
Quelle place pour le logiciel dans un musée de l'informatique ?

François Letellier

ACONIT

Grenoble, France

fl@flet.fr

RÉSUMÉ. Les éléments patrimoniaux d'un musée de l'informatique doivent inclure matériel et logiciel. Le matériel conservé nécessite des programmes qui lui correspondent. Les logiciels constituent en eux-mêmes une part importante du patrimoine, mais requièrent des machines adéquates. L'exécution de logiciel sur des matériels d'origine pose problème car elle dégrade ceux-ci. La technologie logicielle apporte une solution en permettant l'émulation / simulation des machines rares ou fragiles. Émulateurs et simulateurs répondent au besoin d'étude et d'exposition du logiciel. Nous proposons de considérer que l'inclusion d'émulateurs de qualité dans le corpus logiciel d'un musée de l'informatique constitue une démarche positive de conservation du matériel correspondant. Dès lors, la muséographie peut être repensée, sur la base d'une complémentarité entre l'objet matériel, porteur d'une force d'évocation irremplaçable, et son alter ego virtuel (émulateur / simulateur) qui ouvre sur le champ du logiciel. Cette approche conduit à démultiplier hors les murs les possibilités d'étude et d'exposition du patrimoine conservé.

ABSTRACT. Heritage assets in a museum of computing should include hardware and software. Preserved hardware require proper software to operate. Per se, software is a major fraction of our heritage, which also requires hardware to be brought back to life. Running software on historical machines is not a viable option, as it becomes destructive in the long run. The software emulation / simulation of machines provides an alternative full of promises, with some limitations. We advocate that museums should consider sourcing of high quality emulators of endangered computers as critical in the preservation of software and hardware heritage. As a consequence, museography in a museum of computing is to be reshaped around, and by, software technologies. Tangible and intangible artifacts play complementary roles, the ones as remains of the past, with all the emotional charge they may carry, the others as enablers of new virtual flavors of the museum-beyond-the-walls.

MOTS-CLÉS : patrimoine logiciel ; émulation ; musée de l'informatique ; musée virtuel

KEYWORDS: software heritage ; emulation ; museum of computing ; virtual museum

1. Introduction

Lorsque se pose la question d'un « musée de l'informatique », le lien naturel musée-objet (objet matériel s'entend) s'invite volontiers comme un implicite de la réflexion. Immédiatement, dans les sphères profanes comme chez les spécialistes, l'image qui vient en tête est celle d'un lieu où s'exposerait une collection d'ordinateurs – ou plus exactement d'*ordiosaures*, pour reprendre ce mot-valise qui illustre bien la propension à considérer les machines d'hier comme des dinosaures.

Ce parallèle n'est pas anodin : l'ordinateur historique prend volontiers les caractéristiques du fossile, c'est-à-dire d'un patrimoine tangible, qui peut bénéficier de toute l'attention requise pour sa conservation, mais dont la part immatérielle est minimisée au profit des efforts muséographiques de mise en valeur. Quelle est la part immatérielle d'une vieille « babasse » ?, peut-on se demander. Lorsqu'il s'agit d'un iMac, l'aspect *design* saute aux yeux au point de mériter une place de choix dans un musée du... design. Mais quid d'un Bull Gamma 3 ? Quelques armoires, d'un gris triste comme un ciel d'hiver, aux tripes bourrées de tubes rébarbatifs exhalant une odeur de graisse électronique...

2. Périmètre d'un musée « de l'informatique »

Si l'étymologie de « musée » renvoie à l'antiquité grecque avec le *Mouseion* d'Alexandrie consacré aux Muses, le Conseil International des Musées (ICOM), instance internationale de référence, en donne une définition actuelle :

Un musée est une institution permanente sans but lucratif au service de la société et de son développement ouverte au public, qui acquiert, conserve, étudie, expose et transmet le patrimoine matériel et immatériel de l'humanité et de son environnement à des fins d'études, d'éducation et de délectation.

Le patrimoine conservé / étudié / exposé / transmis comporte des éléments matériels et immatériels fréquemment liés : c'est le cas pour les domaines culturels et artistiques qui mêlent forme et fond, habileté concrète et génie créatif. Une *Joconde* s'admire, s'étudie et se conserve tant pour la qualité technique de l'objet que pour les qualités picturales de la représentation.

Dans les domaines scientifiques et techniques, cette intrication matériel / immatériel devient moins systématique. L'exposition d'un squelette d'iguanodon reconstitué comporte certes une part d'interprétation¹, mais le caractère essentiellement matériel des objets exposés ne fait aucun doute. Dans une telle situation, le patrimoine appartient au domaine du tangible, et c'est l'aspect muséographique qui comporte une part immatérielle.

¹ Une collection de squelettes fossiles d'iguanodons est exposée au museum des sciences naturelles de Bruxelles. Leur agencement reprend les hypothèses scientifiques de l'époque de la découverte (station bipède) bien que des recherches récentes les remettent en cause. La présentation retenue comporte bien une part d'interprétation, voire d'inspiration artistique.

Dans le cas particulier de l'informatique cette approche ne peut suffire. La grande force de la discipline informatique, sa polyvalence et la valeur qu'elle apporte² réside pour une grande part dans le logiciel. Dans ce domaine, le foisonnement est immense. Un pan entier de ce secteur se structure autour d'un bipôle constitué de matériel banalisé et de logiciel fortement innovant. Cette situation n'est pas une règle absolue : l'électronique embarquée regorge d'exemples où matériel et logiciel sont intriqués dans un seul artefact.

3. Caractère substantiel du patrimoine informatique

Il serait hâtif de sortir le logiciel du domaine muséal au prétexte qu'il ne constituerait pas un patrimoine substantiel. L'année 2012 a marqué le centenaire de la naissance d'Alan Turing, à qui l'Humanité doit la notion d'une machine éponyme qui conceptualise l'ensemble des fonctions dites calculables et sert de base théorique au fonctionnement de tous les ordinateurs à ce jour. Les prémisses des concepts de programmation peuvent être tracés dans les métiers Jacquard (début XIX^e), la machine analytique de Babbage (1842) ou les travaux de Lady Lovelace.

La dimension historique ne fait plus de doute. Pour ce qui est du caractère substantiel du corpus logiciel de par le Monde, il suffit pour s'en convaincre de citer quelques chiffres. Il existe plus de 500.000 projets dans le seul domaine du logiciel libre³. Une automobile contemporaine embarque un arsenal logiciel correspondant à plusieurs dizaines de millions de lignes de code source. Les grands projets logiciels sont, de loin, les produits de l'ingénierie les plus complexes de tous les temps.

Le « phénomène logiciel » recouvre des facettes diverses. Phénomène humain, qui lie les personnalités singulières (Turing, Hopper, Gates, Stallman, Kuntzmann, Pajitnov, Berners-Lee, Hullot...) à des concepts ou des artefacts logiciels. Phénomène sociétal, qui modèle des pans entiers de la vie moderne (financiarisation, identité, dématérialisation, métiers de la connaissance, cyberspace...) au point de faire pressentir un changement d'ère. Phénomène culturel, qui prend le logiciel pour sujet et pour outil (éthique « hacker », gaming, arts numériques, ...) Phénomène technologique évidemment, qui occupe à titre professionnel ou de loisirs des millions de personnes dans un secteur parmi les plus florissants.

Sur le seul volet technologique, une étude diachronique constitue un complément précieux à l'étude des technologies actuelles. Les solutions trouvées hier perdurent aujourd'hui, et il est plus didactique d'en comprendre la motivation et le fonctionnement dans leur contexte de départ. Citons le seul exemple du formidable succès d'Internet (TCP/IP) : architecture décentralisée, robustesse des protocoles, simplicité des implémentations, choix de licences permissives se sont justifiés dans le contexte technologique des années 70 et ont découlé sur la pérennité que l'on sait.

² Certains cabinets estiment par exemple qu'elle apporte 30% de la valeur ajoutée d'un avion : estimation du cabinet Pierre Audoin Consultants, cité dans AFDEL (2010).

³Le seul outil FLOSSMole recense plus de 500.000 projets libres/open-source mi 2012.

4. Limites d'une approche bibliothécaire de la conservation du logiciel

Les éléments ci-dessus suffisent à démontrer que le logiciel constitue d'ores et déjà un patrimoine tout à fait substantiel et porteur d'une dimension historique. Pourtant, le sujet de sa conservation ne fait guère l'objet d'une attention suffisante.

4.1. Le logiciel en bibliothèques

Une première réponse technique à ce constat consiste à replacer le logiciel dans le domaine des œuvres de l'esprit vouées à une conservation en bibliothèque. Le terme de logithèque est fréquemment utilisé, celui d'informatèque a été proposé (Sénat, 1998)... En France, le Code du Patrimoine prend soin de définir la notion de musée⁴, mais (livre III) prend pour implicite celle de bibliothèque. Les dispositions de ce Code prévoient que les logiciels sont soumis à l'obligation de dépôt légal et

déposés à la Bibliothèque nationale de France dès lors qu'ils sont mis à la disposition du public, à titre onéreux ou gratuit, par diffusion en nombre d'un support matériel de quelque nature que ce soit.

Le mécanisme du dépôt légal reste limité : aux logiciels mis à la disposition du public sur un « support matériel », ce qui devient l'exception plus que la règle à l'heure du *cloud computing*, du téléchargement sur le web ou sur tous types « d'App Stores » ; et surtout, à la « consultation sur place » des œuvres, par des « chercheurs dûment accrédités ». La diffusion auprès du grand public n'est pas le but poursuivi. La louable intention de permettre la consultation risque de devenir vœux pieux dans la mesure où, sur place, ne seront pas disponibles les ordinateurs nécessaires à l'exécution des logiciels déposés.

4.2. Conservation du support matériel

L'approche par le seul support matériel devient d'autant plus problématique que l'on constate combien la vitesse d'altération de ces supports est élevée, incompatible avec les durées de conservation que peuvent viser bibliothèques ou musées :

Aujourd'hui, les supports numériques les plus fiables disponibles sur le marché ont une durée garantie de 50 ans. C'est d'ailleurs la durée de vie exigée d'après le cahier des charges de la Bibliothèque nationale de France pour la conception de disques numériques en verre. Cette durée de vie est dérisoire par rapport à celle d'un bon papier (Archives, 2001).

Dans le cas de systèmes embarqués, de *firmware*, de systèmes d'exploitation pré-installés, le logiciel réside dans des mémoires électroniques non volatiles dont la durée de rétention se limite à quelques décennies. Cette durée est brève, et ses conséquences se font déjà sentir : un ordinateur personnel du début des années 80

⁴ Selon le Code du Patrimoine, «Est considérée comme musée, au sens du présent livre, toute collection permanente composée de biens dont la conservation et la présentation revêtent un intérêt public et organisée en vue de la connaissance, de l'éducation et du plaisir du public.»

risque de ne plus pouvoir *booter* par altération de son logiciel embarqué en (E)EPROM. Ce dernier cas illustre qu'il est difficile de séparer matériel et logiciel lorsqu'il s'agit de conserver le patrimoine informatique :

si la conservation du logiciel n'est possible que parallèlement à la conservation du matériel, inversement la conservation du matériel ne signifie rien si on ne conserve pas les logiciels (Denoyelle, 2005).

4.3. Obstacles législatifs

Il est donc inapproprié de conserver les machines dans des musées et de recueillir des logiciels dans des « biblio / logi / informa-thèques » s'il n'existe pas de passerelles satisfaisantes entre les deux. L'état actuel du droit de propriété ne facilite pas la mise en place de telles passerelles. Le régime de la propriété de l'objet matériel remonte à l'*usus, abusus, fructus* du droit romain. Son essence est que (pour les objets mobiliers) possession vaut titre, ce qui sied bien au contexte muséal. A contrario, la propriété intellectuelle trouve ses racines dans le droit d'auteur, à savoir « un droit de la personnalité [du créateur] qui s'exprime à travers la chose créée » (Parisot, 2004). Hors du cadre bien établi des bibliothèques et du dépôt légal

la prudence juridique sera alors de mise. Faute de pouvoir identifier ou localiser un auteur pour lui demander son autorisation, l'abstention sera la solution la plus couramment adoptée. [...] L'institution muséale aura une tendance bien légitime à faire figurer sur un produit multimédia les œuvres dont le musée détient les droits, à l'exclusion des œuvres dont il ne connaît pas les auteurs, dont il ne peut localiser les auteurs, [...] (Parisot, 2004)

Au delà des complexités de la lettre du droit, la question sous-jacente est bien celle de son esprit – qui place le logiciel dans la catégorie des « œuvres de l'esprit ». La pertinence de ce choix fait toujours débat (Bullich, 2010) ; sans approfondir ce point, qui n'est pas central dans notre propos, mentionnons deux exemples antagonistes. L'approche *literate programming* proposée par D. Knuth vers 1981 conçoit le logiciel comme un texte rédigé et adressé à l'humain et (par effet de bord) compréhensible par la machine. A contrario, les principes de la métaprogrammation comme « art de programmer des programmes qui lisent, manipulent ou produisent d'autres programmes » (Rideau et Dang-Vu, 1999) posent directement la question de la personne de l'auteur de tels programmes produits par... d'autres programmes.

5. Le patrimoine logiciel dans un musée de l'informatique

5.1. Inclusion du logiciel dans la sphère muséale

Nous avons montré que le logiciel constitue un patrimoine substantiel. Les éléments ci-dessus conduisent au constat que sa seule conservation dans la sphère documentaire des bibliothèques ne suffit pas à prendre en compte ses dimensions d'objet : (1) technique issu d'une ingénierie dont la réalité peut diverger de la vision

romantique⁵ d'une création d'auteur ; (2) impossible à exécuter (ou « jouer ») dans le monde réel sans matériel adapté⁶ ; (3) inversement, nécessaire au fonctionnement du matériel, ce qui lie les problématiques de conservation de l'un et de l'autre.

Le logiciel a donc vocation à trouver sa place dans un musée de l'informatique, comme véritable patrimoine immatériel à considérer dans un lien permanent avec l'objet matériel.

5.2. Caractéristiques du logiciel dans une perspective de conservation

Le logiciel est immatériel, non rival, fongible, inaltérable. Son côté intangible n'exclut cependant pas la nécessité d'un support pour son stockage et sa conservation. Il peut être techniquement dupliqué à un coût dérisoire ; les différentes instances obtenues après duplication sont parfaitement identiques.

Tendance technologique lourde, le logiciel devient omniprésent et évolutif. Il se cache là où l'on ne le cherche pas : par exemple dans des circuits programmables. Son ingénierie procède par innovation cumulative (si bien qu'il peut exister littéralement des milliers de versions successives d'un même logiciel, toutes disponibles), et même une fois installé, sa configuration évolue.

Plus problématique dans une perspective de conservation, les logiciels actuels tendent à être délocalisés (ou distribués), parfois hébergés dans le *cloud*, et n'existent que dans l'interaction. Prenons le cas d'un ordinateur de bureau actuel : que signifiera la conservation du logiciel si son système d'exploitation existe en de multiples versions, est sujet aux virus (donc susceptible de se corrompre), que l'anti-virus met sa base de données à jour par Internet, que sont installés des logiciels dont seule la partie client lourd (IHM) réside sur le disque dur, les traitements étant réalisés par un service accessible sur le cloud ?

La communauté du jeu vidéo observe que pour la seule sous-catégorie du *retro-gaming*, il devient impossible de conserver de manière crédible les systèmes hautement complexes que sont les MMORPG, jeux de rôles en ligne massivement multi-joueurs (Anderson et al., 2010). Ce constat n'exclut pourtant pas une démarche muséale : pas plus qu'un musée de la Marine ne viserait à maintenir opérationnelle l'intégralité d'une flotte nationale, un musée de l'informatique ne cherchera pas l'exhaustivité dans la conservation de systèmes tentaculaires. Une politique de conservation devra donc opérer un certain nombre de choix, privilégiant des ensembles complets, fonctionnels et représentatifs d'une classe de technologies.

5.3. Conservation long terme d'artefacts immatériels

A défaut de substrat inaltérable, et en présence de supports déjà dégradés ou menacés (ce qui est le lot commun), les opérations techniques de stockage long terme passent par trois phases (Culture, 2008). La première vise à copier

⁵ Au sens de la prééminence de la personnalité et de l'inspiration de l'auteur sur l'œuvre.

⁶ La participation de la B.n.F. au projet KEEP (EC FP7/ICT3.4.3) vient appuyer ce constat.

l'information du substrat de départ, menacé, vers un support intermédiaire, typiquement un stockage de masse actuel. La seconde série d'étapes consistera à sauvegarder, régulièrement, l'information d'un support vers un autre plus récent, afin de contrer leur inexorable vieillissement. Il s'agira en troisième lieu de restituer l'information sur un substrat exploitable par une configuration matérielle cible.

La seule conservation d'une suite de bits ne suffit pas à préserver la capacité future à accéder au logiciel. L'information brute doit être accompagnée des méta-informations indispensables (Hodsworth et Wheatley, 2001) : identification et description de l'objet, procédure d'installation sur une machine cible, manuel d'utilisation, etc. L'enjeu de la conservation longue durée se déplace alors : ces méta-informations doivent, elles-mêmes, être encodées selon des formats que l'on saura, demain, lire, interpréter, exploiter – et être conservées à long terme.

5.4. Étude et exposition du logiciel

L'histoire du logiciel reste dans une large mesure à écrire... et ne fait que commencer. La littérature comporte un corpus significatif sur l'histoire de l'informatique en général⁷, qui fait la part belle à l'histoire des machines. Les études plus particulièrement axées sur le logiciel traitent fréquemment du génie logiciel, notamment des langages, parfois des systèmes d'exploitation (Aspray, 2003). Certaines traitent de « l'industrie » du logiciel à travers les âges. Un autre contingent se concentre sur l'histoire du logiciel libre / open-source, avec une certaine tendance à glisser de l'histoire à la légende. Au delà de l'aspect historique, l'étude du logiciel comme phénomène, d'un point de vue diachronique ou synchronique, ouvre un champ d'investigation nouveau. Dans ce domaine, les attentes envers un musée de l'informatique viendront naturellement.

L'accès plein et entier au logiciel, à des fins d'étude ou d'exposition, nécessite quatre éléments : code exécutable, code source, documentation et... matériel.

5.4.1. Code exécutable

Le code exécutable constitue la version la plus directement utilisable du logiciel. Il est nécessaire pour qu'un utilisateur (dans certains cas, un autre programme) accède aux fonctionnalités du logiciel. Dans un contexte d'étude ou de présentation, l'exécutable donne accès à l'expérience utilisateur, aux choix de design, de façon indirecte à l'*habitus* des publics ciblés. A contrario, il fournit peu d'informations sur le fonctionnement interne des programmes.

5.4.2. Code source

Le code source présente un intérêt particulier du point de vue historique et scientifique, car il témoigne de l'état de l'art. En principe, il devrait suffire à reconstituer l'exécutable ; dans la pratique il est beaucoup plus efficace de disposer à la fois des exécutables et des sources.

⁷ Voir par exemple IFIP WG 9.7 "Computing History Events".

Les codes sources des programmes propriétaires sont malheureusement le plus souvent inaccessibles, voire définitivement perdus pour les œuvres orphelines. Il existe des exceptions : ainsi Jordan Mechner, créateur du jeu légendaire Prince of Persia, a-t-il en 2012 retrouvé totalement par hasard le code source original pour Apple II sur des disquettes 3"5 de 1989, puis l'a publié avec ce commentaire :

Nous avons extrait et publié le code [source] 6502 parce qu'il constitue un fragment de l'histoire de l'informatique qui peut présenter de l'intérêt pour d'autres [personnes], et parce que si nous ne l'avions pas fait, il aurait pu être définitivement perdu.

Reste qu'historiquement, la possibilité d'accéder aux sources de logiciels majeurs constituait une règle qui a perduré à travers le logiciel libre / open source :

C'est seulement à partir du moment où les concepteurs de logiciels eurent la possibilité de convertir les instructions lisibles par l'homme en instructions machine par le biais du compilateur, que ces derniers eurent la possibilité de cacher la source de leur travail [...] En fait, ce qui fut inventé ce n'est pas le logiciel libre, c'est plutôt le logiciel fermé puisqu'au commencement de l'informatique les logiciels étaient libres. (Benkeltoum, 2009)

5.4.3. Documentation

La documentation associée au logiciel constitue un élément précieux pour l'étude de l'usage de l'artefact technologique. Sa partie technique (documentation de conception) peut être considérée comme un élément du code source. La partie utilisateur aide à tirer parti du code exécutable : c'est une chose d'accéder à la première version de VisiCalc ; encore faut-il savoir, par exemple, que le chargement d'un fichier depuis une disquette s'obtient par la combinaison de touches « /SL »...

5.4.4. Matériel

Volontiers oublié, un ordinateur adéquat est indispensable car nécessaire à « jouer » le logiciel dans le monde réel. Contrairement aux œuvres d'art, matérielles, le logiciel n'est pas directement accessible à l'humain qui s'y intéresse. Une partition peut être lue sans la médiation d'un instrument par un musicien expérimenté, mais la suite de centaines de millions de bits qui code un programme demeurera hermétique à l'informaticien le plus expert.

Cet élément indispensable étant matériel, il constitue le chaînon limitant à une présentation muséale du logiciel. Les machines d'intérêt historique souffrent des défauts de tous les témoins du passé : rareté, fragilité, impératif de conservation qui conduit à les épargner au maximum. Plusieurs projets ont démontré la possibilité de restaurer des ordinateurs anciens : l'association ACONIT a travaillé à la remise en état d'un PDP 9 ; un Pegasus a pu ces dernières années être reconstruit et présenté, en fonctionnement, au Science Museum. Leur intérêt premier réside dans l'illustration du fonctionnement des machines ; a contrario, étudier / exposer des logiciels en les faisant tourner sur des machines historiques soumettrait ces dernières à une usure difficile à accepter (Rothenberg, 1999).

5.5. Le logiciel au secours du matériel : émulation / simulation

La science informatique elle-même fournit une piste intéressante pour dépasser ce constat. Les ordinateurs digitaux sont peu ou prou tous Turing-équivalents : par conséquent le fonctionnement de l'un peut être reproduit grâce à un autre. Les unités d'entrées-sorties et les périphériques peuvent de leur côté être représentés, ou modélisés, avec des technologies elles-mêmes numériques. Dans une certaine mesure, les équipements analogiques peuvent aussi être simulés et certains équipements de moindre rareté peuvent être adaptés pour en déporter les interfaces de commande à travers un réseau. Ainsi lorsqu'une toute première version du compilateur C fut retrouvée sur d'anciennes bandes, puis re-compilé⁸, c'est sur un émulateur / simulateur de PDP 11 sous Unix qu'il fut lancé...

Dans la pratique, le principal obstacle à l'émulation / simulation d'un ordinateur par un autre provient des différences de vitesse d'exécution des traitements. Heureusement, la puissance de calcul des machines récentes augmente sans cesse (loi dite « de Moore »). En conséquence, les machines récentes disposent largement des capacités nécessaires à émuler ou simuler le fonctionnement d'ordinateurs plus anciens (Anderson, 2010). Par des technologies d'émulation, le logiciel peut donc remédier à la rareté et à la fragilité du matériel (Rothenberg, 1999) et donner accès au contenu muséal au plus grand nombre – entre les murs du musée, sur un poste de travail personnel ou via un réseau. Cependant, convenons avec Hodsworth et Wheatley (2001) qu'il convient

de ne pas sur-vendre l'émulation comme la réponse à tous les problèmes de conservation numérique. Elle n'est qu'un élément de l'artillerie nécessaire à défendre notre héritage numérique contre les ravages du temps dans un monde où l'innovation (et donc le changement) est hautement valorisée.

6. Vers une démarche muséale repensée par le logiciel

Dans un musée de l'informatique les technologies du numérique, sous leur volet immatériel, ne se conçoivent plus comme un choix muséographique d'exposition – mais en premier lieu comme un patrimoine dont les particularités viennent rejaillir sur les options techniques de conservation, d'étude et d'exposition. Ce constat incite à repositionner le logiciel au centre d'une démarche muséale et à considérer la possibilité de dématérialiser celle-ci dans une large mesure.

6.1. Acquisition / numérisation de contenus

Le fonds immatériel conservé par le musée comportera un corpus logiciel. De manière plus classique, celui-ci comportera documents multimédia, textes, éléments de sites web, qu'il s'agisse de documents primaires, secondaires ou tertiaires. Ici, ils peuvent être complétés de contenus semi-actifs ou actifs (Talon et Walker, 2008).

⁸ Par Warren Toomey, Bond University.

Le discours autour des aspects juridiques de la conservation du logiciel souffre d'une certaine confusion. Une erreur fréquente consiste à considérer que l'existence d'une législation sur la propriété intellectuelle implique que cette législation interdise systématiquement toute exploitation (à commencer par la reproduction) de tous logiciels en tous lieux et dans toutes circonstances. Une seconde erreur réside dans une conception rétroactive et géographiquement unifiée du droit.

Pourtant, l'exploitation d'un logiciel, dans le cadre de sa conservation, mais aussi plus largement de sa présentation muséale, est tout à fait envisageable. Citons de manière non exhaustive : les logiciels créés en des lieux ou à une date où le droit applicable ne prévoit pas de protection ; les logiciels dont l'exploitation est expressément permise en vertu de disposition légales (la vaste catégorie des logiciels libres / open-source fournit une mine de ressources de tout premier intérêt dans le cadre muséal, non seulement par la sécurité juridique garantie, mais aussi par l'intérêt que présente l'accès au code source dans une perspective d'étude du logiciel) ; les logiciels propriétaires distribués sur un support physique, sans contrat de licence séparé (en matière mobilière possession valant titre, le propriétaire du support est fondé à revendiquer ce droit d'utilisation) ; les logiciels qui font l'objet d'une concession expresse de droits au bénéfice de l'institution muséale.

Si l'on s'en tient à la seule conservation, notons enfin que les textes de loi prévoient généralement des dispositions permettant la copie privée, de sauvegarde, voire les copies techniques nécessaires au traitement des œuvres. Il est donc possible d'envisager la conservation du logiciel dans une perspective muséale sous réserve de prêter l'attention nécessaire aux aspects juridiques des différents cas particuliers et de procéder dès maintenant à la sauvegarde de logiciels disponibles, ne serait-ce qu'à titre *conservatoire* et sans viser une exposition immédiate.

6.2. Gestion patrimoniale

Une logique de gestion bibliothécaire demeure pertinente, par exemple au niveau de la classification et des droits afférents, mais aussi des formats de données. Le choix de standards ouverts s'impose puisqu'il est le seul à garantir une pérennité des données – qui reste l'enjeu premier d'une démarche de conservation. La question de la conservation à long terme des données numériques se pose donc.

Mentionnons le besoin d'outils indispensables à la gestion d'un musée « physique ». Nous ne les détaillons pas car ils ne comportent guère de spécificités dues à la thématique traitée par le musée.

6.3. Sphère de diffusion

L'approche muséale dématérialisée permet de découpler les canaux de diffusion, de particulariser et de personnaliser le contenu, selon l'auditoire, selon le contexte, selon les objectifs. Il devient possible de « pousser » des éléments vers des sites tiers, de proposer des applications spécialisées, sur des terminaux variés, dont

l'usage s'adapte à toutes les générations. Les particularités de l'émulation ouvrent de plus des perspectives didactiques particulières.

Il ne s'agit plus d'utiliser les technologies numériques pour exposer « virtuellement » d'anciennes machines, comme l'on peut proposer la visite virtuelle d'un temple disparu. L'objectif est double : épargner les objets rares (voire disparus), fragiles et probablement cantonnés en un lieu éloigné du visiteur, en leur adjoignant un double virtuel, ne souffrant d'aucune rareté, inusable, transmissible dans le monde entier et, de surcroît, fonctionnel. En second lieu, donner accès au patrimoine logiciel en permettant son exécution, par le plus grand nombre, aux fins d'étude ou d'exposition.

La complémentarité matériel / virtuel reste essentielle. Le lieu physique de conservation des objets patrimoniaux et d'exposition d'une partie de la collection demeure un outil d'animation territoriale. La possibilité d'accès à l'objet tangible joue un rôle émotionnel important : avoir accès à un IBM 1130, un PDP 9, un Gamma 3, un Apple Lisa, ... est irremplaçable. Il en va de même pour le logiciel : voire tourner VisiCalc, Tetris ou Eliza, pouvoir les utiliser, colporte la même émotion. Le succès des événements de *retro-gaming* démontre la réalité de l'attrait des logiciels historiques. Des solutions d'émulation in-situ permettront de rassembler dans les murs d'un musée de l'informatique à la fois l'objet original, et la capacité fonctionnelle à exposer le logiciel en action.

7. Conclusion.

Une approche par le logiciel conduit à repositionner radicalement l'approche muséale dans le cas très spécifique d'un musée de l'informatique. Si l'accès à l'objet tangible demeure une condition indispensable à la complétude de la démarche, le recours aux technologies de virtualisation permet de considérer un schéma de diffusion qui s'affranchit dans une large mesure des contraintes dues à la rareté des éléments des collections. Plutôt qu'attirer à lui, le musée peut « aller » vers ses publics. Si le potentiel d'innovation dans ce domaine reste large, les technologies disponibles permettent d'engager une telle démarche dès aujourd'hui.

Bibliographie

AFDEL (2010). *L'édition de logiciels, une priorité pour le Grand Emprunt national*, 2010.

Anderson et al. (2010). *Towards a workable emulation-based preservation strategy: rationale and technical metadata* – David Anderson, Janet Delve, Dan Pinchbeck. New review of Information Networking. ISSN 1361-4576.

Archives (2001). *Bulletin des Archives de France sur la conservation à long terme des documents électroniques* N° 6 juillet 2001.

Aspray (2003). *The Early History of Software, 1952–1968 – in History of Computing*. I. Bernard Cohen and William Aspray, editors. William Aspray, 2003.

Benkeltom (2009). *Les régimes de l'open source : solidarité, innovation et modèles d'affaires*. Thèse de doctorat, Nordine Benkeltom, 2009.

Bullich (2010). *Éléments pour une approche communicationnelle du droit d'auteur* – Vincent Bullich – XVIIe Congrès de la Société des Sciences de l'Information et de la Communication : « Au coeur et aux lisières des SIC » – Dijon, 23-25 juin 2010.

Culture (2008). *La conservation à long terme des documents numérisés*. Rapport publié en 2008 par le ministère français de la Culture et de la Communication.

Denoyelle (2005). *Conserver le patrimoine logiciel ?*, Philippe Denoyelle, conférence invitée, INFORSID 2005.

Hodsworth et Wheatley (2001). *Emulation, Preservation, and Abstraction*, by David Holdsworth and Paul Wheatley, RLG Diginews, 15/08/2001, vol5-4, ISSN 1093-5371.

Parisot (2004). *Droit d'auteur et cybermusée*, Véronique Parisot, in *Museology, International Scientific Electronic Journal*, issue 2, 2004.

Rideau et Dang-Vu (1999). *Metaprogrammation et disponibilité des sources – deux défis informatiques d'aujourd'hui*. François-René Rideau et Dang-Vu Ban, actes du colloque « Autour du Libre », 25-27 janvier 1999.

Rothenberg (1999). *Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation* – by Jeff Rothenberg, January 1999.

Sénat (1998). *Rapport d'information du Sénat n° 331 (1997-1998) de M. René TRÉGOUËT*, fait au nom de la commission des finances, déposé le 4 mars 1998.

Talon et Walker (2008). *Digital technologies and the museum experience : handheld guides and other media* / TALLON Loïc ; WALKER Kevin. 2008. ISBN 978-0-7591-1121-9.

Biographie

François LETELLIER est administrateur de l'association ACONIT et porteur d'un projet de musée virtuel de l'informatique. Ingénieur de formation, il s'est spécialisé dans l'innovation logicielle ouverte en tant que consultant indépendant, directeur du cluster régional Edit, co-fondateur de l'association OW2 (middleware open-source), directeur exécutif du consortium ObjetcWeb à l'INRIA, créateur d'entreprise, expert auprès de structures de support à l'innovation et chargé de cours dans l'enseignement supérieur.