



HAL
open science

Introduction au second volume. Éléments d'histoire des systèmes d'exploitation des années 1960 aux années 1990

Camille Paloque-Bergès, Loic Petitgirard

► To cite this version:

Camille Paloque-Bergès, Loic Petitgirard. Introduction au second volume. Éléments d'histoire des systèmes d'exploitation des années 1960 aux années 1990. Cahiers d'histoire du Cnam, 2017, La recherche sur les systèmes: des pivots dans l'histoire de l'informatique, vol.07 - 08 (2), pp. 9-18. hal-03027077

HAL Id: hal-03027077

<https://hal.science/hal-03027077>

Submitted on 27 Nov 2020

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

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

Introduction

Éléments d'histoire des systèmes d'exploitation des années 1960 aux années 1990

Camille Paloque-Berges

HT2S, Cnam.

Loïc Petitgirard

HT2S, Cnam.

Ce deuxième volume du double numéro consacré à la recherche sur les systèmes comme pivots dans l'histoire de l'informatique est le fruit de réflexions développées lors de deux colloques organisés conjointement : par l'équipe du séminaire « Histoire de l'informatique et du numérique » qui se déroule au Musée des arts et métiers depuis de nombreuses années, avec pour focalisation les objets, les périodes, et les lieux institutionnels et industriels de l'histoire de l'informatique, en particulier en France, et à partir du point de vue privilégié des acteurs techniques de cette histoire ; et par celle du programme « Hist.Pat.info.Cnam », qui a regroupé entre 2014 et 2017 sous l'égide du LabEx Histoire, Anthropologie des Savoirs, Techniques et Croyances (HASTE) des chercheurs interdisciplinaires de plusieurs laboratoires (histoire,

information-communication, informatique) pour réfléchir à la formation et à la légitimation institutionnelle de la discipline informatique ainsi qu'à la documentation de son histoire. Ce numéro élargit la perspective après une première focalisation sur le cas du Conservatoire national des arts et métiers. Ces travaux ont illustré la montée en recherche, à partir des années 1970, d'acteurs de l'informatique au Cnam ayant accompagné le projet scientifique de la création du laboratoire le Centre d'Études et de Recherches en Informatique du Cnam (Cédric) à la fin des années 1980¹.

L'histoire des systèmes d'exploitation est à la fois une problématique déjà posée et un terrain en friche au sein

¹ Voir le premier volume de ce double numéro.

de l'historiographie de l'informatique. Celle-ci ne limite pas ses réflexions à l'histoire des machines mais s'intéresse à l'évolution des concepts, processus et applications logicielles ainsi qu'aux pratiques, manières de faire, circulation et diffusion des savoirs vers les usages. Cette histoire se penche sur les logiciels (*software*), dont l'importance est croissante depuis quinze ans pour les historiens dès lors qu'ils sont pleinement considérés comme un artefact non seulement technique, mais aussi industriel, commercial, voire culturel, reposant sur des efforts de développement considérables (Hashagen, 2002 ; Campbell-Kelly, 2003). En ce sens, toute la problématique du logiciel, de l'organisation des communautés de pratiques jusqu'à la question de la brevetabilité du logiciel, traverse l'histoire des systèmes d'exploitation.

Mais l'histoire des systèmes ne saurait se dissoudre dans l'histoire générale du logiciel, en ceci qu'elle suit une dynamique qui lui est propre. De fait, le système d'exploitation est un artefact central de la machine qui organise et distribue les processus, alloue un temps et un espace à l'utilisateur pour ses opérations, assure l'interface entre l'humain et la machine. Les années 1970 sont une décennie d'accélération dans la recherche et le développement de systèmes d'exploitation, transition entre les grands systèmes et mini-ordinateurs, d'usages industriel et scientifique, et la micro-informatique, d'usage général. Si ce numéro se concentre essentiellement

sur ce moment de transition, il propose également une réflexion sur l'évolution de la notion et celle du domaine des systèmes en informatique en général. Par exemple, les systèmes de bases de données étaient, à leurs débuts, souvent considérés comme des éléments des systèmes d'exploitation, avant d'être définitivement placés dans la catégorie « applications », catégorie à part entière.

Durant les deux décennies précédentes, la recherche sur les grands systèmes a fait émerger d'abord des « systèmes de contrôle », avec une grande variété d'implémentations chez les constructeurs. Le texte de M. Bullynck propose une synthèse de ces développements sur la période 1954-1964, qui préparent les systèmes ultérieurs, leur dissémination et ce qui bientôt s'appellera *operating systems*. De manière complémentaire, C. Kaiser, ancien professeur titulaire de la chaire « Informatique-programmation » au Cnam², offre le point de vue d'un acteur de cette histoire des systèmes, et montre dans son texte le contexte technique, industriel et académique dans lequel la question des systèmes d'exploitation devient une discipline à part entière à la fin des années 1960.

Tirant parti des expériences des années 1960, les mini-ordinateurs seront

² Claude Kaiser est un personnage central de l'histoire racontée dans le premier volume de ce double numéro, auquel nous renvoyons, ainsi qu'à un entretien publié dans la revue *TSI* (Neumann, Petitgirard, Paloque-Berges, 2016).

associés aux systèmes dits répartis, qui permettent de gérer des processus multi-utilisateurs en temps réel. L'ordinateur n'est plus un grand système qui n'est manipulable que par des utilisateurs très spécialisés, les opérateurs, mais rassemble autour de lui une équipe de spécialistes aux compétences diversifiées. Dans les années 1970, les laboratoires de R&D s'équipent systématiquement de nouvelles machines mini-informatiques moins onéreuses, plus puissantes, plus flexibles aussi bien pour des opérations de calcul scientifique, de programmation d'applications, que des usages plus généraux de traitement et transfert de données.

Le développement de langages de programmation (pour les systèmes et les applications) joue un rôle déterminant dans ces avancées, permettant de travailler à « haut niveau » sur la machine, c'est-à-dire à travers des langages symboliques plus proches du langage naturel, et non plus « à bas niveau » avec une programmation par câblages ou par langage-machine, proches du codage binaire. Ces développements généreront également des expériences originales de machines informatiques cherchant à déplacer la frontière entre matériel et logiciel au profit du matériel, espérant gagner en performances. Dans ce dossier, un autre acteur et professeur au Cnam (ancien titulaire de la chaire de Physique des composants électroniques), F. Anceau, décrit précisément l'histoire des « machines-langages » (exécutant directement du langage évolué) et des « machines-

systèmes » intégrant des mécanismes de systèmes dans leur matériel.

L'histoire des systèmes d'exploitation se matérialise dans les espaces de la recherche en informatique dans les laboratoires scientifiques des universités et des entreprises. Au-delà de ses espaces de conception et de développement, le système d'exploitation s'ancre dans des « lieux cruciaux » (Mounier-Kuhn, 2010) où il est implémenté, expérimenté, mis en œuvre et approprié à l'aune d'usages et de besoins locaux en dialogue avec la circulation transnationale des savoirs et savoir-faire du domaine. Comme illustré dans le premier volume de ce double numéro, le « Laboratoire d'informatique », centre de calcul du Cnam, rattaché en 1968 au département Mathématiques-Informatique créé dans l'établissement la même année, est un de ces lieux. Point de rencontre et d'expérimentation des membres fondateurs du projet de recherche qui mènera à la création du laboratoire Cédric, il est aussi un point de conflit entre différents services se disputant le recours aux machines pour des usages pédagogiques, scientifiques et administratifs. L'acquisition et l'utilisation des machines et de leurs systèmes, il est vrai, fournissent la trame d'une histoire non pas seulement des techniques mais aussi des usages. Fondé à l'origine sous le nom de « Laboratoire de calcul numérique », ce centre abrite d'abord des machines « sans systèmes », les machines mécanographiques à cartes perforées du constructeur français Bull, qui sont en priorité utilisées par les élèves-ingénieurs de la chaire de

Moteurs et font du calcul pour les différents laboratoires³. Le premier calculateur électronique est équipé en 1963, fonctionnant sur bandes perforées, à la faveur d'un élargissement des fonctions et des ambitions de ce « laboratoire de calcul » : il abrite alors des activités de traitement de la paie de l'établissement, et est mis à disposition d'enseignements scientifiques, alors qu'est créé le cours de « Machines Mathématiques », chaire sur laquelle sera élu Paul Namian en 1966. L'emblématique ordinateur IBM 360/30 est installé dès 1968, consacrant l'arrivée des machines à systèmes au Cnam – et l'on commence à parler de « salle ordinateur ». La machine continue à traiter les données à partir de cartes perforées mais elle est à présent pourvue de mémoire et de périphériques (non seulement les imprimantes, mais aussi des disques et bandes magnétiques). Le laboratoire d'informatique, son nom à partir de 1969, resserre alors ses fonctions autour d'un service à l'usage prioritaire des informaticiens, actant le rattachement au

département Mathématiques-Informatique. Les langages de programmation deviennent un objet et un outil d'enseignement avec, dès le début de la décennie suivante, les travaux du groupe d'enseignement du CREEM (Centre de Recherche et d'Expérimentation pour l'Enseignement des Mathématiques) ; ce dernier s'installe sur le 360/30 avec lequel le dialogue s'établit via des consoles alpha-numériques (IBM-241) ainsi que sur une machine pédagogique dédiée à l'enseignement par interface interactive, la MITS-2003 (Monitrice d'Instruction Technique et Scientifique). Une deuxième salle des ordinateurs est installée en 1973 qui systématise l'usage des mini-ordinateurs pour le traitement des travaux, notamment à travers des réseaux locaux (liaisons des machines avec des télétypes) et à distance (télétraitement avec le grand Centre de calcul d'Orsay, le CIRCÉ). Au même moment, un ordinateur Modular One va permettre de faire des expérimentations plus poussées de transferts de données en réseau entre des machines hétérogènes. La fin de la décennie voit arriver une nouvelle génération de mini-ordinateurs qui vont accélérer l'usage d'ordinateurs à systèmes innovants, flexibles, répondant aux usages spécialisés d'une diversité d'utilisateurs. En 1979, le laboratoire acquiert la machine PDP-11/70 du constructeur américain Digital Equipment (DEC), non sans difficultés à un moment où la politique protectionniste du gouvernement français en matière d'équipement informatique est encore en vigueur au crépuscule du Plan Calcul. Ce mini-ordinateur,

³ La liste de machines citées ici a été largement documentée, et commentée par Daniel Lippmann sur une page web aujourd'hui disparue [URL d'origine : <http://www2.cnam.fr/smdc/indexlabo.html>]. Une copie du site a été conservée par les auteurs. Nous lui sommes redevable d'un travail d'archives pionnier sur l'informatique au Cnam et tenons à le remercier ici. Cette rapide histoire des machines et systèmes du Laboratoire d'informatique du Cnam est à mettre en perspective avec au moins deux textes publiés dans le premier volume de ce double numéro : l'entretien avec Gérard Florin, sous-directeur du Laboratoire d'informatique entre 1974-1975 et 1984-1985 ; et l'article de Paloque-Berges et Petitgirard, « L'Équipe Systèmes (1975-1980) et la genèse de la recherche en informatique au Cnam ».

mythique dans l'histoire des systèmes et des réseaux est officiellement dédié à une cellule informatique de gestion, pour le traitement de la paie et autres tâches de l'administration centrale, mais est utilisé en perruque la nuit par les informaticiens du Cnam pour leurs propres expérimentations. Alors que les « vieilles » machines, comme le Modular One et le IBM 360/30 sont abandonnées, des machines innovantes et à la réputation internationale comme le PDP font leur apparition, en particulier un autre ordinateur de DEC, le VAX-11/780. Équipés de terminaux vidéo, elles permettent d'achever et de pérenniser les premières dynamiques d'utilisation interactive des machines par les utilisateurs spécialisés. Le PDP et le VAX sont deux machines fondamentales dans la montée en recherche des informaticiens du Cnam, car elles sont précisément celles sur lesquelles les problématiques des systèmes pourront être enseignées, traitées et expérimentées.

Les machines, dans cette histoire, sont comme nous l'avons dit une des trames de lecture possible d'une histoire de l'informatique qui s'intéresse aux systèmes et applications logicielles tout autant qu'aux acteurs humains et institutionnels. En effet, privilégier tel ou tel équipement se fait dans le cadre de contraintes fortes sur le plan de politiques européennes économiques en matière de sciences et technologies, en dialogue et/ou en opposition avec la domination industrielle américaine symbolisée par IBM (voir entre autres Paju et Haigh, 2015 ; Cortada, 2002 ; Campbell-Kelly

et Aspray, 1996). Mais la faveur donnée à certaines machines est aussi le fait de choix spécifiques d'utilisateurs liés aux engagements et croyances des informaticiens dans des cultures techniques et scientifiques données, définies par des équipements et des styles de programmation. La question des croyances idéologiques autour de l'usage scientifique des machines est également en dialogue avec des problématiques épistémologiques : il n'est pas anodin que l'expression de « machines mathématiques » soit définitivement abandonnée en France dans le cours des années 1970, pour le terme de « systèmes informatiques ».

Ces interrogations nous ont amenés à nous pencher sur un système symbolique de ces transformations techniques, scientifiques, politiques et culturelles de l'informatique dans les années 1970, le système Unix, auquel une grande partie de ce numéro est consacrée⁴. Unix est his-

⁴ On constatera que la graphie du terme varie au gré des articles : nous respectons le choix des auteurs en la matière, car il fait signe également vers l'histoire du nom du système. En minuscules, il désigne le système tel que conçu à l'origine par Ken Thompson et Dennis Ritchie, et nommé par Brian Kernighan (d'abord sous la forme d'Unics) en référence au système sur lequel ils travaillaient auparavant, Multics (genèse discutée dans plusieurs des articles du dossier, dont ceux de Warren Toomey et Thomas Haigh). Déposé comme marque par AT&T (voir notamment l'article de Clement Cole qui évoque la question des contraintes juridiques et commerciales imposées au système par AT&T), il prend alors des majuscules, et il est souvent cité dans la littérature des années 1980 avec sa mention commerciale, UNIX™, à la fois pour se protéger de poursuites de l'entreprise et pour s'en moquer, alors que le système a été largement adopté par les milieux de la programmation système, et a durablement influencé les communautés de logiciels libre et open source.

toriquement associé aux développements et à la promotion de la recherche sur les systèmes ouverts et les réseaux informatiques. Il se déploie dans cette décennie et la suivante à la croisée des mondes industriel et académique.

Unix est né en 1969 au sein des Bell Labs, laboratoire de R&D du géant des télécoms américain AT&T. Nous avons traduit le texte de W. Toomey consacré à la genèse du système Unix (« de A à Z ») dans ce contexte, et les efforts récents en archéologie logicielle pour retrouver les premières versions d'Unix sur la célèbre machine DEC, le PDP-7. Focalisé sur l'implémentation pas à pas du système, le texte circonstancie au mieux les recherches de Ken Thompson et Dennis Ritchie, ses concepteurs. Au-delà de sa conception, c'est la circulation et l'évolution du système qui font date. Le système ne peut pas être commercialisé par l'entreprise suite à un décret anti-trust datant de 1956. Il est donc diffusé dans les universités contre un faible coût de distribution et de licence. Une équipe d'informaticiens de Berkeley spécialisés dans le logiciel et les systèmes s'en empare (Berkeley Software Development – ou BSD), initiant une suite de versions dont l'appropriation dans le milieu académique international fera date et constituera une étape fondamentale de la construction d'une culture des logiciels « ouverts », partageant et modifiant collectivement le code source des programmes informatiques (Kelty, 2008). Le succès d'Unix, d'abord implémenté sur les mini-ordinateurs, puis sur les sta-

tions Sun de micro-informatique avant de devenir plus largement compatible avec le parc informatique, a été encouragé par ses qualités de système ouvert, multi-utilisateurs et multitâche favorisant l'expérimentation logicielle. Dans ce dossier, C. Cole, un informaticien qui a participé aux développements d'Unix aux États-Unis depuis les années 1980, souligne à quel point ces caractéristiques ont été décisives pour que s'organise une communauté Unix, qui a permis la prolifération du système face aux efforts des industriels de l'informatique d'imposer leurs systèmes propriétaires.

Dans le contexte européen, en particulier en France, cette innovation américaine a été non seulement adoptée, mais aussi transposée et adaptée. Notre dossier donne une place aux développements orchestrés au sein du groupe Bull, dans les années 1980 et au début de la décennie suivante. M. Élie et P. Picard, deux ingénieurs ayant fait une partie de leur carrière chez Bull et dans le domaine des systèmes ouverts, montrent dans quelles circonstances Bull est sorti de son schéma de systèmes propriétaires, pour élaborer une gamme de machines Unix. De son côté J. Talbot retrace cette histoire du point de vue du groupe d'informaticiens de Bull en charge des développements Unix à Grenoble entre 1982 et 1992 : ingénieur informaticien, il a été membre actif de ce groupe et montre dans son texte l'articulation entre ce contexte local, la stratégie nationale d'ensemble du groupe Bull et les efforts de développement d'Unix à l'échelle internationale.

Dans les années 1970, alors que l'informatique se diversifie et devient plus accessible, émergent des communautés d'intérêts et de pratiques nationales et internationales relativement indépendantes des constructeurs industriels ou des établissements où les acteurs travaillent. Parmi eux, les groupes d'utilisateurs d'Unix, réseau international. Dans le même article de C. Cole on en trouvera d'ailleurs une illustration à travers la naissance et l'activité de l'association Usenix. En proposant une contextualisation de l'apparition d'Unix selon une perspective nouvelle, T. Haigh en revient au rôle des pratiques et communautés du développement du logiciel en amont des réseaux associatifs autour d'Unix : à la fois en montrant que le courant de l'*open source* a en réalité une longue histoire dans le monde industriel (remontant aux efforts de structuration de la communauté SHARE au sein d'IBM notamment) ; et en pointant que le développement para-académique (ou quasi-académique) d'Unix est assez représentatif des pratiques de développement logiciel des années 1970, qui ont tenté, toujours selon la même ligne historique, de mettre en commun des routines et des programmes si laborieux à élaborer.

L'histoire d'Unix s'interroge ainsi à plusieurs échelles : (1) l'innovation, les milieux et les pratiques innovantes des laboratoires de recherche et de développement dans les universités et des entreprises ayant participé au développement ou à la diffusion d'Unix ; (2) celle des orientations scientifiques et politiques

concernant les systèmes ouverts (normes et standards) ; (3) au niveau des relations internationales voire géopolitiques et géostratégiques (relations entre utilisateurs d'Unix et constructeurs d'ordinateurs en Europe et à l'international, rôle des embargos américains dans la diffusion du système et des machines qui le supportent...). Ce jeu d'échelles est à replacer au sein de la diffusion phénoménale du système à travers les milieux scientifiques et de la R&D. Les groupes et clubs d'utilisateurs ont joué un rôle crucial dans l'émergence du développement collaboratif autour de logiciels (Mounier-Kuhn, 2010 ; Haigh, 2002), en tant que regroupements d'utilisateurs professionnels spécialisés dans un type de matériel ou de logiciel initiés par les constructeurs qui souhaitent former les ingénieurs et techniciens à l'utilisation d'une machine spécifique, et s'étant peu à peu autonomisés de ces constructeurs. En ceci, le rôle des utilisateurs spécialistes, les développeurs et ingénieurs systèmes en particulier, a été déterminant. Ils sont non seulement pionniers en matière de conception, expérimentation, et développement, mais aussi ouvriers de la structuration d'un milieu de collaboration par des tâches moins nobles mais tout aussi importantes dans le processus d'innovation : l'implémentation, l'adaptation, la mise à jour, la maintenance, la sécurisation, la réparation des matériels et logiciels formant un parc d'équipement informatique international.

C'est sur quelques réflexions sur l'émergence et la consolidation d'un

esprit Unix, compris comme l'une des expressions historiques d'une culture technique construite autour des systèmes informatiques, que nous concluons. Les réseaux d'informaticiens utilisateurs d'Unix, d'ailleurs présents au Cnam au sein du laboratoire d'informatique, fédèrent des solidarités socio-professionnelles qui ne sont pas tout à fait alignées avec les politiques de développement scientifique et technique traditionnelles des pays industrialisés – voire qui revendiquent leur indépendance face à ces politiques, leur préférant des réseaux de solidarité technique transnationaux. Or, ces réseaux se construisent et se développent notamment à partir de références croisées qui peuvent être d'ordre idéologique, culturel, aussi bien que scientifique et technique. Se façonne alors un ethos de la communauté réunie autour d'Unix que les acteurs mêmes nomment « philosophie Unix », dont les référents culturels relèvent d'un style de programmation (formulé en termes techniques et esthétiques) aussi bien que d'une éthique revendiquée dans le rapport à l'informatique (autonomie, ouverture...) matérialisée dans les pratiques et choix techniques des utilisateurs. Il faut préciser aussi que la diffusion d'Unix est souvent décrite dans une logique d'adoption, parfois d'appropriation, mais plus rarement à l'aune des résistances que le système a pu rencontrer pour des raisons de limitations techniques ou de contraintes économiques et politiques en matière d'équipement technologique ; les textes sur la place d'Unix au sein de Bull dans ce volume laissent entrevoir certaines de ces contraintes.

Enfin, comme le montre le texte de L. Bloch dans ce numéro, il faut insister sur le poids des croyances, en interaction avec les choix scientifiques et préférences technologiques, dans la constitution de la communauté unixienne. Observateur et analyste des évolutions de l'informatique, L. Bloch a été ingénieur système et réseau, notamment au Cnam, à l'Insee et à l'Institut Pasteur, et a participé aux premières années d'Internet en France au tournant des années 1990. Il propose une lecture des logiques d'appartenance, de fidélité, pointant une forme de prophétisme informatique dans le développement d'Unix. On retrouve ici une analogie religieuse, qui fait écho à bien d'autres phénomènes quasi-culturels traversant l'histoire des sciences et techniques.

La popularité d'Unix dans l'histoire de l'informatique suppose l'appropriation et la construction d'une culture Unix non seulement consolidée précocement mais perdurant aussi jusqu'à aujourd'hui. La mémoire des utilisateurs Unix est vive, portée très tôt par des enquêtes journalistiques dans les milieux de la recherche et du développement (Salus, 1994), ainsi qu'une pratique de sauvegarde patrimoniale avancée (Toomey, 2010). L'héritage d'Unix est constitué non seulement de la longue série de versions et d'applications dérivées du système, jusqu'aux systèmes mobiles Android aujourd'hui ; mais aussi de la mémoire de ses développements, toujours discutée aujourd'hui dans les forums de spécialistes, et objets de travaux de reconstitu-

tion⁵. Au final, bien qu'encore peu en tant que tel couvert par les études de sciences humaines et sociales, le système Unix est un référent important dans l'histoire de l'informatique, en particulier dans le champ des logiciels libres (Kelty, 2008) et des réseaux (Paloque-Berges, 2017), ainsi que dans la philosophie des langages et des temps de la programmation (Mélès, 2013, 2017).

Bibliographie

Campbell-Kelly M. (2003). *From airline reservations to Sonic the Hedgehog: a history of the software industry*. Cambridge, Mass. : MIT Press.

Campbell-Kelly M., Aspray W. (1996). *Computer: A History of the Information Machine*. New York : Basic Books.

Cortada, J. W. (2002). « IBM Branch Offices: What They Were, How They Worked, 1920s-1980s ». *IEEE Annals of the History of Computing* 39.3, pp. 9-23.

Hashagen U., Keil-Slawik R. & Norberg A. L. (eds.) (2002). *History of computing: software issues. International conference of the history of computing* (Actes de colloque de ICHC 2000, April 5-7, 2000, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn, Germany). Berlin : Springer-Verlag.

Haigh T. (2002). « Software in the 1960s as Concept, Service, and Product ». *IEEE Annals of the History of Computing* 24.1, 2002, pp. 5-13.

Kelty C. M. (2008). *Two Bits: The Cultural Significance of Free Software*. Durham : Duke University Press Books.

Mélès B. (2013). « Unix selon l'ordre des raisons : la philosophie de la pratique informatique ». *Philosophia Scientiæ* 17 (3), pp. 181-198.

Mélès B. (2017). « Temps et activités selon Unix ». *Réseaux* 206/6, pp. 125-153.

Mounier-Kuhn P.-É. (2010). « Les clubs d'utilisateurs : entre syndicats de clients, outils marketing et 'logiciel libre' avant la lettre ». *Entreprises et histoire* 3, 2010, pp. 158-169.

Neumann C., Paloque-Berges C. & Petigirard L. (2016). « 'J'ai eu une carrière à l'envers' : entretien avec Claude Kaiser, titulaire

⁵L'association The Unix Heritage Society, dirigée par Warren Toomey, auteur dans ce dossier, abrite non seulement un forum de liste très actif, mais aussi des travaux d'archéologie des systèmes et logiciels Unix. [URL: <http://www.tuhs.org/>].

de la chaire d'Informatique-Programmation du Conservatoire National des Arts et Métiers ». *Techniques et Sciences Informatiques (TSI)* 35 (4-5), pp. 557-570.

Paju P. & Haigh T. (2015). « IBM Rebuilds Europe: The Curious Case of the Transnational Typewriter ». *Enterprise & Society*, Vol. 17, Number 2, pp. 265-300.

Paloque-Berges C. (2017). « Mapping a French Internet experience: a decade of Unix networks cooperation (1983-1993) ». In G. Goggin et M. McLelland (eds.), *Routledge Companion to Global Internet Histories*. New-York : Routledge, 153-170.

Salus P. H. (1994). *A Quarter Century of UNIX*. Addison-Wesley, Reading.

Toomey W. (2010). « First Edition Unix: Its Creation and Restoration ». *IEEE Annals of the History of Computing* 32 (3), pp. 74-82.