRIA pour le domaine public ; les entreprises EDF, RATP, HP, Thomson/Thales, Immersion4 pour le privé, en ce qui concerne les dons plus importants. Soit plusieurs centaines de partenaires adossés supplémentaires. Certaines pièces reçues sont les témoins privilégiés d'aventures technologiques faisant partie intégrante de l'histoire d'entreprises telles que Merlin-Gerin, Schneider, Renault, Bull, Goupil, pour ne citer que le secteur le plus connu des marques françaises ou implantées localement.

Parfois, des thématiques transversales viennent compléter ce tour d'horizon des origines : ainsi en est-il du secteur très spécialisé des automates programmables, véritable cerveau de commande de processus opératoires de nature purement industriels.

À ce total de fiches versées, il convient d'ajouter depuis l'année 2018 le cas des fiches anciennes récemment reprises (c'est-à-dire modifiées au-delà des simples corrections orthographiques ou des remises à niveau de paramètres ordinaires), les médias augmentés et les fiches dont les libellés de contenus ont été reformulés, suite aux remarques et vérification de la cellule de coordination nationale. Cette procédure étant récente, le nombre de fiches concernées reste modéré, soit 46 fiches reversées à la fin du premier semestre 2020. Ces reversements permettent, a minima, de compenser les suppressions récentes de fiches indûment versées au début de la mission, au nombre d'une vingtaine actuellement.

2/ Organisation de la collecte et principes de restitution

Support informatique : l'association ACONIT est l'un des rares délégués de la mission nationale à posséder sa propre collection de témoins d'un patrimoine contemporain reconnu. En témoignent les deux Monuments historiques, un inscrit, un autre classé, qu'elle possède. La collection informatique de l'ACONIT occupe actuellement 900 m² de réserves visitables issues de dons directs. L'état de la gestion d'une telle masse d'items a fait apparaître, au fil du temps, la nécessaire patrimonialisation de cet ensemble. La poursuite de la politique d'exposition et la résolution de la problématique de relogement dans des locaux appropriés en dépendent. L'intégration d'un volet

patrimonial, en lien avec Grenoble-INP, dans le cadre de l'IDEX, Université intégrée depuis le début de l'année 2020, s'attache à la prise en compte de cette nécessité. Son institutionnalisation pourrait en devenir l'objectif ultime.

Les collections des partenaires : suivant les principes édictés par la mission nationale PATSTEC, les collections identifiées restent la propriété des partenaires qui ont produit et utilisé ces machines ou items, et ceux-ci en conservent la gestion. En l'absence de réserves pérennes dédiées à la mission (mis à part un modeste local d'appoint pour les cas d'urgence, mais malheureusement difficilement accessible), les partenaires en assurent donc la conservation, le stockage ou la présentation. Des actions de fonds sont entreprises dans ce sens, souvent portées par des associations. C'est le cas notamment, dans notre juridiction, des associations Estel et Tedimage38, mais aussi de l'industriel ARaymond Group, qui ont produit des espaces muséographiques de qualité, tournés vers la diffusion des savoir-faire d'entreprise auprès des publics.

L'ACONIT peut aider et soutenir ces mouvements, qui commencent obligatoirement par le repérage, la sélection et l'identification des pièces. Ainsi, à l'issue d'une campagne d'inventaire menée dans les caves de l'IUT1-GTE, des vitrines de présentation de matériels anciens ont été installées dans les couloirs et une machine emblématique et majestueuse, la turbine Rover, a trouvé sa place dans le hall d'entrée du bâtiment des enseignements et travaux pratiques, avenue Gambetta à Grenoble.

De telles démarches de présentations physiques présentent néanmoins leurs limites, surtout pour ce qui concerne la mise en valeur d'un patrimoine qui reste en devenir. Plusieurs écueils se dressent en effet sur leur chemin : l'identification en tant que patrimoine, aussi bien auprès des publics à interpeller que des professionnels et chercheurs eux-mêmes, ne coule pas de source. Les moyens matériels et économiques, ne serait-ce que pour s'équiper d'une vitrine ou concevoir et faire imprimer des cartels, manquent, du fait qu'ils ne peuvent être aisément portés sur des lignes budgétaires identifiés. Les expériences individuelles, dans ces domaines, sont balbutiantes et, jusqu'à une période récente, elles ne pouvaient bénéficier d'un support de diffusion fédérateur. En cela consistait, d'ailleurs, au début des années 2000, la visée première de la mise en ligne de la base de données nationale PATSTEC.

Liste des encarts :

- 1/ Les espaces muséographiques industriels ARhome, Estel et Tedimage38
- 2/ Mise en place de la turbine Rover à l'IUT1 de Grenoble et tenue des premières Journées PSTC
- 3/ Le serveur Xserve et son recyclage pour l'archivage sécurisé du système ACONIT
- 4/ La galerie Sciences et techniques de DBAconit
- 5/ La galerie Informatiques de DBAconit
- 6/ Les activités de communication de l'ACONIT au fil du temps
- 7/ Vidéos et Parcours de chercheurs
- 8/ Les expositions itinérantes de l'ACONIT

Encart n° 1 : Espaces muséographiques adossés à des activités industrielles (ARhome, Estel, Tedimage38)



L'espace de présentation de l'association Estel au poste électrique de Saint-Amour, à Lyon, avant transfert. Photo droits réservés

Dans un esprit similaire à ce qu'a pu entreprendre l'ACONIT à partir de 1985 pour le domaine informatique, des industriels ou associations de retraités d'entreprises ont rassemblé, dans le dernier quart du XX^e siècle, des collections d'objets représentatifs d'une activité industrielle donnée. Dans certains cas, ces collectes ont débouché sur la mise en place d'espaces muséographiques dédiés, le plus souvent à vocation interne. Il se trouve que ces initiatives se sont tournées, à un moment ou à un autre de leur histoire, vers l'ACONIT, pour mettre en commun les compétences, les actions, parfois les services, et pour profiter globalement de la reconnaissance induite par le label de la mission nationale PATSTEC. C'est le cas de l'entreprise ARaymond et des associations Estel (Espace télécommunication), adossée au groupe EDF-RTE, et Tedimage38 (Témoignage des tubes électroniques et dispositifs à image en Isère), aujourd'hui installée au sein de l'entreprise Thales.

L'entreprise ARaymond est un leader mondial des produits industriels de fixation (de l'invention du bouton-pression aux pièces de clipsage de l'industrie automobile). C'est une entreprise à caractère familial qui s'est développée à Grenoble à partir de 1865. En 2005, ayant conservé un certain nombre de machines de production qu'elle avait elle-même mises au point dans le passé et constatant qu'elle devenait un groupe mondial (14 sites de production répartis sur quatre continents), elle imagine mettre en place, avec l'aide de ses retraités, un espace interne dédié à l'histoire de l'entreprise. Cet espace s'appelle le musée ARhome (musée privé de l'innovation industrielle), à destination principale du personnel de l'entreprise et ouvert ponctuellement au public. Cet espace est

actuellement en refonte.

L'association Estel, espace télécommunication, a pour but de mettre en valeur les moyens de télécommunications développés en interne dans les entreprises EDF et RTE, pour assurer le service public de production et d'acheminement d'électricité via le réseau HTB. Les moyens et équipements utilisés sont présentés dans une salle située à Lyon, dans le poste électrique de Saint-Amour. On peut y voir notamment que, dès l'origine des réseaux électriques, pour des questions de sécurité et de fiabilité, le réseau de télécommunications utilisé pour la conduite du système électrique était indépendant de celui proposés par l'administration des PTT. Aujourd'hui, cet espace de présentation installé à Lyon dans le Poste électrique de Saint-Amour est en cours de transfert vers le centre de formation interne de RTE, en banlieue lyonnaise.

Enfin, Tedimage38 se dédie à rassembler la mémoire des activités de l'ancienne entreprise Thomson-CSF, sise à Saint-Egrève et aujourd'hui intégrées dans le groupe Thales. Sa collection rassemble plus de 600 items corrélés à l'histoire de l'évolution des tubes à image. Le site de développement et de production Trixell Thales à Moirans est dédié quant à lui aux détecteurs numériques plats et aux amplis de brillance qui transforment les rayons X en images. Cette activité découle historiquement de l'expérience acquise au sein de la section tubes électroniques et dispositifs à images de Thomson-CSF. Raison pour laquelle elle héberge désormais la collection de l'association, avec la volonté de la faire évoluer vers un espace muséographique interne présentant l'histoire de l'entreprise.

Encart n° 2 : Mise en place de la turbine Rover au sein de l'IUT1 de Grenoble et tenue des premières Journées PSTC à Grenoble

La mise en place de la turbine Rover dans le hall d'entrée du bâtiment du boulevard Gambetta de l'IUT1 de l'université de Grenoble est une opération emblématique de nos collaborations de valorisation patrimoniale. Elle s'inscrit à l'origine dans le cadre d'une opération d'inventaire classique de patrimoine universitaire, qui prendra par la suite un relief particulier, du fait d'un contexte d'opportunités favorables.

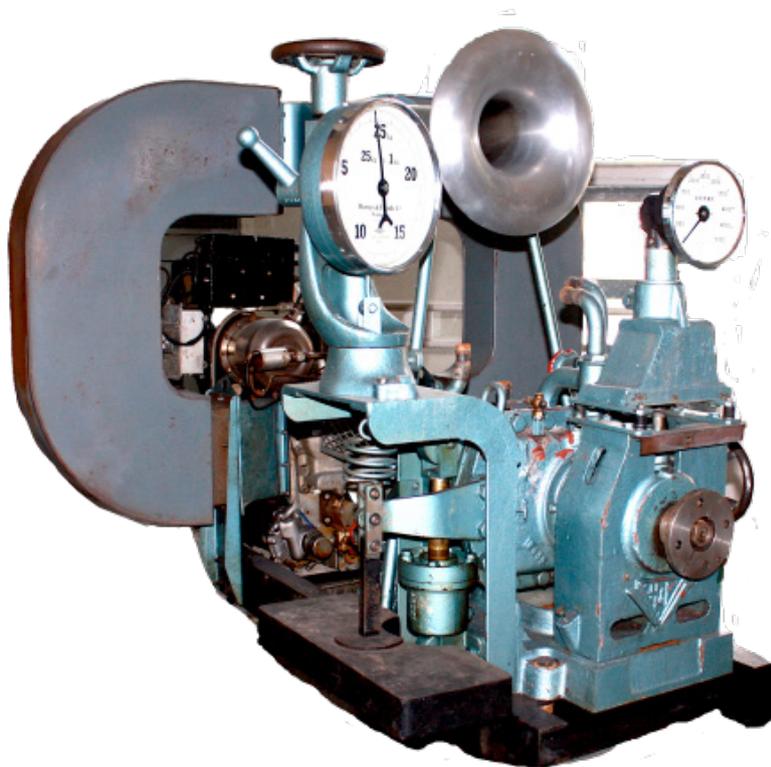
En 2012, aucun patrimoine des Instituts universitaires de technologie n'était repéré. L'ACONIT, dans le cadre de son activité d'inventaire PATSTEC, se rapproche en 2013 de l'établissement du boulevard Gambetta qui regroupe trois de ses départements, dont l'un conserve dans ses caves du matériel ancien, sans destination précise.

À l'été de la même année, l'ACONIT a le projet de fédérer un colloque au niveau régional, intégrant des illustrations et références puisées sur le plan national, pour identifier plus fortement sur le territoire de sa délégation PATSTEC les acteurs du patrimoine scientifique, technique et industriel. Il se rapproche à

nouveau du département génie thermique et électrique, qui met à disposition son grand amphithéâtre. Ces premières journées sont une réussite et seront suivies d'une seconde session en 2015, cette fois au Muséum de Grenoble.

Après ce premier inventaire, le directeur du Département génie thermique et électrique décide en 2014, sur proposition de l'association ACONIT, d'habiller de vitrines ses vastes couloirs pour présenter le matériel enfin identifié et prêt à être mis en valeur.

En 2016, les IUT fêtent leurs 50 ans. Pour marquer l'événement et parachever la présentation initiale, Gérard Chouteau, délégué régional PATSTEC au sein de l'ACONIT et ancien professeur de physique dans le même département, suggère de sortir la turbine Rover des ateliers où elle servait anciennement aux travaux pratiques et de la placer comme objet patrimonial symbolique dans le hall d'entrée du bâtiment du boulevard Gambetta. Un panneau explicatif est installé à proximité, un périmètre de sécurité établi. Une première ébauche en situation du projet "Un objet dans la ville". Cet objet tient toujours ce rôle aujourd'hui.



La turbine Rover, un objet patrimonial intrigant et attractif. Photo ACONIT

Encart n°3 : Le serveur Xserve et son recyclage pour l'archivage sécurisé du système ACONIT (extrait de la fiche ACONIT AC_26049-01 versée sur la base PATSTEC le 30/11/2018)



Le serveur Apple Xserve est d'une forme extra-plate. Photos ACONIT

Description

Le serveur Apple Xserve est d'une forme extra-plate, qualifiée en anglais de "blade", par comparaison à une lame. Sa façade encastrable est au standard industriel de 19 pouces (soit 44 cm de large) sur une unité (1U = 4,4 cm) de haut, pour une profondeur de 76 centimètres.

La façade peu étendue ne comprend qu'un nombre extrêmement réduit de commandes, sur la gauche :

- le bouton et voyant de mise en marche,
- un verrou et son voyant,
- un bouton et voyant de signalisation,
- une prise USB et 18 mini-voyants, disposés sur deux rangées.

Le reste de la façade est occupé par trois tiroirs disques contenant des disques standards 3,5 SATA. Ces tiroirs possèdent une poignée rétractable et sont extractibles sans outil.

La face arrière comprend à droite deux emplacements d'alimentation secteur, avec leurs prises. Un seul est ici occupé. De plus, de droite à gauche se trouvent deux prises USB, deux prises FireWire 400, deux prises RJ45 pour Ethernet, une prise vidéo mini-display, une prise RS232, un bouton de signalisation (analogue au bouton de signalisation en face avant). Au milieu de la face arrière, une tirette plastifiée comporte la fiche signalétique et tous les codes importants pour la mise en réseau de ce serveur (codes MAC...).

Utilisation

Le Xserve est une machine destinée à une utilisation de serveur de fichiers rapide et sécurisé. Il est conçu pour être mis en rack standard, en empilement de multiples serveurs (technologie type, à l'heure actuelle). L'alimentation doublée et la ventilation puissante permettent un fonctionnement permanent. Un dispositif LOM (Light Out Management) permet la commande arrêt/marche de la machine et la surveillance des ventilateurs et des températures à distance. Les trois disques (de 160 gigaoctets (Go) à l'achat, extensibles jusqu'à 2 téraoctets (To) chacun) permettent d'installer des configurations sécurisées RAID où les disques se contrôlent mutuellement. Les deux interfaces Ethernet 1 Go/s permettent les accès simultanés par deux réseaux.

Produit en avril 2009, cet exemplaire de base a été acquis pour 3000\$ par la société SQLI, groupe de services spécialisé dans le monde du numérique. Déclassé au bout de 10 ans (durée de vie moyenne de cette gamme de matériel informatique), il a été confié à l'ACONIT en état de marche.

Caractéristiques techniques

La machine a été maintenue en service par l'ACONIT pour son propre archivage de sécurité des données informatiques produites par son système de bases de données. Elle comporte actuellement trois disques dont deux disposent de 1 To en mode RAID1. Le logiciel a été porté à sa version ultime OS 11.6 El Capitan.

Encart n° 4 : La Galerie Sciences et techniques de DBAconit



<== ACCUEIL
<== HALL CHARTREUSE
Informatique
<== HALL BELLEDONNE
Science et techniques

Salle Louis Pasteur

Biologie

La révolution médicale initiée par les travaux de Pasteur ne se limite pas à la seule mise en évidence des lois régissant l'univers de l'infiniment petit, c'est-à-dire des microbes, telles qu'elles se jouent dans le corps humain ; elle a surtout ouvert la voie à un pan entier de l'activité médicale qui, à parti de l'observation, mène aux outils de la guérison.



Louis Pasteur(1822-1895) Scientifique, chimiste et physicien français. Il est considéré comme l'un des pères de la microbiologie. Au cours de sa carrière, il a découvert le vaccin contre la rage et a mené de nombreuses études sur la fermentation et les processus de développement microbien.

<== SALLE PRÉCÉDENTE

SALLE SUIVANTE ==>

La microscopie, depuis l'introduction de la vision binoculaire au XIXe s., s'est considérablement développée, intégrant peu à peu les technologies modernes, de la micro-fluorescence à l'analyse électronique à balayage de l'échantillon.



Ross, constructeur d'instruments d'optique, UK Microscope optique - 1850-1875



Carl Zeiss Photomicroscope - 1950-1975



Leitz Microscope à fluorescence Orthoplan - 1950-1975



(Inconnu) Coffret d'accessoires optiques - 1950-1975

Une illustration de la galerie PSTC, disponible sur le site de l'ACONIT. Document ACONIT

Cette galerie présente un ensemble d'objets remarquables inventoriés dans les centres de recherche, labos et entreprises de la région grenobloise et qui retracent son histoire technologique. Elle permet de mettre en valeur les activités des institutions citées en tant que telles. En voici le détail :

Galerie Belledonne : Sciences et techniques

Patrimoine de Recherche

- Salle Louis Néel - Institut Louis Néel (soit 7 vitrines pour 28 objets présentés)
- Salle Louis Weil - Institut Louis Néel (soit 5 vitrines pour 16 objets présentés)
- Salle Pierre-Simon Laplace - LNCMI - L'étude des champs magnétiques (soit 3 vitrines pour 9 objets présentés)
- Salle Albert Lacaze - CRTBT - L'étude des très basses températures (soit 2 vitrines pour 7 objets présentés)
- Salle Théodore Rosset - GIPSA LAB - L'étude de la parole par voie mécanique (soit 8 vitrines pour 29 objets présentés)
- Salle René Gsell - GIPSA LAB - L'étude de la parole par voie électronique (soit 8 vitrines pour 25 objets présentés)
- Salle Louis Llibouty - LGGE - Étudier la glace pour comprendre la Terre (soit 10 vitrines pour 32 objets présentés)
- Salle Paul Langevin - ILL - Les champs magnétiques intenses (soit 4 vitrines pour 17 objets présentés)

Patrimoine des sciences médicales

- Salle Carl Ludwig - Exploration fonctionnelle (soit 3 vitrines pour 10 objets présentés)
- Salle Louis Pasteur - Biologie (soit 2 vitrines pour 6 objets présentés)
- Salle Guillaume Duchenne - Électrothérapie et

pratiques anciennes (soit 3 vitrines pour 4 objets présentés)

- Salle Wilhelm Roentgen - Imagerie médicale (soit 1 vitrine pour 5 objets présentés)
- Salle Frédéric Charrière - Chirurgie (soit 7 vitrines pour 24 objets présentés)
- Salle Louis Ombrédanne - Anesthésie - Réanimation - Transfusion (soit 3 vitrines pour 7 objets présentés)
- Salle Willem Eintoven - Cardiologie (soit 1 vitrine pour 4 objets présentés)
- Salle Hans Berger - Psychiatrie - Neurologie (soit 3 vitrines pour 5 objets présentés)
- Salle Angélique du Coudray - Obstétrique (soit 2 vitrines pour 2 objets présentés)
- Salle Alvar Gullstrand - Ophtalmologie - Audiométrie (soit 3 vitrines pour 11 objets présentés)
- Salle Félix Bocquet - Odontologie (soit 3 vitrines pour 8 objets présentés)

Patrimoine d'entreprises - Patrimoine industriel de la région grenobloise

- Salle Albert-Pierre Raymond - La fixation industrielle (soit 3 vitrines pour 14 objets présentés)
- Salle Maurice Paimboeuf - Association Estel : Espace télécommunications (soit 7 vitrines pour 28 objets présentés)
- Salle Antonio Meucci - Association Estel : Téléphonie interne (soit 4 vitrines pour 13 objets présentés)
- Salle Elihu Thomson - Association Tedimage38 (soit 8 vitrines pour 15 objets présentés)
- + 2 salles en travaux ou en réserves

Pour un total général de plus de 319 objets présentés, directement accessibles par tous les moteurs de recherche internet.

Encart n° 5 : La Galerie informatique de DBAconit

La galerie ACONIT consiste en une présentation ludique et raisonnée de petits ensembles d'objets extraits de la base de données inventaire de la collection informatique de l'association et mis en perspective chronologique ou thématique.

En attendant que cette collection prenne place dans un futur espace de présentation de l'informatique, une galerie virtuelle est mise à disposition des visiteurs. Elle est conçue en une succession de salles aux thématiques identifiées. À l'intérieur de ces salles, les regroupements d'objets se font dans des vitrines virtuelles possédant chacune un encart de présentation. Ces regroupements renvoient par liens cliquables aux fiches correspondantes de la base ACONIT. En voici le détail :

Galerie Chartreuse : Informatique

- Salle Blaise Pascal - Calcul mécanique (soit 4 vitrines pour 16 objets présentés)
- Salle Wilhelm Leibniz - Calcul électromécanique (soit 4 vitrines pour 11 objets présentés)
- Salle Marcel Jacob - Calcul électronique (soit 5 vitrines pour 17 objets présentés)
- Salle Herman Hollerith - Mécanographie (soit 5 vitrines pour 15 objets présentés)
- Salle François-Henri Raymond - Calcul analogique (soit 2 vitrines pour 6 objets présentés)
- Salle Lee De Forest - Composants (soit 8 vitrines pour 25 objets présentés)
- Salle Louis Néel - Les mémoires des ordinateurs (soit 7 vitrines pour 27 objets présentés)
- Salle Jean Kuntzmann - Grands ordinateurs - "mainframes" (soit 4 vitrines pour 16 objets présentés)
- Salle Alice Recoque - Mini-ordinateurs (soit 5 vitrines pour 18 objets présentés)
- Salle René Perret - Automates programmables (soit 8 vitrines pour 32 objets présentés)
- Salle Seymour Cray - Super-ordinateurs parallèles (soit 4 vitrines pour 7 objets présentés)
- Salle Bill Joy - Stations de travail (soit 4 vitrines pour 15

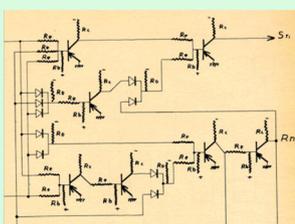
objets présentés)

- Salle George Stibitz - Terminaux (soit 6 vitrines pour 20 objets présentés)
- Salle François Gernelle - Micro-ordinateurs (soit 9 vitrines pour 41 objets présentés)
- Salle Steve Wozniak - Apple (soit 2 vitrines pour 8 objets présentés)
- Salle Steve Jobs - Apple Macintosh et les premières souris (soit 9 vitrines pour 44 objets présentés)
- Salle Thomas J. Watson - IBM (soit 3 vitrines pour 6 objets présentés)
- Salle Hewlett-Packard - De la mesure à l'informatique (soit 4 vitrines pour 11 objets présentés)
- Salle Alain Colmerauer - Micro-ordinateurs portables (soit 5 vitrines pour 15 objets présentés)
- Salle Nolan Bushnell - Jeux (soit 10 vitrines pour 40 objets présentés)
- Salle Louis Pouzin - Réseaux (soit 7 vitrines pour 30 objets présentés)
- Salle Ada Lovelace - Logiciels (soit 4 vitrines pour 14 objets présentés)
- Salle Bernard Vauquois - Bibliothèque (soit 9 vitrines pour 43 objets présentés)
- + 4 salles en réserves

Pour un total de 467 objets présentés, directement accessibles par tous les moteurs de recherche internet.

Vous pouvez aussi suivre l'un des parcours guidés :

- Une visite guidée de la collection ACONIT - Parcourez la collection et découvrez l'histoire de l'informatique. Difficulté : tous publics
 - Les composants - Découvrir les composants d'un ordinateur. Difficulté : moyenne.
 - Tubes et dispositifs à image fabriqués en Isère - PSTC : Une histoire des activités de Thomson-CSF à Thales réalisée par Tedimage38. Difficulté : tous publics.
- Les Parcours sont des visites thématiques qui axent leur développement sur le contenu texte. L'iconographie, dans ce cas, peut être externe au système ACONIT et n'arrive qu'en soutien.*



Le schéma ci-contre est celui d'un addresseur binaire à diodes et transistors : Il est composé de juste une "tranche" (1 élément binaire). Il est destiné à une machine à organisation « série » : on fait passer tous les bits l'un après l'autre en commençant par les poids faibles. À chaque pas, on additionne les 2 bits du rang courant avec le bit de retenue du rang précédent.

Ce mode d'opération en série est aujourd'hui abandonné (trop lent !). On place maintenant plusieurs "tranches" côte-à-côte et on additionne tous les bits en même temps (opération parallèle : 8, 16, 32 et aujourd'hui 64 bits à la fois).



Ci-contre, cette carte logique à diodes et transistors est sortie d'un ordinateur Telefunken TR4 de 1960.

C'est un très bel exemple de cette technologie. L'architecture est simple :

- Coté connecteur on voit les diodes et les résistances qui forment une ensemble de « portes logiques » ET et OU.
- Sur la partie haute de la carte, 6 petites cartelles portent chacune une paire de transistors inverseurs, plus une bascule à transistors. Il y a même un transistor supplémentaire permettant d'allumer un petit tube néon indiquant l'état de la bascule...



Détail : vue de 2 bascules

[SALLE SUIVANTE ==>](#)

Site web ACONIT | Bases de données inventaire | Droits et crédits photos

Encart n° 6 : Les activités de communication de l'ACONIT au fil du temps

Les activités de l'ACONIT au fil du temps ont été nombreuses et variées, et ne peuvent être toutes énumérées. En revanche, elles sont en partie illustrées depuis 2000 par des brèves sur notre site aconit.org et, depuis 2012, par des annonces événementielles sur le site Echosciences du CCSTI de Grenoble. Nous comptons parmi celles-ci un témoignage (1), des projets et réalisations (3), des annonces de conférences (6), de séminaires et présentations (2), des expositions et émissions radiophoniques (4), des journées d'étude (2), des ateliers et collaborations (3), des résidences (2).

Nous pouvons citer aussi une action précurseuse des articles Echosciences dans la série des entrefilets du

Dauphiné Libéré intitulés "Retour vers le futur", dont une illustration est présentée ci-dessous. Ces actions ont été rendues possibles grâce à l'implication de diverses personnes qui se sont succédés au fil du temps au sein de l'ACONIT. Citons plus spécifiquement Emilie Vigliotta, qui a, entre 2010 et 2012, notamment géré le réseau Pistil, Maria Rosa Quintero et Cyrielle Ruffo.

Exemples d'articles insérés dans *Le Dauphiné Libéré*

Dès 2013, désireuse de développer des actions de vulgarisation en direction du grand public, l'ACONIT a publié dans le *Dauphiné Libéré* une suite d'articles concernant des objets emblématiques de la science et de l'informatique grenobloise. En voici deux exemples :

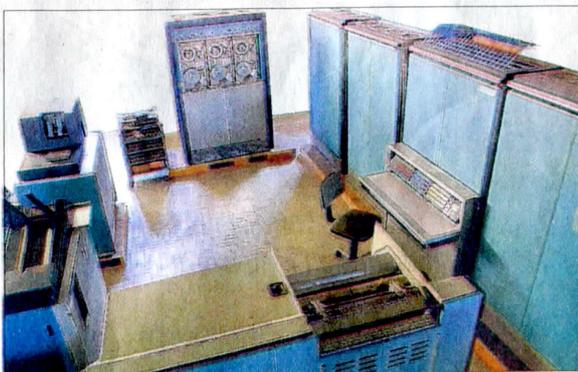
ACONIT : RETOUR VERS LE FUTUR

LE GAMMA 30

Un "grand ordinateur" de la grande époque...

■ Le Gamma 30, commercialisé dès 1960 par la Compagnie des Machines Bull, était composé d'armoires emplies d'électronique. Autour étaient placés les périphériques les plus performants de l'époque (lecteur de cartes perforées, perforatrice de carte, lecteurs de bande magnétique, imprimante...).

Dans les années 60, les besoins en calcul scientifique, statistique et en gestion ont touché météo, université, industrie, banque... Les grands organismes disposaient d'une seule machine dans une salle climatisée. Les employés déposaient un lot de cartes perforées contenant le programme, les données et les commandes dans un guichet à l'entrée. Quelques heures après ils récupéraient un énorme bloc de papier, le "listing" sur lequel étaient imprimés les résultats... ou les erreurs ! Cette configuration-ci était utilisée dans les années 70 par une grande compagnie d'assurances et a permis la gestion de 150 000 contrats.



Retrouvez cet objet en visitant les collections informatiques d'Aconit, Association pour un Conservatoire de l'Informatique et de la Télématique, 12 rue Joseph-Rey, Grenoble. 04 76 48 43 60. www.aconit.org

RETOUR VERS LE FUTUR AVEC ACONIT



EN 1961, UNE PETITE... RÉVOLUTION

La tête d'impression "boule" !

■ Bien que cet objet ait la taille d'une balle de golf, il s'agit de la tête d'impression d'une machine à écrire IBM Selectric, dite "machine à boule", des années 60.

Cette boule en plastique, métallisée, très légère, porte un jeu de caractères complet réparti sur quatre rangées. À la place des quelque 48 barres de frappe d'une machine à écrire "classique", l'IBM Selectric utilise un dispositif qui déplace la tête devant la feuille de papier et l'oriente de façon adéquate pour imprimer le caractère. Fini le mouvement latéral de la feuille dans un chariot : un "coup de boule" sur le ruban encreur et le caractère est imprimé sur le papier ! Et jusqu'à 15 caractères par seconde !

Un petit levier sur le dessus permet de déclipser la boule et d'en placer une autre, avec une police de caractères différente en quelques secondes. Instantané ! Plus de blocage machine, plus de bavure, moins de bruit, une révolution dans les secrétariats !

► Retrouvez cet objet, et tant d'autres, en visitant les collections informatiques d'Aconit, Association pour un Conservatoire de l'informatique et de la télématique, 12, rue Joseph-Rey, à Grenoble. Plus d'informations au 04 76 48 43 60 et sur le site : www.aconit.org (Photo DR)

Encart n° 7 : Vidéos et Parcours de chercheurs



Deux images tirées des vidéos de présentation de l'OME P2 et du Parcours de Louis Bolliet. Photos ACONIT

Dès le début, le programme national PATSTEC a mis l'accent sur la collecte de témoignages vidéos, sur le thème des "Parcours de chercheurs". Grâce à l'appui du studio grenoblois Digit-Image, l'ACONIT s'est engagée dans cette voie.

En 2005, une première vidéo fut consacrée à la calculatrice mécanique Brunsviga, une machine ancienne plus industrielle que de recherche. Dans la foulée, l'ACONIT a recueilli les témoignages de trois ingénieurs ayant travaillé directement sur le calculateur analogique OME P2 de la SEA. Dominique Wendel, Raymond Boutaz, qui en avait la direction, et Michel Deguerry, ancien thésard, expliquent le fonctionnement de l'exemplaire de l'ACONIT, classé Monument historique.

En 2006, l'ACONIT complète sa série par une vidéo consacrée à un calculateur électronique, le Gamma 3 de Bull. La présentation de la machine est de Jean Chabrol, qui en avait assuré la maintenance, et de Maurice Geynet, qui l'avait programmée à l'IMAG, sous la direction de Louis Bolliet et Jean Kuntzmann.

La même année, un vrai Parcours de chercheur voit le jour. Louis Bolliet retrace sa carrière, qui coïncide avec les débuts de l'informatique à Grenoble, du développement des mathématiques appliquées jusqu'à l'installation des centres de recherche IBM puis CII dans l'agglomération grenobloise, en lien avec la création de l'IMAG. Louis Bolliet met en avant le rôle crucial de Jean Kuntzmann, son professeur et mentor.

Enfin, en 2007, avec l'aide du CNRS, l'ACONIT met en scène le liquéfacteur hydrogène-hélium par le témoignage, recueilli à son domicile, de l'un de ses deux concepteurs, le professeur Albert Lacaze.

Les vidéos ont été montées et publiées sous un format DVD haute définition et des découpages en courtes séquences sont disponibles sur Internet, via les sites de l'ACONIT et de PATSTEC, ainsi que sur la chaîne YouTube de l'association. Seul le témoignage du professeur Lacaze a donné lieu à un CD interactif montrant des images associées.

Un projet avec la jeune génération

Plus récemment, en 2017, l'équipe de l'ACONIT a proposé à l'Institut de la communication et des médias (ICM) de l'Université Grenoble Alpes de construire un projet "webdocs" autour d'objets de l'informatique, directement rattaché à l'histoire grenobloise. Vingt-quatre étudiants du master Audiovisuel et médias numériques ont construit quatre vidéos interactives à destination du grand public.

Ces travaux, qui mettent en relation les objets patrimoniaux de la collection de l'ACONIT avec les technologies numériques les plus modernes, démontrent qu'il n'y a pas de rupture entre les instruments du passé et ceux du présent. Ils montrent également que les jeunes générations sont capables de s'impliquer avec enthousiasme dans la mise en valeur du patrimoine scientifique. La présentation officielle de ces webdocumentaires a eu lieu le vendredi 15 janvier 2018, dans le Salon d'honneur de l'Hôtel de Ville de Grenoble.

Encart n° 8 : Les expositions itinérantes de l'ACONIT



Affiche originale de l'exposition "Au doigt et à l'œil", réalisée par l'ACONIT.

Dans la panoplie des moyens de valorisation et de mise à disposition auprès des publics auxquels a recours l'association ACONIT, les expositions occupent une place de choix. Celles-ci permettent aux visiteurs de se confronter directement aux témoins matériels dont il est question à travers ces pages.

La première d'entre elles est l'exposition permanente que constituent les réserves visitables, sises au 12, rue Joseph-Rey, en plein cœur de Grenoble. 600 mètres carrés répartis sur deux niveaux, surmontés d'un troisième occupé par des réserves non accessibles au public. On y passe des grandes machines aux micro-ordinateurs, en découvrant divers ateliers (calcul, tri cartes, dialogue intergénérationnel, Rétrogaming...).

Des expositions itinérantes prennent le relais pour irriguer les territoires et mettre les savoirs à porter des publics éloignés. Plusieurs expositions itinérantes d'importance, au nombre desquelles il convient de

citer "Au doigt et à l'œil", consacrée aux interfaces hommes machines, "Histoire de mémoires" ou celles présentant le langage informatique ou les composants d'un ordinateur, ont ainsi vu le jour. L'une d'elle a été installée dans le cadre de l'IDEX Rayonnement social et culturel, dans le hall de la bibliothèque des sciences, sur le campus de l'université Grenoble-Alpes, en 2017. Ces diverses expositions ont déjà été vues à travers la France par plusieurs dizaines de milliers de visiteurs.

L'ACONIT participe aussi à la réalisation de plusieurs dispositifs et expositions externes. Un partenariat avec l'association Tedimage38 a abouti, en 2016, à la réalisation d'un dispositif de vision nocturne présenté dans le cadre de la Fête de la science. En 2020, l'association a contribué à la réalisation d'une exposition nationale, au musée des Arts et Métiers à Paris, sur le thème des Prototypes mis en lumière par la mission PATSTEC. Six éléments majeurs du patrimoine de la région grenobloise ont ainsi été mis à l'honneur.

Postface



L'Université Grenoble Alpes a été invitée à clôturer l'important ouvrage consacré par l'ACONIT au patrimoine scientifique et technique contemporain de Rhône-Alpes Grenoble et nous répondons d'autant plus volontiers à cette invitation que les relations entre l'université, l'ACONIT et la mission nationale PATSTEC se sont remarquablement intensifiées au cours de ces dernières années. L'ACONIT a joué, dès son rattachement à cette mission nationale pilotée par le CNAM, un rôle fondamental pour le repérage, la documentation, l'inventaire et la mise en valeur du patrimoine scientifique des établissements d'enseignement supérieur et de recherche réunis au sein de l'Université Grenoble Alpes et, plus largement, du site grenoblois et des grands organismes de recherche. Elle a également joué un rôle important pour que se développe une conscience patrimoniale dans un site très dynamique, tourné vers l'innovation et le développement et, d'une certaine façon, vers le futur plus que vers le passé. Ce serait oublier, à tort, que le patrimoine n'est pas un regard porté en arrière, une permanence du passé dans le présent, mais ce que le présent considère comme des racines vivantes.

Lors du colloque "La politique culturelle universitaire en question(s)" organisé en 2012 par le PRES Université de Grenoble et publié en 2014 en partenariat avec l'Observatoire des politiques culturelles, le patrimoine scientifique était apparu comme une question quasi absente dans la stratégie culturelle universitaire, et qui ne bénéficiait d'aucune coordination à l'échelle du site. Depuis, un chemin important a été parcouru et l'université a pris en charge cette question, en coopération avec ses partenaires au niveau territorial et national. L>IDEX a joué un rôle important pour la structuration d'une politique patrimoniale au service des laboratoires et des grands centres de recherche. Cela n'allait pas de soi, car les universités sont d'abord tournées vers des enjeux d'avenir et de développement, et la place du patrimoine dans cette vision d'avenir n'a rien d'évident. De plus, ce patrimoine ne leur appartient pas entièrement, c'est souvent un patrimoine qui a partie liée avec le secteur industriel, avec l'évolution économique d'un territoire, ce que montre très bien l'ouvrage et les contributions réunies par l'ACONIT.

Depuis 2018, nous avons réuni un comité d'experts extérieurs et indépendants pour accompagner notre réflexion, puis mis en place une cellule portée par l'UGA et chargée de l'ensemble des tâches de la patrimonialisation des sciences, de l'inventaire à la mise en valeur. Aujourd'hui, tous les laboratoires sous tutelle des établissements partenaires de l>IDEX bénéficient d'un soutien technique et spécialisé pour les actions concernant leur patrimoine. Celui-ci est mieux valorisé, notamment dans des opérations grand public organisées au niveau national, au niveau territorial ou à l'initiative des établissements. Il sera le support d'une importante programmation

hors les murs en 2021 en complément d'une prochaine exposition sur l'histoire de l'université élaborée en collaboration avec le Musée de l'ancien évêché et le Département de l'Isère. Constatant que le patrimoine immatériel nécessite une attention particulière en raison de l'évidence et de la prééminence souvent associées au patrimoine matériel et instrumental, il a également été décidé de mettre en place un groupe de recherche dédié à l'histoire de l'université.

Nous ne pouvons donc que nous féliciter de l'excellent partenariat développé avec l'ACONIT, qui participe à cette nouvelle dynamique. Une convention-cadre de partenariat a été signée par l'Université Grenoble Alpes pour la période 2019-2021, complétée par un accord spécifique pour l'établissement d'une base de données partagée, compatible avec la base de données nationale. Cette convention prévoit une stratégie commune pour l'inventaire du patrimoine, l'enrichissement de la base de données nationale PATSTEC, ainsi que des réunions techniques et stratégiques régulières. Ce sont des avancées importantes, que l'université aura à cœur de consolider au cours des prochaines années.

Patrick Lévy,
coordinateur de l'IDEX
Université Grenoble Alpes



En ouvrant cet ouvrage, vous irez à la rencontre d'objets du patrimoine scientifique et technique contemporain, soit 60 années illustrées par quatre générations d'acteurs qui nous transmettent la connaissance et le vécu de l'innovation. La culture, dans « ce monde du temps raccourci et accéléré », ne peut s'affranchir d'un ancrage sur le terrain pour comprendre le présent qui nous entoure.

1984, l'aventure commence à Grenoble avec la création par des industriels, enseignants et chercheurs de l'Association pour un conservatoire de l'informatique (ACONIT). La collection exceptionnelle qui est rassemblée est le résultat de la mobilisation de mécènes et bénévoles.

2003, création de la Mission nationale de sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain, confiée au musée des Arts et Métiers par le ministère de la Recherche. L'expérience acquise par l'ACONIT lui permet la mise en oeuvre de ce programme en région Rhône-Alpes sud, le territoire de l'académie. Cet ouvrage retrace les grandes lignes de cette aventure.

Philippe Duparchy
Président de l'ACONIT

