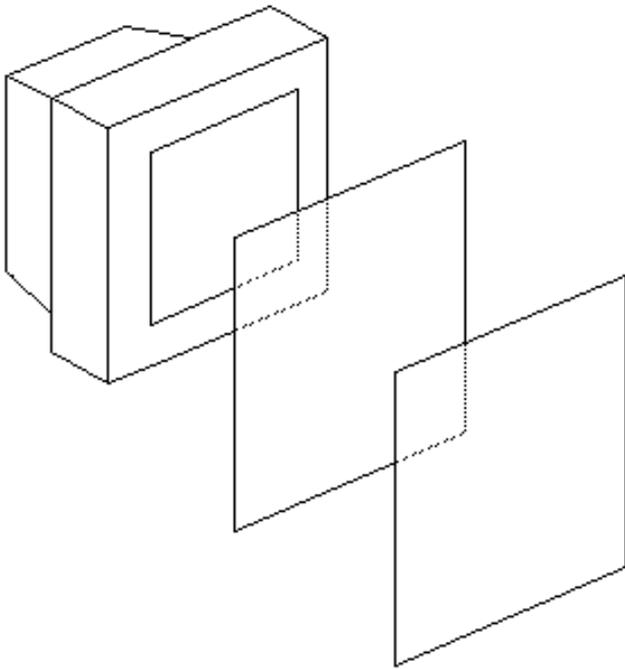


emulare

Imiter la machine
pour mieux
la préserver.

Erwan Le Rétif,
mémoire de 4^e année
sous la direction
de Vadim Bernard.

École Nationale Supérieure
des Arts Décoratifs,
section Design Graphique,
2021-2022.



introduction

Le numérique prend désormais une part importante dans nos vies. Nos informations, nos outils, nos divertissements, nos expériences résident maintenant en grande partie dans des machines et des supports de stockage. Ceci constitue une mémoire, une histoire de l'ère moderne passant par l'avènement de l'ordinateur comme machine universelle. Mais comme tout médium, le numérique est fragile. Les fichiers peuvent devenir illisibles, les programmes non-fonctionnels, les machines inutilisables. Nous avons fait le choix civilisationnel de conserver notre mémoire, le numérique fait-il partie de ce traitement ? Les efforts de conservation et d'archivage déjà établis sont-ils assez suffisants pour faire face à ce défi ?

Des solutions pour pérenniser ce médium existent, comme l'émulation. L'émulation, du latin *emulare*, désigne le fait d'imiter le comportement d'une machine par un programme informatique qui le reproduit en totalité. Elle permet de re-lire des documents et programmes obsolètes dans des machines modernes. Cette solution nous intéresse en particulier, car elle dématérialise de fait l'outil informatique, le rendant complètement numérique. La machine devient effectivement du code. Mais l'émulation est-elle vraiment une solution viable pour la conservation d'œuvres et de documents numériques ? Pouvons-nous parfaitement imiter ces machines au point où l'imitation est indiscernable de l'original ?

Pour réfléchir à ces questions, nous devons les mettre en lien avec un bref historique de l'informatique et de l'émulation, puis avec la présentation d'exemples de projets d'émulation et de préservation dressant un portrait de cette histoire de l'archivage du numérique. Nous interrogerons aussi des développeurs, bénévoles et designers impliqués de près ou de loin dans cette question de l'avenir de notre patrimoine, afin d'avoir plusieurs perspectives personnelles sur les enjeux de la préservation du numérique.

sommaire

Introduction	p. 5
Chapitre 1. De la naissance de l'informatique, vient celle de l'émulation.	p. 9
Chapitre 2. L'informatique devient personnelle ; le jeu vidéo comme catalyseur de l'émulation.	p. 17
Chapitre 3. Le crash de la bulle internet, une prise de conscience de la «décomposition numérique».	p. 29
Chapitre 4. L'émulation à l'épreuve de l'œuvre d'art : l'art numérique comme «art variable».	p. 37
Chapitre 5. L'émulation au service de l'archivage des documents numériques.	p. 49
Chapitre 6. Le rôle des entreprises et des citoyens : l'émulation, un acte politique?	p. 57
Annexe 1. Entretien avec LuigiBlood, développeur d'émulateurs.	p. 65
Annexe 2. Entretien avec Philippe Dubois, président de M05.COM.	p. 73
Annexe 3. Entretien avec Christian Porri, designer graphique et numérique.	p. 89
Conclusion	p. 100



chapitre un

De la naissance
de l'informatique,
vient celle
de l'émulation.

En 1936, Alan Turing, mathématicien anglais, publie *On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem*, un article de recherche sur le Problème mathématique de la Décision, un problème qui repose sur la possibilité de calculer des opérations mathématiques de façon universelle, dans n'importe quel modèle. Turing décide d'y répondre en mettant en place un dispositif binaire (représenté théoriquement par un ruban de papier «infini» dans une machine à écrire, permettant de taper un carré noir ou blanc, ou représenté typographiquement par les chiffres 0 et 1) qui permet de formuler n'importe quel nombre «calculable» (*computable*) et n'importe quelle opération. En décomposant le calcul de ces nombres en étapes similaires ayant un début et une fin, et en les programmant dans une machine à la manière de la machine analytique de Charles Babbage¹, la conclusion de Turing est que n'importe quel nombre calculable peut être inclus dans une opération mathématique, si elle est résolvable. Turing émet toutefois une critique sur la situation de l'opérateur humain, le «calculateur» qui par définition est faillible. Il peut se tromper, perdre le fil du calcul ou oublier les opérations précédentes. Il propose deux solutions hypothétiques à ce problème : la rédaction d'une note d'instructions détaillée pour l'opérateur, ou plus avant-gardiste, l'automatisation totale de l'opérateur qui est incorporé dans le système mécanique. En automatisant complètement le processus de calcul et en séquençant chaque étape avec un système simple, Turing a conceptualisé le principe de machine universelle automatisée qui sera la base de l'ordinateur tel qu'on le connaît aujourd'hui.

Ce principe d'automatisation et de décomposition des étapes sera au centre des travaux de Turing durant les années qui suivirent. Les Bombes [fig 1], machines britanniques permettant de décrypter les messages de l'armée allemande codés par la machine Enigma, utilisaient un système électronique par rotors permettant de s'adapter au code à déchiffrer, de changer de disposition quand le décryptage n'est pas le bon. Turing et toute l'équipe de Bletchley Park ont aussi fait un énorme travail de recherche concernant la logique du déchiffrement, en tentant de deviner la clé de cryptage par le biais de messages récupérés par les services secrets alliés. Cela permet ainsi de théoriser le comportement de la machine Enigma à chaque étape. Par ce biais, Turing et ses collaborateurs ont fait un véritable travail de rétro-ingénierie à distance sur la machine Enigma, ayant la contrainte d'avoir toujours un coup d'avance sur l'ennemi.²

Après son développement de la machine ACE, un puissant ordinateur de calcul, Turing réussit à concrétiser son idéal de machine universelle. Toujours basée sur le système binaire, elle pose la question de la simplicité d'utilisation de la machine et du stockage de ses opérations.³ Manipuler le langage binaire peut être long et très fastidieux pour l'opérateur. C'est ainsi que les premiers langages de programmation comme le système A-0 de Grace Hopper ont vu le jour dans les années 1950. Ces langages re-divisent les opérations calculées selon une structure de paramètres, de commandes, et re-traduisent ces opérations en langage binaire. Les programmations sont interprétées par le biais de cartes perforées correspondant aux paramètres [fig 2]. L'informatique voit ainsi le jour, et commence petit à petit à s'immiscer hors des laboratoires.

COBOL, FORTRAN et P/L I suivirent, et à chaque nouvelle innovation informatique, un nouveau langage fit son apparition. Ces évolutions de langages posent déjà la question de leur conservation : le lan-

1. La machine analytique de Charles Babbage, imaginée en 1834, fut une des premières pistes réalistes de conception d'une machine à calculer. Elle aurait utilisé la base d'un métier à tisser Jacquard qui utilisait des cartes perforées pour programmer les motifs de tissu, qui seraient ici ré-employées pour programmer des opérations mathématiques.

rétro-ingénierie

Le fait d'étudier un objet fabriqué pour en déterminer le fonctionnement, souvent dans l'intérêt d'en changer des éléments.

2. Andrew Hodges. *Alan Turing: The Enigma*, Burnett Books, Angleterre, 1983.
3. Alan Turing. *Lecture to the London Mathematical Society on 20 February 1947*, Angleterre, 1947. p. 1-3.

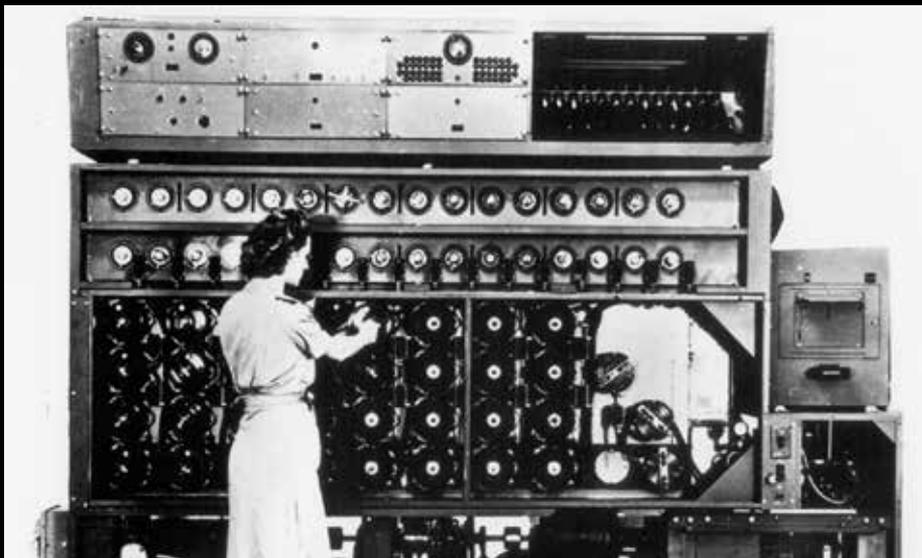


fig 1. Une version américaine de la Bombe d'Alan Turing, États-Unis, vers 1940. Crédits: Musée National de l'U.S. Air Force.

gage COBOL est toujours utilisé dans des systèmes informatiques en activité, comme des distributeurs de billets ou plus généralement des systèmes bancaires. Les programmeurs dans ce langage se font désormais rares.⁴

La démocratisation de l'informatique après-guerre avec des entreprises comme IBM, Honeywell ou Sperry-Rand engendre une course folle à l'innovation, en lien avec la croissance économique de l'époque. C'est à ce moment que se théorise la loi de Moore⁵ : l'évolution de la capacité de calcul des ordinateurs devient exponentielle, année après année. Les terminaux remplissent les bureaux et des nouveaux modèles et infrastructures sortent chaque année. Pour inciter cette innovation, il faut inciter les clients à changer de machine tout en conservant les données précédentes. Les entreprises s'efforcent donc à garder leurs nouveaux modèles compatibles avec les anciens, comme IBM qui soutient toujours des infrastructures vieilles de cinquante ans. La rétro-compatibilité est donc d'abord un argument commercial : en 1962, IBM se penche sur la question de ce qui est appelé alors la « compatibilité descendante ». Ils demandent à leur laboratoire français situé à La Gaude de trouver un moyen d'imiter le comportement de leurs sept ordinateurs les plus populaires en passant simplement par un programme. Les premiers résultats sont infructueux, la performance de ce simulateur étant deux fois moins rapide que les terminaux qu'il est censé imiter. La solution ne peut donc pas être que logicielle. Mais dans un contexte hautement concurrentiel, avec notamment Honeywell qui sortit un ordinateur compatible avec les programmes IBM peu après, l'entreprise redouble d'efforts grâce à un ingénieur nommé Larry Moss. Moss théorise que pour que les machines puissent être simulées, il faut qu'elles soient proches autant dans leur conception que dans leur programmation. Il conçoit alors une extension pour le /360 d'IBM [fig 3-4], permettant de reproduire à la perfection le comportement d'anciens modèles. Le premier émulateur est né.⁶⁻⁷

Le terme « émulateur » commence à se démocratiser dans les années 1970. Il désigne en principe des programmes censés imiter le comportement d'un terminal externe, et ainsi mesurer ses compétences. Le mot, dérivé du latin *emulare*, inclut déjà cet aspect de vouloir faire mieux, d'imiter. C'est l'un des principaux avantages dégagés par

4. David Cassel. *COBOL is Everywhere. Who Will Maintain It?*, The New Stack, États-Unis, 2017. (page consultée en février 2022) <<https://thenewstack.io/cobol-everywhere-will-maintain/>>
5. La loi de Moore est une théorie du docteur Gordon E. Moore de 1965, qui postule que les composants informatiques doublent en complexité et en capacité de calcul tous les deux ans. Sa supposition s'est avérée exacte jusqu'ici, avec notamment la miniaturisation.

rétro-compatibilité

Le fait qu'une machine récente puisse faire marcher les programmes d'une machine plus ancienne.

6. Aaron Kalszuka, *A Brief History of Computer Emulation*, in *Computer Emulation*, États-Unis, 2001. (page consultée en janvier 2022) <<https://kalszuka.com/vt/emulation/history.html>>
7. Yannick Guerrini, *Histoire de l'Émulation*, in *L'Émulation: Comment, Pourquoi?*, Tom's Hardware, France, 2012. (page consultée en janvier 2022) <<https://www.tomshardware.fr/lemulation-comment-pourquoi/2/>>

C ST NO		-STATEMENT-		-FORTRAN-		-COBOL-		SEQUENCE NUMBER OR PROG I.D.
SEQUENCE	NAME	OPERATION	OPERAND(S)	COMMENTS	ASSEMBLY & JOB CONTROL	SEQUENCE	NUMBER	OR PROG I.D.
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
22222222	22222222	22222222	22222222	22222222	22222222	22222222	22222222	22222222
33333333	33333333	33333333	33333333	33333333	33333333	33333333	33333333	33333333
44444444	44444444	44444444	44444444	44444444	44444444	44444444	44444444	44444444
55555555	55555555	55555555	55555555	55555555	55555555	55555555	55555555	55555555
66666666	66666666	66666666	66666666	66666666	66666666	66666666	66666666	66666666
77777777	77777777	77777777	77777777	77777777	77777777	77777777	77777777	77777777
88888888	88888888	88888888	88888888	88888888	88888888	88888888	88888888	88888888
99999999	99999999	99999999	99999999	99999999	99999999	99999999	99999999	99999999

COMPUTATION CENTER
THE UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA
CHAPEL HILL



NAME	OPERATION	OPERAND	AND	COMMENTS
00000000	00000000	00000000	00000000	00000000
11111111	11111111	11111111	11111111	11111111
22222222	22222222	22222222	22222222	22222222
33333333	33333333	33333333	33333333	33333333
44444444	44444444	44444444	44444444	44444444
55555555	55555555	55555555	55555555	55555555
66666666	66666666	66666666	66666666	66666666
77777777	77777777	77777777	77777777	77777777
88888888	88888888	88888888	88888888	88888888
99999999	99999999	99999999	99999999	99999999

IBM SYSTEM/360
STANDARD ASSEMBLER CARD

WORD 1	WORD 2	WORD 3	WORD 4	WORD 5	WORD 6	WORD 7	WORD 8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80							
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80							
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80							

STANDARD 8 WORD CARD



fig 3. Opérateur de l'entreprise Volkswagen utilisant un IBM System /360, Allemagne de l'Ouest, 1973. Crédits: Archives Fédérales Allemandes.

cette technologie au moment de sa conception; il est possible de lancer des programmes conçus pour une certaine machine sur une autre plus puissante, avec une vitesse d'exécution décuplée. Mais l'émulateur est à ce moment avant tout un outil de diagnostic, comme présenté dans un rapport du ministère du commerce américain :

« L'émulation de terminal est une approche de l'évaluation des performances des systèmes informatiques dans laquelle un pilote externe et indépendant du système en cours de test se connecte au système [...] et interagit avec le système comme si le pilote était un ensemble de terminaux et de programmes. [...] En fait, le système ne devrait pas être en mesure de distinguer la différence entre la communication avec le pilote, et avec les machines originales.⁸ »

L'émulation est née au sein de la mise au monde de l'informatique: l'automatisation des machines de calcul pose déjà la question de la possibilité d'avoir une machine qui imite une autre. La mise en application de la loi de Moore permet de tester ces hypothèses dès les années 1960. Mais au même moment, la question de la conservation du numérique commence à se poser. L'évolution très rapide du médium en quelques dizaines d'années en est la cause.

8. Shirley Ward Watkins, Marshall D. Abrams. *Survey of Remote Terminal Emulators*, Ministère du Commerce Américain, États-Unis, 1977. traduit de l'anglais. p. 1.

fig 4. Publicité pour le IBM System /360, États-Unis, 1964.
Crédits: Robert Nix.

IBM SYSTEM /360

Now one new computer fills all your data processing needs

You can easily increase the size of SYSTEM/360 when your business grows or you want to add new applications.

You don't have to revise most of your programs. You don't have to switch to new input and output devices.

Any program that works on the smallest configuration can work on the largest.

Same goes for the programming systems. The simplest operating system, the simplest language translator or object program can work on any SYSTEM/360.

Same goes for input and output devices. Any printer, tape, storage unit, reader or terminal that works in a small configuration works in a larger one. You choose what you need now. You add new components when you need them.

This is true from the smallest configuration to the largest configuration.

SYSTEM/360 solves today's problems. And it expands to solve tomorrow's problems, too.

It cuts today's costs....and it will also cut tomorrow's. There's never been a system quite like it.

IBM
DATA PROCESSING



fig 1. Unité centrale du micro-ordinateur Micral N.
Ce fut le premier ordinateur français à microprocesseurs.
Crédits: Micral.



chapitre deux

L'informatique
devient personnelle :
le jeu vidéo comme
catalyseur
de l'émulation

Au fil des années 1970 et 1980, la démocratisation de l'informatique suit son cours. Le concept de micro-ordinateur commence à voir le jour, comme le Micral N en 1973 [fig 1], un ordinateur français utilisant des microprocesseurs à la place des transistors réduisant considérablement le prix et la taille de la machine. Le gros de la machine tient désormais dans un boîtier appelé unité centrale, relié à un moniteur et à un clavier comme entrée de commande. Xerox, la même année, conçoit le Alto [fig 2], premier ordinateur ayant une interface graphique utilisant la métaphore du bureau, le tout suivant les recherches de Douglas Engelbart et d'Alan Kay dix ans auparavant. Apple se lance dans la compétition en 1976 avec l'Apple I, puis le II en 1977 [fig 3] qui devient le premier ordinateur personnel produit à grande échelle.

Les émulateurs d'anciens modèles continuent chez IBM, même si de nouvelles architectures système sont développées, comme le système x86 d'Intel en 1978, et que cette émulation requiert toujours des composants similaires. Le système x86 est toujours en utilisation aujourd'hui, et a une grande compatibilité descendante.

En parallèle, un nouveau type de divertissement naît : le jeu vidéo, né de l'évolution des machines d'arcades. Par des machines comme le Magnavox Odyssey en 1973 ou l'Atari 2600 en 1977 [fig 4], ces divertissements de salon sont dans les faits de petites machines exécutant des programmes. D'abord des programmes directement imprimés sur des circuits pour l'Odyssey et les machines d'arcade, puis des cartouches incluant une puce contenant le programme et augmentant la capacité de stockage de ces supports pour l'Atari 2600. La machine doit être connectée à un écran externe pour être utilisable, comme un ordinateur.

Après une saturation du marché et un système défavorable à la croissance économique du secteur aux États-Unis principalement, l'industrie du jeu vidéo connaît un effondrement conséquent en 1983, plongeant Magnavox avec d'autres entreprises dans la faillite. L'économiste suédois Mirko Ernkvist en donne un bilan global :

« Au cours de la période 1982-1984, les revenus de l'industrie américaine ont chuté de près de 50 %, et le nombre total d'entreprises de fabrication de jeux vidéo a diminué dans le monde entier. [...] Pour les fabricants et les distributeurs américains, la grande quantité d'équipements invendus en 1983 et 1984 s'est avérée fatale.¹ »

La concurrence avec les ordinateurs personnels, qui ont eux-mêmes des jeux programmés pour leurs systèmes et qui disposent de plus de puissance de calcul, est un autre facteur de cette crise :

« La diminution des contraintes pour le primo-achat, l'impossibilité de se démarquer et les inconvénients de la nouveauté et de la miniaturisation n'auraient peut-être pas créé une véritable crise s'il n'avaient pas été accompagnés d'une technologie perturbatrice sous la forme de l'ordinateur personnel. Quand les consoles programmables n'ont pas réussi à innover, l'ordinateur a pu poursuivre le processus de disruption créative. Au départ, l'introduction du PC en 1977 n'a pas eu une grande influence sur le marché du jeu vidéo, mais au fur et à mesure que la loi de Moore s'appliquait et que le marché se développait, l'ordinateur a eu un effet de plus en plus important sur le marché du divertissement vidéoludique. [...] Une différence importante était qu'il était possible pour des utilisateurs talentueux de programmer leurs propres jeux. Par conséquent, le nombre de titres de jeux publiés sur les ordinateurs personnels a dépassé de loin le nombre de jeux publiés sur les consoles de jeux vidéo.² »

métaphore du bureau

Pour faciliter l'utilisation d'un ordinateur par des utilisateurs non-familiarisés avec la programmation, les ingénieurs du centre de recherche de Xerox à Palo Alto ont tenté dans les années 1970 de faire un parallèle visuel entre la structure d'un ordinateur et celle d'un bureau de travail. Tout est organisé par dossiers et par fichiers, des termes dérivés des supports papier qu'ils sont censés représenter. Par la suite, le terme de « skeuomorphisme » sera utilisé pour désigner les dispositifs numériques imitant visuellement des éléments d'objets physiques pour faciliter leur utilisation, comme par exemple la forme de la disquette  devenant un signe symbolisant la sauvegarde.

1. Mirko Ernkvist. *Down Many Times, but Still Playing the Game: Creative Destruction and Industry Crashes in the Early Video Game Industry, 1971-1986*, Université de Södertörn, Suède, 2008. traduit de l'anglais. p. 24.

2. *ibid.* p. 26.

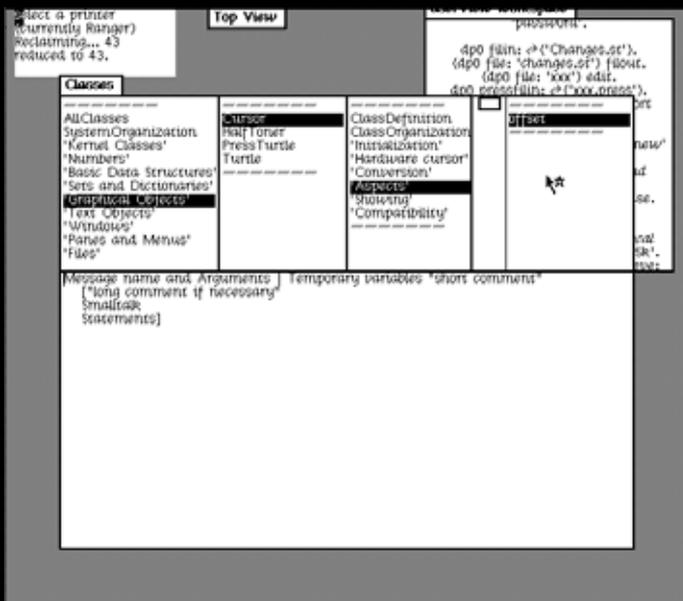


fig 2. Interface graphique *SmallTalk* de l'ordinateur Xerox Alto. L'écran format portrait évoque la feuille de papier, et la navigation se fait par dossiers rangés par onglets, comme dans un tiroir de bureau. Interface capturée grâce à l'émulateur *ContrAlto* du Living Computer Museum.

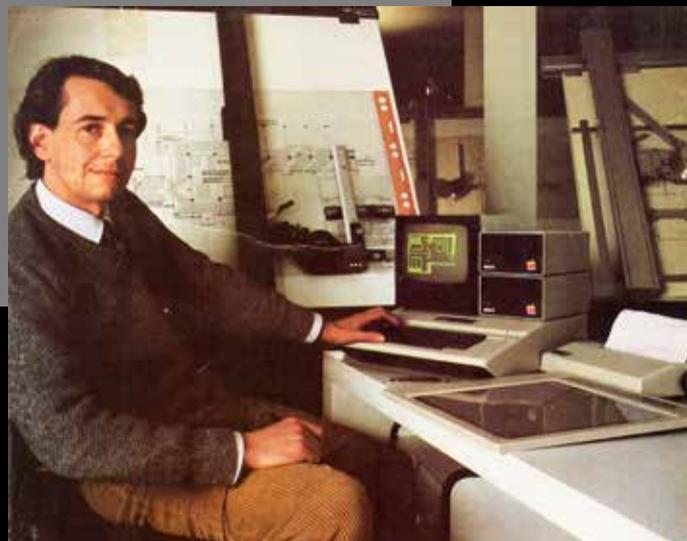


fig 3. Publicité pour l'ordinateur Apple II d'Apple Inc., France, 1983. Crédits: win3x.org.



fig 4. Consoles de jeu Magnavox Odyssey et Atari 2600. Ce furent les premières consoles de jeux vidéo de salon à rencontrer un succès commercial. Crédits: Evan Amos.

ATARI ! ENFIN UN LOGICIEL !

Il n'existe pas encore 150 logiciels pour l'Atari 520 ST. Pas 100 non plus, ni 10, ni 5. Il y en a UN. Les autres, c'est des démos. Mais quelles démos...

LE BASIC

Encore une fois, le basic qu'on a eu est une pré-version. A croire qu'on ne verra jamais la version définitive. Cependant, on peut d'ores et déjà se donner une bonne idée de ce qu'il sera une fois que les ingénieurs auront lu ce que j'ai à dire dessus. Parce que j'ai à dire, figurez-vous...

Personnellement, je le préfère rond. J'ai donc téléphoné à Atari France qui m'a promis de téléphoner à Atari Etats-Unis qui a promis de me téléphoner dès qu'ils auraient corrigé ce petit défaut. Pour ceux qui ont du mal à me suivre, je résume : la programmation des calculs est nulle, mais elle sera améliorée dans la version définitive.

même lorsque plusieurs programmes sont chargés. Quatre fenêtres sont présentes à l'écran : Edit, Command, Output et List. La première est un éditeur pleine page qui marche avec les touches de fonction et la souris, la seconde sert à rentrer des ordres en mode direct ou à taper un programme directement, la troisième est la fenêtre de travail, celle où se déroule l'action et la dernière ne sert qu'à lister. On peut, lors de l'exécution d'un programme, fermer toutes les fenêtres à l'exception de l'Output pour accélérer le traitement, ce qui n'est pas du luxe. Que dire de plus ? Il est très complet mais pas tout à fait terminé. Quelques fonctions ont été négligées, l'ensemble n'est pas optimisé et surtout il n'est pas encore en Rom. Heureusement, car il vaut mieux figer une version qui marche.

(créateur du Gem et du Gem Write) et Atari. Selon d'autres sources, tout va bien entre eux, mais le retard ne serait dû qu'à des difficultés de programmation : Atari a changé son TOS au dernier moment, ce qui a entraîné des changements de Gem, donc des changements de Gem Write. Bref, il n'est pas là, ou plutôt la version que nous avons nous acceptait de nous montrer son bel écran de présentation et rien d'autre. A la place, l'acheteur aura droit à un autre traitement de textes qui, lui, présente l'indéniable avantage d'exister. Il s'appelle ST Writer et on se demande où ils ont été chercher ce nom-là. Que fait-il, ce brave ST Writer ? Il traite les textes, le bougre ! Lorsqu'on le boote, un écran de présentation apparaît, proposant d'inverser les couleurs (le choix est réduit : blanc sur noir ou le contraire), de lister le catalogue de la disquette, de charger un fichier, d'en sauvegarder un, d'éditer le fichier qui se trouve dans la mémoire, d'en commencer un tout neuf et de recevoir des données d'un autre terminal (ah, voilà qui est intéressant). Dans l'éditeur pro-

LES UTILITAIRES

Alors ça, des fichiers, des tableaux, des bases de données, des graphiques, des assembleurs et des langages, on nous en promet. On nous en montre même des petits



rez-vous. J'ai fait le test, ah oui, je l'ai fait. Le test Hi-Hébo, vous savez ? On calcule vingt fois la racine carrée de deux et on élève le résultat vingt fois au carré. Qu'est-ce qu'on trouve, si on le fait de tête ? Deux, oui. Qu'est-ce qu'on trouve, si on le fait avec l'Atari ? 1.64872. Ah, je sais bien, c'est pas

Voilà. Sinon, il comporte plus de 150 instructions, record battu. Certaines d'entre elles sont plus qu'intéressantes : VDISYS et GEMSYS, par exemple, permettent de communiquer avec le Gem (le système d'environnement graphique) et de créer des fenêtres et des applications di-



dit, comme le remplacement, les inversions de paragraphe, les recherches d'occurrence, les options d'impression, la justification à gauche, à droite, au centre, en haut, en bas, ailleurs, dedans et dessous, les déplacements par mot, paragraphe, début ou fin de fichier, les tabulations et bien sûr l'insertion. Je

n'ai pas trouvé de glossaire, ce qui ne veut pas dire que ça n'existe pas. En fait, je n'en sais rien : la doc est on ne peut plus succincte et de plus, à l'heure où j'écris, la traduction n'est pas terminée. Normalement, elle devrait l'être d'ici une semaine. Dernier avantage de ce

Suite page 21

EDITORIAL CHIC

Bravo, c'est le numéro 104, Hebdogiciel a deux ans aujourd'hui et j'en ai marre ! Marie, y en a marre, deux ans que je me traîne ces maquet-

d'Hebdogiciel ? Et alors, y a pas de quoi être fier, vous avez vu ce que vous en avez fait de mon beau journal bien propre ? Un ramassis de vul-

Ce n'est que lorsque Nintendo sort la Nintendo Entertainment System (NES) en 1985 que le jeu vidéo renoue avec le succès commercial, en la présentant d'abord comme un jouet pour enfants plutôt qu'une machine informatique tous publics.

Avec l'explosion de l'ordinateur personnel, l'informatique migre du bureau à la maison. De nombreux amateurs se familiarisent avec les langages de programmation, et les interfaces graphiques WYSIWYG se démocratisent depuis les expérimentations de Xerox et l'interface du Apple Lisa en 1983, qui rendent l'utilisation d'un ordinateur beaucoup plus intuitive et produisent de nouveaux usages. De cette démocratisation émerge une nouvelle génération de programmeurs et d'artistes familiarisés au numérique. La scène hacker se fonde en créant des démonstrations techniques et autres programmes libres. D'abord partagés sous le manteau ou dans des revues spécialisées comme le journal français Hebdogiciel [fig 5], cette scène gagne plus d'ampleur avec l'avènement des bulletin boards [fig 6] et du World Wide Web au début des années 1990. La communication en réseau permet des efforts collaboratifs internationaux encore jamais vus.

WYSIWYG

Acronyme de *What You See Is What You Get*, «Ce que tu vois est ce que tu obtiendras». Xerox dans les années 1970 a eu aussi le projet de rendre la création assistée par ordinateur plus intuitive. La solution proposée était de pouvoir pré-visualiser en temps réel le produit fini sur l'écran de son ordinateur, et de pouvoir directement le modifier. Ces expérimentations ont donné les premiers logiciels de traitement de texte en WYSIWYG, comme Bravo en 1974. Aujourd'hui, le WYSIWYG est devenu un standard tacite des logiciels de création.

fig 5. Hebdogiciel n°104, France, 1985. En plus de publier le code entier de programmes, le journal proposait du contenu éditorial sur l'actualité de l'informatique et des dessins par l'auteur de bandes dessinées Carali. Crédits: Abandonware Magazines.

ASAMOS

Moniteur assembleur désassembleur, en fait un utilitaire qui assemble, désassemble et tout et tout. Bref, un truc génial.

Mathias WEBER

```

209 DATA 7872
210 REM *** BLOC 21 ***
211 DATA#97.#C9.#02.#90.#05
.#20.#E.#93
212 DATA#90.#03.#20.#E0.#92
.#20.#78.#E8
213 DATA#F0.#EC.#C9.#20.#00
.#07.#20.#E8
214 DATA#C5.#C9.#20.#F0.#E1
.#4C.#67.#94
215 DATA#20.#62.#94.#A9.#3E
.#20.#6E.#94
216 DATA#9.#27.#20.#6E.#94
.#20.#3E.#94
217 DATA#20.#6C.#94.#20.#6C
.#94.#A9.#00
218 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 21 *
219 DATA 6349
220 REM *** BLOC 22 ***
221 DATA#01.#00.#20.#4E.#94
.#20.#6C.#94
222 DATA#C9.#C0.#08.#00.#F3
.#A0.#FE.#97
223 DATA#F0.#15.#A0.#00.#B1
.#00.#C9.#20
224 DATA#B0.#02.#A9.#20.#20
.#6E.#94.#C8
225 DATA#C0.#09.#00.#F0.#20
.#5E.#94.#F5
226 DATA#00.#10.#69.#08.#05
.#00.#90.#02
227 DATA#E5.#01.#60.#E5.#01
.#50.#20.#62
228 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 22 *
229 DATA 6131
230 REM *** BLOC 23 ***
231 DATA#94.#A9.#3E.#20.#6E
.#94.#A9.#24
232 DATA#20.#6E.#94.#20.#3E
.#94.#A2.#05
233 DATA#20.#6C.#94.#C9.#00
.#F9.#A0.#00
234 DATA#01.#00.#A2.#97.#D0
.#07.#95.#F0
235 DATA#03.#C9.#00.#F5.#BE
.#FC.#97.#60
236 DATA#69.#96.#A2.#00.#C9
.#00.#F0.#06
237 DATA#E5.#C9.#0A.#90.#01
.#E8.#E8.#F9
238 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 23 *
239 DATA 7690
240 REM *** BLOC 24 ***
241 DATA#97.#A9.#00.#B1.#00
.#28.#4E.#94
242 DATA#20.#6C.#94.#C8.#C9
.#10.#F4.#20
243 DATA#6C.#94.#A0.#69.#02
.#C9.#1A.#00
244 DATA#F6.#0E.#FC.#97.#6C
.#00.#95.#A2
245 DATA#83.#E9.#00.#37.#28
.#6E.#94.#C8
246 DATA#C9.#D0.#F6.#20.#6C
.#94.#E8.#94
247 DATA#97.#8C.#69.#96.#C0

```

```

.#B1.#00.#2E
248 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 24 *
249 DATA 7636
250 REM *** BLOC 25 ***
251 DATA#20.#6C.#94.#A9.#24
.#20.#6E.#94
252 DATA#F6.#01.#A5.#00.#18
.#69.#02.#90
253 DATA#01.#E8.#A0.#01.#18
.#71.#00.#40
254 DATA#90.#01.#E8.#B1.#00
.#C9.#00.#90
255 DATA#01.#C9.#A9.#20.#4E
.#94.#69.#20
256 DATA#46.#94.#A2.#01.#00
.#2A.#A0.#F9
257 DATA#97.#80.#F6.#97.#A2
.#06.#89.#00
258 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 25 *
259 DATA#048
260 REM *** BLOC 26 ***
261 DATA#97.#C9.#40.#00.#11
.#98.#48.#9C
262 DATA#F6.#97.#B1.#00.#20
.#4E.#94.#C8
263 DATA#F6.#97.#68.#A8.#00
.#03.#20.#6E
264 DATA#94.#C8.#C9.#00.#E1
.#FE.#F9.#97
265 DATA#E6.#00.#00.#02.#E6
.#01.#C9.#10
266 DATA#F7.#10.#60.#20.#09
.#94.#4C.#67
267 DATA#94.#A9.#18.#A0.#95
.#4C.#09.#C0
268 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 26 *
269 DATA 7387
270 REM *** BLOC 27 ***
271 DATA#20.#1C.#94.#05.#01
.#28.#1C.#94
272 DATA#85.#00.#60.#00.#20
.#2E.#94.#0A
273 DATA#0A.#0A.#0A.#00.#FD
.#97.#20.#2E
274 DATA#94.#10.#6D.#FD.#97
.#68.#C8.#B1
275 DATA#12.#C9.#30.#90.#F9
.#C9.#3A.#90
276 DATA#02.#E9.#07.#29.#0F
.#68.#95.#01
277 DATA#28.#4E.#94.#A5.#00
.#E9.#40.#A9
278 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 27 *
279 DATA 5244
280 REM *** BLOC 28 ***
281 DATA#4A.#4A.#4A.#20.#4F
.#54.#69.#29
282 DATA#0F.#09.#30.#C9.#3A
.#90.#02.#69
283 DATA#06.#20.#6E.#94.#60
.#00.#99.#00
284 DATA#D0.#02.#A9.#0A.#20
.#6E.#94.#A9
285 DATA#D0.#4C.#6E.#94.#99
.#20.#8E.#FD

```

ORIC/ATMOS



```

286 DATA#97.#20.#09.#CC.#A8
.#FF.#97.#F0
287 DATA#03.#20.#C1.#F5.#A8
.#FD.#97.#60
288 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 28 *
289 DATA 6142
290 REM *** BLOC 29 ***
291 DATA#03.#07.#00.#0F.#1F
.#10.#18.#00
292 DATA#30.#30.#00.#38.#38
.#10.#18.#00
293 DATA#1F.#3F.#00.#3F.#00
.#3F.#3F.#00
294 DATA#31.#31.#00.#31.#31
.#31.#21.#00
295 DATA#21.#33.#00.#20.#21
.#21.#21.#00
296 DATA#21.#23.#00.#23.#23
.#23.#21.#00
297 DATA#3E.#3F.#00.#03.#03
.#3F.#3E.#00
298 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 29 *
299 DATA 1627
300 REM *** BLOC 30 ***
301 DATA#03.#07.#00.#07.#00
.#07.#07.#00
302 DATA#E.#3E.#00.#3E.#06
.#3E.#3C.#00
303 DATA#0E.#41.#43.#20.#20
.#58.#52.#20
304 DATA#20.#59.#52.#20.#20
.#53.#59.#20
305 DATA#20.#4E.#56.#20.#42
.#44.#49.#5A
306 DATA#43.#00.#0A.#3E.#00
.#09.#09.#00
307 DATA#07.#61.#62.#63.#64
.#65.#66.#67
308 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 30 *
309 DATA 2682
310 REM *** BLOC 31 ***
311 DATA#69.#69.#20.#20.#20
.#69.#20.#31
312 DATA#39.#38.#35.#20.#42
.#59.#20.#40
313 DATA#54.#2E.#37.#45.#42
.#45.#52.#00
314 DATA#00.#42.#32.#56.#45
.#27.#41.#00
315 DATA#00.#10.#26.#05.#78
.#4F.#76.#00
316 DATA#20.#20.#0C.#3F.#3F
.#3F.#07.#00
317 DATA#0D.#F5.#02.#29.#2C
.#99.#20.#20
318 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 31 *
319 DATA 3341
320 REM *** BLOC 32 ***
321 DATA#90.#68.#F0.#30.#D0
.#10.#50.#70
322 DATA#0C.#0F.#12.#10.#18
.#1E.#24.#27
323 DATA#00.#01.#05.#06.#08
.#09.#0A.#00
324 DATA#0E.#10.#11.#15.#16

```

```

.#18.#19.#1D
325 DATA#1E.#20.#21.#24.#25
.#26.#28.#29
326 DATA#2A.#2C.#2D.#2E.#30
.#31.#35.#36
327 DATA#3B.#39.#3D.#3E.#40
.#41.#45.#4
328 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 32 *
329 DATA 2617
330 REM *** BLOC 33 ***
331 DATA#4B.#49.#4A.#4C.#4D
.#4E.#50.#51
332 DATA#55.#56.#58.#59.#60
.#5E.#60.#61
333 DATA#65.#66.#69.#69.#6A
.#6C.#6D.#6E
334 DATA#70.#71.#75.#76.#78
.#79.#7D.#7E
335 DATA#01.#04.#05.#06.#08
.#0A.#0C.#0D
336 DATA#0E.#00.#91.#94.#95
.#96.#98.#99
337 DATA#9A.#9D.#A0.#A1.#A2
.#A4.#A5.#A6
338 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 33 *
339 DATA 6691
340 REM *** BLOC 34 ***
341 DATA#0B.#09.#0A.#0C.#0D
.#0E.#08.#01
342 DATA#04.#05.#06.#08.#09
.#0A.#0C.#0D
343 DATA#0E.#00.#C1.#C4.#C5
.#C6.#C8.#C9
344 DATA#0A.#CC.#CD.#CE.#D0
.#D1.#D5.#D6
345 DATA#D8.#D9.#DD.#DE.#E0
.#E1.#E4.#E5
346 DATA#E6.#E8.#E9.#E9.#EC
.#ED.#EE.#F0
347 DATA#F1.#F5.#F6.#F8.#F9
.#FD.#FE.#00
348 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 34 *
349 DATA 11480
350 REM *** BLOC 35 ***
351 DATA#00.#21.#69.#69.#09
.#6F.#69.#09
352 DATA#69.#09.#1E.#69.#69
.#09.#2A.#69
353 DATA#69.#09.#57.#06.#15
.#06.#78.#75
354 DATA#06.#78.#15.#06.#78
.#18.#06.#06
355 DATA#79.#87.#06.#06.#78
.#7E.#48.#45
356 DATA#83.#0C.#48.#63.#54
.#48.#63.#24
357 DATA#48.#48.#63.#30.#48
.#48.#63.#01
358 REM * SOMME DE CONTROLE
BLOC 35 *
359 DATA 3756
360 REM *** BLOC 36 ***

```



édito

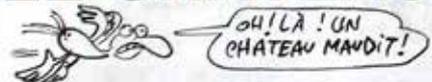
Suite de la page 1

quette? Ceccaldi le magnifique va s'en charger! La composition des textes? A la main, tout seul! Les photos en couleur? Luxe inutile! Les bandes dessinées? Et puis quoi encore, achetez Tintin ou Mickey! Les critiques de rock, de musique, de télé et de BD? Il ne manque pas de journaux spécialisés qui traitent de ces sujets, à chacun son métier! Je reprends tout à ma façon et si il y en a qui ne sont pas contents, qu'ils aillent voir ailleurs si j'y suis. Vous êtes tous vivés sans préavis ni indemnités et que la CGT ou un autre de ces emmerdeurs de syndicats ne viennent pas me chercher pour licenciement abusif, je suis ici chez moi et je fais ce que je veux! Tiens, je vous donne une semaine de préavis, vendredi prochain vous dégagez le plancher! Ceccaldi est au dessus des lois! Et vous, lecteurs, vous allez me faire le plaisir de macheter Hebdogiciel toutes les semaines, même si la nouvelle formule dépoluée que je vais lancer ne vous plaît pas. On ne présente pas à Ceccaldi! En plus, Ceccaldi le grand maître de la presse moderne lance un deuxième hebdomadaire, tout seul et un serveur télématique, tout seul, programme compris et un mensuel de programmes, tout seul. Ceccaldi se présente à la mairie de Paris, pour voir lui, Ceccaldi se présente aux élections présidentielles, Ceccaldi sera président, bande de moutons. En vérité, je vous le dis, Ceccaldi est Dieu, il était temps que l'on s'en aperçoive... Repeintez-vous, pauvres larves, car vous avez péché et maintenant il faut payer! Vous me ferez trois Avé Gérard et quatre Pater Ceccaldi noster. Que Ceccaldi vous garde. Amen.

Gérard Ceccaldi



LE CHATEAU MAUDIT CANON X 07



Le CHATEAU MAUDIT de sinistre réputation, abrite le secret de tout pouvoir. Aventurier en quête de puissance, êtes-vous prêt à risquer votre vie?..

5). Il ne peut y avoir qu'un seul objet par pièce et le décor est choisi pseudo-aléatoirement par le X-07. Chaque case du labyrinthe doit être codée ainsi, à partir de la ligne 9000 :

- DATA, suivi d'un point décimal (éclairage) et 1 ou 0 pour pièce allumée ou éteinte.
- Chiffre de 1 à 4 pour position de la porte : 1= Nord, 2= Sud, 3=



Emmanuel de LAPPARENT



fig 6. Page d'accueil du serveur par bulletin board system appelé *The Keep*, créé dans le but de préserver cette technologie. Il permet l'accès à une messagerie, des forums, une bibliothèque de fichiers, des jeux. Crédits: Benjamin Edwards.

La prochaine étape marquante de l'histoire de l'émulation arrive à la fin des années 1980. La NES et la MegaDrive étant les consoles de jeu vidéo dominantes à cette époque, le nombre de dispositifs de piratage pour ces machines est conséquent, et de nombreux programmeurs se mettent à les étudier sous toutes leurs coutures. La technologie ROM utilisée pour stocker les programmes de jeux dans les cartouches a été contournée, et des appareils permettant d'extraire ces programmes directement de la cartouche sont commercialisés. Radford Castro dans *Let Me Play: Stories of Gaming and Emulation* se rappelle de l'arrivée de ces appareils dans les années 1980 :

« En dehors des États-Unis, dans des endroits comme l'Asie et l'Europe, des appareils ont été créés pour copier les cartouches de jeux Nintendo sur une disquette afin de faciliter l'échange de jeux et pour que les propriétaires des jeux puissent conserver leur copie, ainsi que celle des jeux de leurs amis. Certains de ces appareils provenaient de Chine, de Russie ou même du Japon. Ces appareils ressemblaient à des vieux lecteurs IoMega [fig 7]. Une cartouche de jeu Nintendo s'y insérait directement et la machine prenait quelques minutes pour copier le contenu de la ROM de la cartouche. À cette époque, on appelait cela « faire une sauvegarde ». Plus tard, on a parlé de *ROM dumping*. Un seul de mes amis a réellement possédé un tel appareil. Certains d'entre eux avaient des noms comme Game Doctor ou ICDD. Il y a même eu un appareil qui s'appelait le Game Copy Master.³ »

Ces appareils connectés à la console, normalement utilisés pour extraire et conserver les programmes en-dehors de leur support d'origine sous forme de fichiers ROM, permettent d'étudier au plus près le fonctionnement des consoles de jeux. Cette analyse du code « en sortie » d'une machine, aussi appelée *dumping*, est une des principales méthodes de rétro-ingénierie pour le développement d'émulateurs.

Toujours vers la fin des années 1980, l'émulation logicielle sans composants matériels s'améliore grandement. Elle permet de simuler le comportement de puces nécessaires au calcul à virgule flottante, des puces présentes dans n'importe quelle machine informatique de l'époque. Avec ces deux avancées, le développement des premiers émulateurs de consoles de jeux s'accélère à l'orée des années 1990. Suivant

bulletin board system

« Système de tableau d'affichage électronique ». Précurseur d'Internet, il permet d'avoir un serveur sur lequel plusieurs ordinateurs peuvent communiquer via une ligne téléphonique, par messagerie ou par partage de fichiers. Il pourrait être rapproché du fonctionnement du Minitel.

World Wide Web

« Toile mondiale ». Mise en application du réseau Internet par un tissu de sites et de pages liées entre elles par des hyperliens, accessible par tout ordinateur disposant d'un navigateur et d'une connexion Internet.

ROM

Acronyme de *Read-Only Memory*, « mémoire en lecture seule ». Système de stockage de données dont le contenu est fixé lors de sa fabrication et n'est pas censé être modifié, comme dans les cartouches de jeux vidéo. Désigne aussi par extension le fichier obtenu par l'extraction du programme du support d'origine.

3. Radford Castro. *Let Me Play: Stories of Gaming and Emulation*, Hats Off Books, États-Unis, 2004. traduit de l'anglais. p. 146-147.



fig 7. Appareils de copie de jeux Professor SF, Game Partners Classic, et Doctor V64 conçus respectivement pour les consoles Super Nintendo et Nintendo 64. La cartouche s'insère en haut de la machine et un support de copie (disquette ou CD) est inséré à l'avant du dispositif. Crédits: Evan Amos.

la loi de Moore, la puissance de calcul de plus en plus importante des ordinateurs de l'époque permet des performances de plus en plus satisfaisantes. Le tout premier émulateur fonctionnel de console de jeux vidéo est difficile à dater et à désigner. Mais la NES semble être une des premières consoles émulées de façon quasi-identique à l'originale sur un ordinateur personnel, avec des logiciels comme Pasofami en 1993, développé par le japonais Nobuaki Ando pour l'ordinateur FM Towns puis pour le système d'exploitation Windows. Les premiers émulateurs de consoles sont des logiciels payants comme iNES par Marat Fayzullin, mais d'autres logiciels gratuits font leur apparition par la suite comme NESa ou NESticle [fig 8], développés respectivement par Paul Robson et par Icer Addis, qui considéraient que ce type de logiciel devait être accessible par tous.

NESticle en particulier a défini les fonctionnalités de l'émulateur de consoles tel qu'on le connaît aujourd'hui, avec une interface graphique travaillée et la possibilité d'intervenir directement dans le fonctionnement du programme joué par le logiciel, ce qui était auparavant seulement possible avec un appareil de piratage branché sur la console originale, comme le Game Genie. Avec son style graphique volontairement provocateur dessiné par l'ami d'Icer Addis, Ethan Petty – avec lequel il développait des jeux de combat sous le nom de Bloodlust Games⁴ – ce logiciel pour les ordinateurs sous le système d'exploitation MS/DOS est un des premiers gros succès venant de la scène de l'émulation des années 1990. NESticle a notamment démocratisé l'utilisation des *save states* permettant de figer le programme joué à un instant T et de le sauvegarder en l'état, ou encore la modification à la volée des aspects graphiques du programme, ouvrant de fait au plus grand monde la porte du *modding*: le fait de modifier partiellement ou en totalité un programme de jeu existant. Nathan Altice dans *I Am Error* détaille l'impact de ces fonctionnalités novatrices:

«Les modifications que NESticle permettait d'apporter aux utilisateurs étaient un phénomène nouveau pour les propriétaires de consoles. Peu d'entre eux avaient les ressources ou le savoir-faire nécessaires pour *dumper*, modifier et graver des ROMs personnalisées. Certains jeux NES comme *Excitebike* et *Wrecking Crew* comportaient des éditeurs de niveaux intégrés, mais ces outils étaient rares, les modifications étaient temporaires et il n'y avait aucun moyen de partager les créations avec d'autres joueurs. Les dispositifs de triche matériels comme le Game Genie permettaient uniquement aux utilisateurs de modifier les paramètres de jeu existants, et sans connaissance de l'algorithme de génération de code de ce périphérique, les joueurs tapaient des codes à l'aveugle dans l'espoir d'obtenir de nouveaux résultats.⁵»

NESticle simplifie ce processus créatif avec une interface beaucoup plus claire que des systèmes de codes, proche de logiciels de dessin en WYSIWYG comme Paint.

Vers le milieu des années 1990, Internet est devenu la technologie informatique la plus en vue, par exemple pour le partage de fichiers. Les fichiers pirates d'œuvres ou de supports existants inondent la toile, et le jeu vidéo n'y fait pas exception. Auparavant distribués sous le manteau sur des messageries ou forums de hackers et autres passionnés, de nombreux fichiers ROM extraits de cartouches de jeux se retrouvent en téléchargement gratuit et libre sur des sites HTML ou sur des services de partage *peer-to-peer*, comme Limewire ou Kazaa. Ces fichiers peuvent pour la plupart être lus directement depuis un ordinateur avec un logi-

système d'exploitation

Ensemble de programmes nécessaires à l'utilisation d'un ordinateur. Les systèmes d'exploitation les plus connus sont Microsoft Windows, Apple MacOS et Linux.

4. Ernie Smith. *The Story of NESticle, the Ambitious Emulator That Redefined Retro-Gaming*, Vice Motherboard, États-Unis, 2017. (page consultée en janvier 2022) <<https://www.vice.com/en/article/9a48z3/the-story-of-nesticle-the-ambitious-emulator-that-redefined-retro-gaming>>.

5. Nathan Altice. *I Am Error, The Nintendo Family Computer / Entertainment System Platform*, MIT Press, États-Unis, 2015. traduit de l'anglais.



fig 8. Interfaces graphiques des émulateurs NES Pasofami, iNES et NESTicle. Crédits: Nobuaki Ando, Marat Fayzullin, Bloodlust Software.



fig 9. Cartouche de jeu non-officielle pour la console Sega MegaDrive manufacturée par l'entreprise Accolade. Crédits: Mike's Game Shop.

ciel d'émulation adéquat. La dématérialisation du média vidéoludique est donc devenue totale : le programme est contenu dans un fichier téléchargeable et théoriquement reproductible à l'infini, tout comme le logiciel d'émulation reproduisant le comportement de la machine censée interpréter le programme.

L'explosion du piratage finit par inquiéter les grandes entreprises du secteur vidéoludique. Sega notamment intenta un procès à l'entreprise Accolade en 1992. Accolade, un éditeur de jeux, avait trouvé un moyen de contourner les systèmes de sécurité de la console MegaDrive pour publier leurs jeux sans avoir à payer de licence à Sega. L'entreprise avait fait de la rétro-ingénierie sur des jeux officiels de la console pour faire croire à la machine que leurs cartouches non-officielles étaient sous licence [fig 9]. Bien que la bataille judiciaire entre les deux entreprises fut rude, elles trouvèrent un accord en 1993. Le verdict du procès clarifie même le statut de la rétro-ingénierie :

«On nous demande de déterminer, premièrement, si le Copyright Act permet aux personnes qui ne sont ni titulaires de droits d'auteur ni détenteurs de licences de désassembler un programme d'ordinateur protégé par le droit d'auteur afin de comprendre les éléments fonctionnels non protégés du programme. À la lumière des politiques publiques qui sous-tendent la Loi, nous concluons que, lorsque la personne qui cherche à comprendre a une raison légitime de le faire et qu'il n'existe aucun autre moyen d'accéder aux éléments non protégés, un tel désassemblage constitue, en droit, une utilisation équitable de l'œuvre protégée par le droit d'auteur.⁶»

Le secteur de l'émulation fut aussi touché par les déboires judiciaires : l'entreprise Bleem!, commercialisant l'émulateur du même nom [fig 10] permettant de lire les disques de la console PlayStation sur son ordinateur et sur une console concurrente appelée la Dreamcast, fut attaquée en justice par Sony Computer Entertainment pour atteinte aux droits d'auteur en 1999. Le verdict de la Cour d'Appel des États-Unis prononcé en 2001 tombe en faveur de Bleem! :

«Le marché des jeux vidéo est énorme et lucratif, et Sony, avec sa console et ses jeux PlayStation, est un leader du marché, ayant vendu plus de 60 millions de consoles et 460 millions de disques de jeux vidéo dans le monde. Les émulateurs, tels que ceux produits par

HTML

Acronyme de *HyperText Markup Language*, « langage de balisage hypertexte ». Langage permettant de structurer une page web et de la mettre en page par un système de balises, définissant chaque élément de la page. Sa version la plus récente est HTML5.

peer-to-peer

Littéralement « pair-à-pair ». Protocole de téléchargement qui répartit la charge des données à télécharger sur plusieurs ordinateurs (pairs), au lieu de poser toute cette charge sur un seul utilisateur téléchargeant depuis un seul serveur.

6. Procès-verbal du verdict du procès entre Sega Enterprises et Accolade Inc., Cour d'Appel des États-Unis pour le neuvième circuit, États-Unis, 1993. (page consultée en janvier 2022) <<https://caselaw.findlaw.com/us-9th-circuit/1281580.html>> traduit de l'anglais.

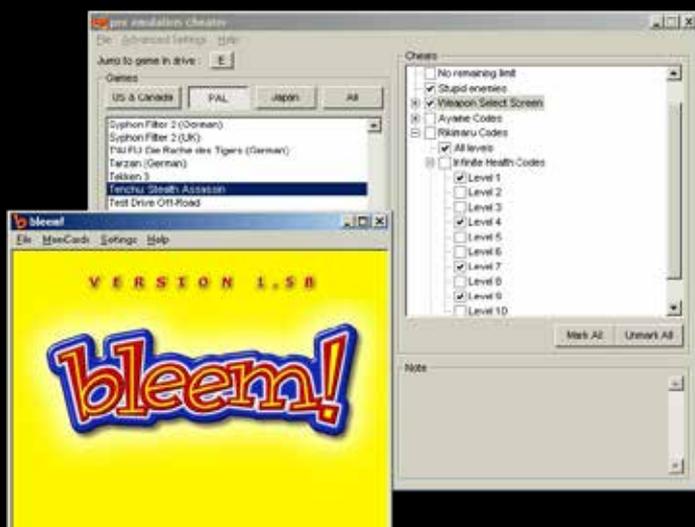


fig 10. Interface graphique de l'émulateur PlayStation Bleem! et de son programme de triche pour Windows. Crédits: Bleem! Company.

Bleem!, ne peuvent pas affecter négativement les ventes de disques de jeux Sony – au contraire, ils peuvent les aider – mais les émulateurs vont très probablement réduire les ventes de consoles.⁷»

L'entreprise ferma tout de même ses portes peu après, face à la pression constante de l'entreprise japonaise sur leurs épaules. Ces verdicts peuvent faire office de jurisprudence sur la pratique de l'émulation, ce qui dispose qu'aucun contenu sous copyright ne peut être reproduit dans ces projets de rétro-ingénierie sans autorisation. Toujours aujourd'hui, le BIOS des machines PlayStation n'est pas inclus dans les logiciels d'émulation de ces plateformes, pourtant primordial à leur fonctionnement mais étant un contenu propriétaire. L'utilisateur doit donc extraire celui de la machine originale par ses propres moyens, ou en récupérer une version pirate, c'est selon.

Les deux nouvelles machines faisant pivoter l'informatique des années 1970 sont l'ordinateur personnel et la console de jeu vidéo. Bien qu'ils aient été mis en concurrence, les deux supports en conjugaison ont permis des bonds de géant dans le domaine de l'émulation, par la démocratisation de la programmation et de la rétro-ingénierie. Ceci continua exponentiellement avec l'explosion du réseau Internet, bien que la question juridique de cette pratique commença à se poser.

7. Procès-verbal du verdict du procès entre Sony Computer Entertainment et Bleem! LLC, Cour d'Appel des États-Unis pour le neuvième circuit, États-Unis, 2001. (page consultée en mars 2022) <<https://casetext.com/case/sega-enterprises-ltd-v-accolade-inc-2>> traduit de l'anglais.

BIOS

Acronyme de *Basic Input Output System*, «système principal d'entrée-sortie». Programme principal de mise en marche et de diagnostic d'une machine informatique, indispensable pour la faire fonctionner.



fig 1. Olia Lialina, *My Boyfriend Came Back From the War*, Russie, 1996.
Crédits: Rhizome.

chapitre trois

Le crash de la bulle Internet, une prise de conscience de la « décomposition numérique ».

Internet offre durant les années 1990 et le début des années 2000 un support de création et de partage qui repousse les limites conventionnelles du support visuel par le lien hypertexte et le contenu multimédia. Ce nouveau support est investi par de nouveaux artistes, appelés communément net-artistes, et des designers. Des œuvres comme *My Boyfriend Came Back from the War* d'Olia Lialina en 1996 [fig 1] sont acclamées pour utiliser la forme web à des fins narratives et conceptuelles. Ce récit écrit à la première personne utilise le fenêtrage du navigateur comme une grille se re-divisant petit à petit, ponctué par des simples images GIF animées. Olia Lialina arrive ainsi à injecter une sensibilité encore peu présente à l'époque dans l'esthétique formelle minimaliste de la page internet. *My Boyfriend Came Back from the War* est une des œuvres de net-art les plus notables, inscrite dans ce mouvement de contre-culture web amateur et assumée.

Des entreprises profitèrent de ce nouveau vecteur de communication pour commercialiser des services en ligne, comme des navigateurs de pages web (Netscape, Internet Explorer), des hébergeurs de sites web (GeoCities, GoDaddy) des sites de commerce ou autres opportunités d'utiliser la matière web à des fins pécuniaires. Après une courte période d'essor, le secteur informatique lié à Internet connaît une récession conséquente au début des années 2000, due à plusieurs facteurs macro et micro-économiques. Des projets extrêmement onéreux non concrétisés, des acquisitions par d'autres entreprises, et un recul de l'hégémonie technologique du Japon en sont quelques exemples. De nombreuses entreprises, et les supports produits par celles-ci disparaissent du jour au lendemain. Même des grandes entreprises toujours en activité comme Amazon ont souffert d'une perte importante de bénéfices durant la fin de cette période, appelée *a posteriori* « bulle internet » en français ou *dot com bubble* en anglais.

C'est dans ce contexte de crise que se fonde le Variable Media Network, une organisation composée de musées et de fondations d'art contemporain spécialisés dans les œuvres d'art « non-traditionnelles ». Ils rédigent en 2003 l'essai *La Permanence par le Changement: L'Approche des Médias Variables* théorisant le concept de « média variable », une façon différente de réfléchir à l'œuvre d'art. Le média variable serait une solution à l'œuvre d'art éphémère vouée à s'effacer dans le temps, en proposant aux artistes de réfléchir à des dispositifs pour reproduire au mieux l'expérience originale à l'avenir. L'émulation est un des dispositifs avancés par le Variable Media Network pour y parvenir. Le livre s'articule entre des études de cas d'œuvres d'art sujettes à l'obsolescence, et formule des pistes de solutions de conservation pour chaque pièce.

Cet ouvrage s'inscrit dans une prise de conscience globale du problème de l'archivage des données numériques, que l'on a appelé rétrospectivement l'Âge Sombre Numérique. L'auteur de science-fiction américain Bruce Sterling, invité en préambule de cet essai avec un texte appelé *Décomposition Numérique*, dresse un constat alarmant des difficultés de préservation de l'informatique :

« Les octets ne possèdent pas de médium archivistique. Il n'est toujours pas inventé. Si on imprime quelque chose sur un papier sans acide avec de l'encre stable et qu'on le place dans un placard sec et obscur, on pourra le lire dans 200 ans. Il n'existe aucune façon d'archiver les octets qui permettraient de les lire dans même cinquante ans. La magnétisation des rubans s'estompe, le laminage des disques compacts s'effrite. Les réseaux s'effondrent.¹ »

GIF

Acronyme de *Graphics Interchange Format*, « format d'échanges d'images ». Créé en 1987 par Steve Wilhite pour le groupe Comuserve afin de pouvoir partager des images en couleur avec le minimum de pertes, son utilisation fut élargie à la création d'images animées.

1. Bruce Sterling. « *Décomposition Numérique* » in *La Permanence par le Changement: L'approche des médias variables*, Guggenheim Museum Publications, États-Unis, 2003. p. 20.

Il s'interroge aussi sur la pertinence de la numérisation comme solution miracle à cette décrépitude numérique dans le cas d'un programme :

« Il n'arrive peut-être pas à fonctionner avec le système d'exploitation. Il ne fonctionne pas avec cette marque d'ordinateur. Il ne peut même pas faire fonctionner ce système mémoire ; quand il s'agit de multimédia ou de vidéo continue, la largeur de bande n'est peut-être pas suffisante ; tous les uns et les zéros sont bien conservés, mais il est impossible de les déplacer assez rapidement ou dans le bon ordre, alors il est impossible de faire fonctionner le système. C'est sans compter tous les autres petits embêtements : les cartes vidéo, les cartes de son. Les différentes marques et leurs multiples incompatibilités : impossible alors de les brancher et les faire fonctionner. [...] Des liens Web y ont peut-être été intégrés [...] vers des données qui n'existent plus. [...] Quand une composante de logiciel se décompose, elle ne se détériore pas comme un tableau, lentement, avec nostalgie. Quand un logiciel fonctionne mal, il plante ; apparaît l'écran bleu de la Mort.² »

2. *ibid.* p. 21.

Sterling conclut ce texte en faisant le parallèle entre ces systèmes informatiques défaillants avec le temps et notre propre vieillesse, notre propre mortalité.

La littérature de science-fiction et d'anticipation se nourrit de ces inquiétudes pour leurs récits. Enki Bilal, dans sa série de bandes dessinées *Bug* en 2017, décrit un monde où des dysfonctionnements informatiques effacent tous les savoirs numérisés de l'Humanité. Le savoir universel et le langage se perdent, les machines ne peuvent pas être réparées, la société plonge dans le chaos. L'histoire est guidée par les préoccupations personnelles d'Enki Bilal, qui y voit une rupture du passage des savoirs entre générations.

Le milieu du design graphique, devenu très dépendant de l'outil numérique au tournant du XXI^e siècle, s'interroge lui aussi sur ce déclin inéluctable du support. La revue *Emigre*, spécialisée dans la nouvelle typographie et l'ordinateur comme extension du travail du designer graphique, publie en 2001 son numéro 57 intitulé *Lost Formats Preservation Society* [fig 2]. Il est coordonné et mis en page par le collectif de designers néerlandais *Experimental Jetset*, qui y invite des artistes, designers et musiciens à écrire des textes sur la disparition ou le changement de formats de stockage ; « format » étant utilisé dans son sens le plus ouvert à interprétations. *Experimental Jetset* décrit ce travail éditorial comme « un hommage final à tous les formats disparus » :

« Il fut un temps où chaque format contenait ses propres données spécifiques. [...] Maintenant le format CD/DVD est capable de contenir TOUTES les données. Et [...] même ce format ultime va disparaître, pour faire la place à la dernière étape, le mythique et platonique non-format³ ».

En résulte un objet éditorial à mi-chemin entre un manifeste politique et un éloge d'une époque révolue à l'ère de la dématérialisation .

L'éveil des consciences sur la fragilité du médium numérique se démocratise au début des années 2000, au moment où des grandes entreprises du numérique sont en difficultés économiques. Alors même qu'Internet devient un support de prédilection pour de nouveaux artistes, les conservateurs, créateurs et théoriciens s'inquiètent d'un éventuel Âge Sombre Numérique. L'émulation pourrait-elle être la solution à la volatilité et au déclin du format physique ?

3. *Experimental Jetset*.
Éditorial de « *Lost Formats Preservation Society* » in *Emigre n°57: Lost Formats Preservation Society*, *Emigre Inc.*, États-Unis, 2001.
traduit de l'anglais.

Audio Cassette

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Los
For
Pre
Soc

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

Emigre
4475 D Street
Sacramento
CA 95819
USA

Change
Service
Requested

#BYNHLHR*****AUTO**5-DIGIT 27607
#1493039#

ISSUES LEFT 0

[Redacted]



Emigre

PRSRT STD

U.S.
Postage
Paid

Permit No. 631
Denver CO

LO
FO
PR
S
LO
FO
PR
S
LO
FO
PR
S
LO
FO
PR
S

Compact Disc

Mir Dis

ost
ormats
reservation
ociety

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

ost
ormats
reservation
ociety

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

ost
ormats
reservation
ociety

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

ost
ormats
reservation
ociety

Lost
Formats
Preservation
Society

Lost
Formats
Preservation
Society

Mini Disc

Lost
Formats
Preservation
Society

Small, faint text at the bottom of the page, likely bleed-through from the reverse side, containing various prices and technical details.

Magneto Optical
Disc ■ Ez Flyer ■
Paper Punch Card
■ Travant ■ Tel
Dec ■ Floppy Disk
■ Phonovision ●
Capacitance Elec
tronic Disc ■ Neo
Geo ■ Video Long
Player ● Tel Can ■

8 Trac
t Disc
■ 12' V
● View
Videoc
tal Ver
am ■
matic
■ Con
Card

ck ■ Compac
 c ● SuperDisk
 ' Vinyl Record
 ewmaster ●
 eo2000 ■ ■ Digi
 ersatile Disc R
 ■ Syquest ■ U
 ic ■ Playtape
 mpact Flash
 d ■ Dec Tape ○

fig 2. Experimental Jetset.
 Emigre n°57: Lost Formats
 Preservation Society, Emigre
 Inc., États-Unis, 2001.
 Crédits: Letterform Archive.



fig 1. Cory Arcangel. *I Shot Andy Warhol*, États-Unis, 2002.
Crédits: Cory Arcangel.

chapitre quatre

L'émulation
à l'épreuve
de l'œuvre d'art :
l'art numérique
comme « art variable ».

Le Variable Media Network met en place une des premières expositions consacrées à l'émulation à New York en 2004. *Seeing Double: Emulation in Theory and Practice* au musée Guggenheim pose la question de l'obsolescence de l'art numérique et si la reproduction de ces œuvres avec des technologies plus récentes les dénaturent. L'exposition met en relation les travaux de Nam June Paik ou Cory Arcangel entre autres [fig 1], et tente de tirer des perspectives de préservation de ces travaux, en mettant en pratique les hypothèses formulées dans *La Permanence par le Changement*.

Un exemple de ce travail est l'installation *The Erl King* des artistes vidéo Roberta Friedman et Grahame Weinbren. Fabriquée entre 1982 et 1985, cette installation audiovisuelle interactive est composée d'un téléviseur tactile relié à un ordinateur Sony programmé en PASCAL, à un système audio stéréo et à trois lecteurs LaserDisc contenant des extraits vidéo de performances, de cinéma, de musique et de photographies [fig 2]. Elle est inspirée du poème *Le Roi des Aulnes (Erlkönig)* de Goethe et de l'analyse freudienne des rêves. Le spectateur touche à sa guise suivant les propositions du programme et se déroule devant lui une sélection d'extraits vidéo, qui donne une expérience unique à chaque individu [fig 3]. La technologie derrière cette œuvre est devenue de plus en plus obsolète au fil du temps, les conservateurs du musée Guggenheim et les artistes étaient devenus préoccupés par la maintenance de l'ordinateur principal. Dans *La Permanence par le Changement*, Jeff Rothenberg, consultant numérique pour le Variable Media Network, privilégie la piste de l'émulation :

« Afin de sauvegarder tant son comportement que le contexte technologique dans lequel la pièce a été créée, l'idéal serait de préserver le matériel – ordinateur, lecteurs de disques vidéo, écran tactile – utilisé pour la pièce ainsi que le contenu vidéo et le logiciel, qui créait et contrôlait son comportement. Aucune autre approche ne permettrait de préserver *The Erl King* dans sa forme originale tout en conservant la capacité de voir comment l'œuvre a été créée. [...] Étant donné que la préservation indéfinie de l'équipement n'est pas possible, l'émulation du matériel semble être l'approche la plus prometteuse. Cela nécessiterait de préserver le logiciel originel de l'œuvre (y compris son contenu vidéo) sous forme de flux binaire (*bitstream*) et de l'exploiter sur une re-création virtuelle du matériel originel de l'œuvre, en écrivant des programmes qui imitent ce matériel sur un ordinateur moderne.¹ »

Grahame Weinbren, un des créateurs de l'œuvre, décrit ce challenge :

« La plupart des équipements qui font fonctionner *The Erl King* ont maintenant vingt ans de retard. Si la pièce doit perdurer dans le temps, il faudra qu'elle cesse de dépendre de machines préhistoriques (et les appareils d'aujourd'hui seront toujours les dinosaures de demain). Dans certains cas, l'appareil qui fait fonctionner une pièce est une partie indispensable de l'œuvre, mais ce n'est pas le cas pour *The Erl King*. L'appareil n'est rien de plus que ce qui rend l'interactivité possible, de sorte qu'une version numérique de la pièce, quel que soit l'équipement sur lequel elle fonctionne, sera exactement la même pièce. Mais il est nécessaire que le code informatique et la vidéo correspondent exactement à l'original, et c'est pourquoi nous avons décidé d'écrire un programme informatique qui interprète le programme informatique original pour un environnement informatique contemporain. Tout le matériel est émulé, c'est-à-dire que les lecteurs vidéo et le commutateur sont maintenant des dis-

1. Jeff Rothenberg. « Grahame Weinbren et Roberta Friedman, *The Erl King*, 1982-85 » in *La Permanence par le Changement : L'approche des médias variables*, Guggenheim Museum Publications, États-Unis, 2003. p. 101-102.

positifs numériques, des parties d'un programme informatique.

Ainsi, *The Erl King* est passé de l'analogique au numérique.²»

Isaac Dimitrovsky, programmeur, a été missionné par le musée pour concevoir l'architecture technique d'une nouvelle version de cette œuvre. La nouvelle architecture de l'œuvre dématérialise les vidéos, et réinterprète le code original en PASCAL dans un émulateur conçu en Java qui tourne sur un ordinateur Sony récent. Dimitrovsky rédige un rapport détaillé de ses travaux sur le site officiel de l'exposition, dont il a pu tirer quelques conclusions :

«Je pense également que l'on peut tirer de ce projet des enseignements plus généraux sur l'utilisation de l'émulation dans ce type d'effort de préservation. Je résumerais ça comme «pas de solution miracle». En effet, en informatique, il est toujours tentant de surestimer les avantages d'une seule technique, qu'il s'agisse de l'émulation, de la programmation orientée objet, des systèmes en réseau, etc. En pratique, on s'aperçoit généralement que la technique présente des avantages, mais que le diable se cache toujours dans les détails. [...] Dans le cas de la préservation par l'émulation, bon nombre de problèmes épineux qui sont apparus ici sont susceptibles de se reproduire dans des projets similaires. La plupart des œuvres d'art qui incluent des ordinateurs de cette période sont susceptibles d'utiliser également une quantité importante de matériel externe qui doit être émulé, car les ordinateurs n'étaient pas très performants en matière de vidéo ou de graphismes. L'émulation de ces dispositifs externes est susceptible de représenter une grande partie de l'effort de programmation. Les interfaces de contrôle utilisées pour les appareils devront également être déchiffrées et déboguées, ce qui peut s'avérer difficile avec une approche d'émulation pure [...]. Les travaux originaux contiendront probablement aussi des dépendances subtiles sur le comportement du système en cas d'erreurs de programme, que l'émulateur devra faire correspondre. Au minimum, les deux derniers problèmes nécessiteront probablement un travail important de personnalisation de l'émulateur pour le projet particulier.³»

Dimitrovsky s'est donc confronté réellement aux problèmes de compatibilité qu'avait prévu Bruce Sterling dans son texte. Durant l'exposition, les deux versions de *The Erl King*, l'originale et la version «émulée», ont été montrées côte-à-côte dans la même pièce. On peut l'interpréter comme une manière d'interroger le visiteur sur la pertinence de cette démarche de préservation.

Si le cas de *The Erl King* fut une vraie leçon en termes de préservation de l'art numérique, elle n'en est pas moins particulière. Weinbren et Friedman voyaient le concept de cette œuvre indépendamment de la technologie employée, mais est-ce le cas d'autres œuvres définies comme numériques ?

Comment restituer les installations de télévisions de Nam June Paik, quand le tube cathodique est obsolète depuis plus de quinze ans et que de moins en moins de pièces sont à disposition pour la maintenance ? Transposer une œuvre comme *TV Garden* [fig 4] avec des écrans plats à LEDs ne serait pas la même chose. Pourtant, Paik admet ce facteur dans son travail, considère «l'absence maximale de contrôle⁴» comme primordiale. Les installations de *TV Garden* dans plusieurs expositions varient dans leurs formes, leurs tailles, leurs mises en espace. À la manière d'une performance définie mais ouverte à l'im-

2. Grahame Weinbren. Entretien à propos de la sauvegarde de *The Erl King*, in *Seeing Double: Emulation in Theory and Practice*, Variable Media Network, États-Unis, 2004. (page consultée en janvier 2022) <<https://variablemedia.net/e/seeingdouble/index.html>> traduit de l'anglais.

3. Isaac Dimitrovsky. Compte-rendu du développement de la version émulée de *The Erl King*, in *Seeing Double: Emulation in Theory and Practice*, Variable Media Network, États-Unis, 2004. (page consultée en janvier 2022) <<https://variablemedia.net/e/seeingdouble/report.html>> traduit de l'anglais.

4. John G. Hanhardt. «*Nam June Paik, TV Garden, 1974*» in *La Permanence par le Changement: L'approche des médias variables*, Guggenheim Museum Publications, États-Unis, 2003. p. 75.

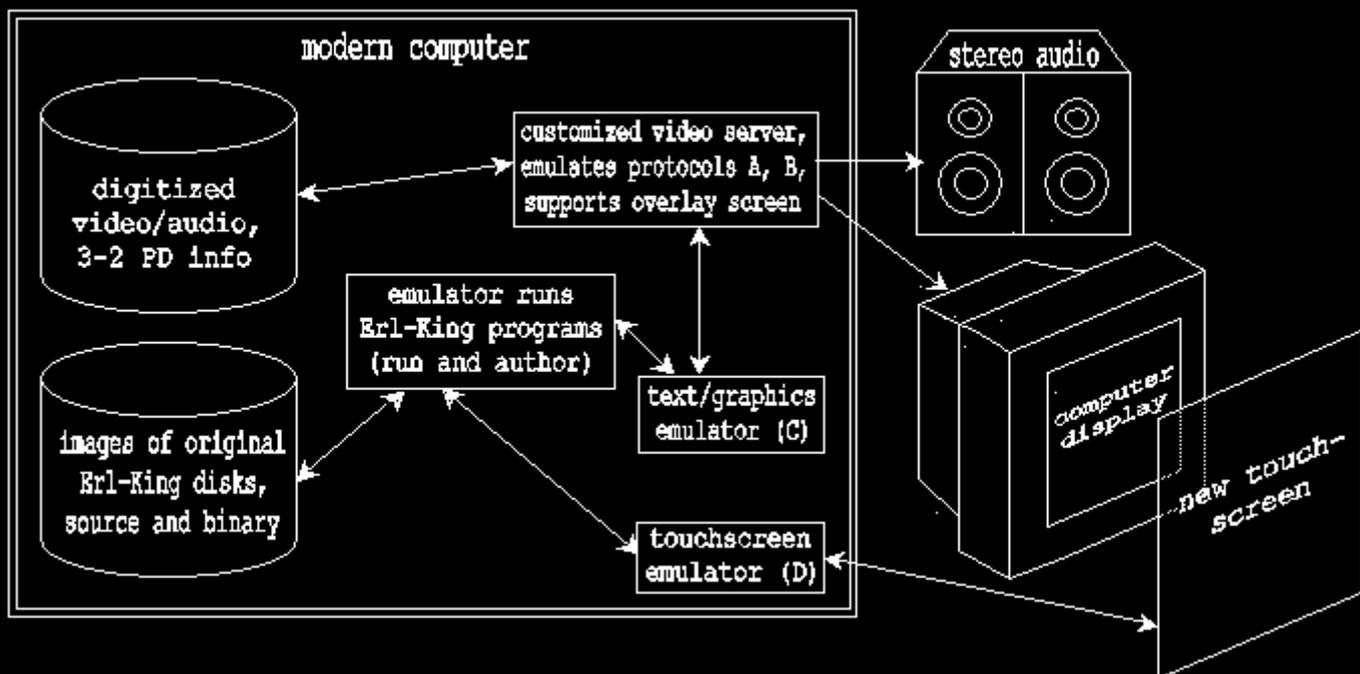
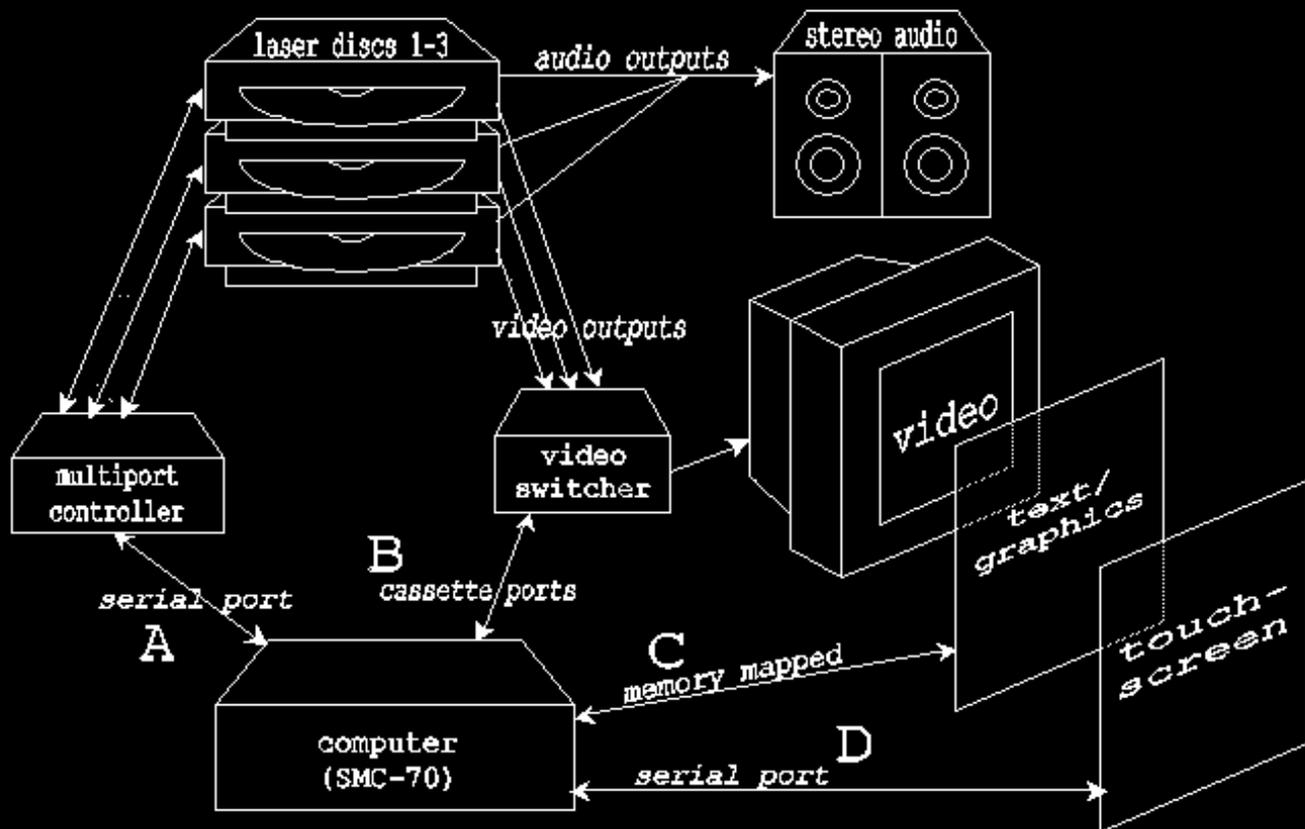




fig 2. Schémas explicatifs des structures de la version originale (en haut) et de la version émulée (en bas) de *The Erl King* par Isaac Dimitrovsky. Dans la version émulée, la majorité des composants sont numérisés et inclus dans l'ordinateur. Crédits: Variable Media Network.

fig 3. Extraits de la vidéo de 2004 de Roberta Friedman présentant les deux versions de *The Erl King*. Crédits: Roberta Friedman, Grahame Weinbren, Guggenheim Museum.



As a viewer touches the screen, images and sound are accessed from 3 laser disc players connected to an 8 MHz computer.





Isaac Dimitrovsky wrote a Java program to read the original Pascal code.





provisation, les plantes s'adaptent à la disponibilité géographique de chaque lieu, le nombre de téléviseurs grossit ou diminue selon la superficie disponible dans l'espace d'exposition. Tant que les téléviseurs diffusent la vidéo *Global Groove*⁵ et sont orientés vers le plafond, la pièce reste conceptuellement identique. Paik a lui-même remplacé certains moniteurs cathodiques par de plus récents dans le même boîtier dans certains de ses travaux. Il est dans le domaine de la possibilité de remplacer les tubes cathodiques défectueux par des écrans plats dans le même contexte si plus rien d'autre ne devait exister. Mais c'est ici que le travail de documentation de ces installations doit prendre le relais, au cas où l'œuvre serait changée de façon irréversible.

Pour revenir à de l'émulation pure, nous pouvons prendre l'exemple du net-art comme matière sujette à obsolescence, et que l'émulation peut directement aider à conserver. *net.flag* de Mark Napier notamment [fig 5], une œuvre qui reprend les codes graphiques de la vexillologie pour définir Internet comme un média sans frontières, a été développée en Java en 2002 et est accessible depuis n'importe quel navigateur internet. Napier se posait déjà la question de la pérennité de

5. *Global Groove* de Nam June Paik en 1973 est une œuvre vidéo détournant le médium télévisuel. Par le montage rapide entre les séquences, mélangeant diverses pratiques corporelles dans le monde, et par le travail plastique de l'image menant vers l'abstraction, Nam June Paik se place en anticipation des médias mondialisés et de la pratique du « zapping ». *Global Groove* est aussi diffusée sur les écrans de plusieurs de ses installations.



fig 4. Nam June Paik. *TV Garden*, 1974–1977, 2002. Ici, trois dispositions de l'installation: de gauche à droite, au Musée Guggenheim de New York, au Musée d'Art Moderne de Düsseldorf, et à la Tate Modern à Londres. Crédits: Guggenheim Museum, Kunstsammlung Nordrhein-Westfalen Düsseldorf, Tate, Estate of Nam June Paik.

son œuvre durant la conférence du Variable Media Network *Preserving the Immaterial* en 2001:

«L'œuvre réside dans un algorithme, une conception élaborée sur cette infrastructure, qui change constamment et vieillit rapidement. S'accrocher à cette technologie, c'est s'arrimer à un bateau en naufrage. Il faut être assez agile pour sauter sur le bateau suivant et notre œuvre d'art doit être assez adaptable pour le faire avec élégance.⁶»

Napier définit son œuvre dès sa conception comme variable, et prenant en compte les changements de l'informatique. Java est un langage dorénavant non-supporté par les navigateurs contemporains, et le musée Guggenheim s'est lancé dans un projet de restauration de cette œuvre en 2019, en collaboration avec le département des Sciences Informatiques de l'Université de New York⁷. Chaque fichier est émulé en Javascript, un langage déjà utilisé par l'œuvre originale. L'œuvre a même été «mise à jour» en ajoutant de nouveaux drapeaux à sa base de données, de pays qui n'existaient pas à l'époque de la création de *net.flag*. Napier y voit une constance de son propos, presque dix-sept ans plus tard:

6. Mark Napier. Extrait de la conférence *Preserving the Immaterial* de 2001, in *La Permanence par le Changement: L'approche des médias variables*, Guggenheim Museum Publications, États-Unis, 2003. p. 111.
7. Deena Engel, Emma Dickson, Jonathan Farbowitz. *Restoring Mark Napier's Online Work net.flag for a Changing World*, Guggenheim Museum, États-Unis, 2020. (page consultée en mars 2022) <<https://www.guggenheim.org/blogs/checklist/restoring-mark-napiers-online-work-net-flag-for-a-changing-world>>



fig 5. Mark Napier. *net.flag*, Guggenheim Museum, États-Unis, 2002-2018. Au-dessus, la version originale de 2002. En-dessous, la version restaurée de 2018.

«Bon nombre des tensions internationales qui existaient en 2002 sont encore plus prononcées en 2019. Les frontières nationales sont floues et remises en question par la croissance d'Internet. Des personnes partageant les mêmes idées forment des tribus spontanées grâce aux réseaux sociaux, tandis que des adversaires de la Guerre Froide s'affrontent sur Facebook, fragilisant le pouvoir par des campagnes de désinformation. Les luttes politiques auxquelles *net.flag* faisait allusion en 2002 se jouent aujourd'hui sur nos écrans d'ordinateur et dans nos réseaux sociaux.⁸»

Les travaux de restauration du Guggenheim et du Variable Media Network peuvent être mis en parallèle avec l'initiative du ZKM (Centre d'Art et de Technologie des Médias) de Karlsruhe en Allemagne. Depuis sa fondation en 1989, cette institution archive et préserve une grande partie de collections muséales d'art vidéo, d'art sonore et d'art numérique, comptant plusieurs dizaines de milliers de pièces. Les pièces sont aussi régulièrement exposées.

L'art numérique semble être par définition un art variable selon les propres aveux de ses praticiens. Le support numérique étant immatériel, les questions d'original et d'adaptation sont moins problématiques que pour des œuvres «traditionnelles». Ce dernier raisonnement pourrait être rapproché de celui de Walter Benjamin dans *L'Œuvre d'Art à l'Époque de sa Reproductibilité Technique*, qui en 1935 définissait comme «aura» le *hic* et le *nunc* (ici et maintenant) de l'œuvre, sa nature propre dans le temps et l'espace, sa matérialité. Le programme informatique, support théoriquement immatériel et reproductible à l'infini, remet en perspective les interrogations de Benjamin à l'égard du film ou de la photographie. Le support numérique n'a pas d'original, pas de nombre de tirage, pas de matérialité propre: il serait selon la définition de Benjamin une œuvre dénuée de tout aura. Mais comme Walter Benjamin définissait la photographie et le film comme des œuvres vouées à être reproduites, ne pouvons-nous pas définir l'art numérique comme des œuvres vouées à muer ou s'adapter? L'émulation serait donc une partie intégrante de l'exposition de ces œuvres à l'avenir.

8. Mark Napier. Postface de l'œuvre restaurée *net.flag, net.flag*, Guggenheim Museum, États-Unis, 2002-2018. (page consultée en mars 2022) <<https://netflag.guggenheim.org/html/aboutF.html>> traduit de l'anglais.



chapitre cinq

L'émulation
au service
de l'archivage
des documents
numériques.

The Erl King est une des premières applications concrètes de l'émulation comme une stratégie de conservation par une institution culturelle. Jeff Rothenberg se remémore plusieurs années plus tard ce travail et son impact sur la conservation d'œuvres numériques dans un entretien pour le Smithsonian. Il y relate cependant la nature du « cas par cas » inhérente à la conservation d'œuvres comparée à la conservation de documents :

« Les musées ont tendance à avoir le luxe de se concentrer sur des pièces individuelles, ce qu'une bibliothèque ne peut pas se permettre de faire. Les bibliothèques le font dans une certaine mesure, elles refont la reliure d'ouvrages, elles prennent soin des pages des vieux manuscrits, mais pour l'essentiel, les approches de préservation pour des corpus de milliers ou de millions d'œuvres doivent clairement être différentes des approches qui peuvent être appliquées à des œuvres uniques.¹ »

Cette observation pose la question d'un éventuel dispositif général de conservation : l'émulation semble être un de ces dispositifs, selon Rothenberg, jusqu'à une certaine mesure :

« En émulant le *hardware* en *software*, c'est-à-dire en écrivant un programme qui émule un ordinateur avant qu'il ne devienne obsolète, nous transformons effectivement le matériel en logiciel. Ainsi, nous pouvons transformer un ordinateur presque obsolète en un programme qui, espérons-le, fonctionnera sur les prochains ordinateurs futurs, même si les générations d'ordinateurs deviennent obsolètes les unes après les autres. L'idée de base ici est que la préservation du *hardware* est très difficile, [...] mais la préservation des logiciels est relativement simple parce qu'ils sont mous, c'est juste un tas d'octets. [...] Nous pouvons donc transformer le matériel qui va devenir obsolète en un ensemble d'octets. Le contenu est déjà un paquet d'octets, donc maintenant nous avons juste un plus grand paquet d'octets que nous devons préserver dans le futur de manière à ce que nous puissions toujours exécuter le programme. C'est ça l'émulation.² »

Jeff Rothenberg n'en est pas à son premier projet d'archivage numérique. Ses premières expérimentations de l'émulation appliquée à la préservation de documents remontent à la fin des années 1990, avec un premier projet détaillé dans un rapport pour la Bibliothèque Nationale Néerlandaise (*Koninklijke Bibliotheek*) de standardisation de processus d'archivage de documents informatiques, et de création d'un logiciel d'émulation dédié à la lecture de ces documents.³ Le projet fut poursuivi par Jeffrey van der Hoeven, Hilde van Wijngaarden, Remco Verdegem et Jacqueline Slats⁴ et aboutira à l'élaboration de l'émulateur modulaire Dioscuri, dont nous parlerons plus tard.

Avec la démocratisation du numérique, les archives internationales se doivent de procéder à la conservation de chaque nouvelle publication. Mais l'aspect multimédia d'un certain nombre de ces documents remet en cause le protocole d'archivage classique, comme nous avons pu le voir avec le texte de Bruce Sterling. Impossible donc de juste les conserver sur papier dans des salles spécifiques, ou de photographier ces pièces et les miniaturiser sur microfilms comme les documents papier jusqu'alors. L'enjeu est de réfléchir à un nouveau standard de préservation appliqué aux données informatiques, qui supplantent en partie les documents physiques.

L'ensemble de ces principes se base sur la norme OAIS [fig 1], ou Système Ouvert d'Archivage d'Information, rédigée au départ dans

1. Jeff Rothenberg. « *Interview with Jeff Rothenberg* » in *Smithsonian Institution Time-Based and Digital Art Working Group: Interview Project*, Smithsonian Institution, États-Unis, 2013. p. 3-4. traduit de l'anglais.

hardware

Matériel informatique. Désigne communément la partie physique et tangible des systèmes informatiques (circuits électroniques, stockage).

software

Logiciel informatique. Désigne communément l'aspect dématérialisé de l'informatique (programmes, code).

2. *ibid.* p. 7.

3. Jeff Rothenberg, RAND Europe. *An Experiment in Using Emulation to Preserve Digital Publications*, Koninklijke Bibliotheek, Pays-Bas, 2000.

4. Jeffrey van der Hoeven, Hilde van Wijngaarden, Remco Verdegem, Jacqueline Slats. *Emulation – A Viable Preservation Strategy*, Koninklijke Bibliotheek, Nationaal Archief, Pays-Bas, 2005.

CCSDS 650.0B-1 (F)

Livre Bleu

Mars 2005

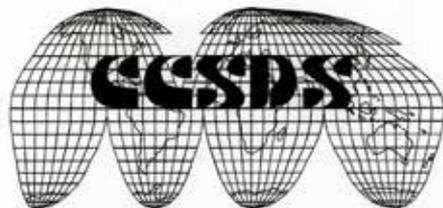


fig 1. Comité Consultatif pour les Systèmes de Données Spatiales. Page de couverture du modèle de référence OAIS, 2005.

l'objectif d'archiver les données des agences spatiales internationales.⁵ OAIS ne définit cependant aucune solution technique pour appliquer ses principes. À l'heure où sont écrites ces lignes, l'archivage du numérique est maintenant défini depuis 2012 par la norme internationale ISO 14641-1, qui est une adaptation de la norme OAIS.

Le rapport de Rothenberg, qui peut être rapproché des recommandations les plus récentes de la BnF⁶, dégage deux composantes issues de l'OAIS pour un système d'archivage efficace : la conservation et l'accès. La conservation consiste à maintenir en état de fonctionnement les documents numériques par « paquets » qui contiennent les documents et toutes les métadonnées nécessaires à leur fonctionnement. Il faut parallèlement procéder à la migration régulière des documents d'un support de stockage à un autre, d'un format d'enregistrement à un autre, pour contrer l'obsolescence technologique. Ce cycle commence au moment où le document est déposé dans les archives, et est tenu hypothétiquement le plus longtemps possible. L'accès doit permettre à un utilisateur usuel de lire ces documents en limitant les pertes au maximum. Les pertes pour les documents multimédias peuvent être variées : perte de données, de contexte, d'environnement, etc.

Pour le groupe de recherche des Archives Néerlandaises, l'émulation peut faciliter l'accès aux archives, et remédier en partie à la perte du contexte et de l'environnement original de ces documents, en les ré-interprétant dans une interface ou un écosystème conçu d'après la situation initiale de visionnage. Techniquement, l'émulation peut arriver à plusieurs niveaux pour accéder à ces données. Il est possible d'émuler directement la machine qui est censée lire le document, d'émuler le système d'exploitation qui peut l'interpréter, ou d'émuler l'application censée ouvrir ce document. Émuler la machine est la piste privilégiée par les Archives Néerlandaises, étant la piste la plus généraliste qui permet une plus grande compatibilité. Ce sera aussi le choix de prédilection de nombreuses archives internationales.

Le groupe de recherche des Archives Néerlandaises débute le développement de leur émulateur interne en 2004. Appelé Dioscuri, il est programmé en Java et est publié sous la licence *Open Source GNU GPL version 2*, le rendant donc entièrement libre de droits [fig 2]. Il permet d'émuler une grande partie des ordinateurs personnels des années

5. Comité Consultatif pour les Systèmes de Données Spatiales. *Modèle de référence pour un Système Ouvert d'Archivage d'Information (OAIS)*, 2005.

6. Bertrand Caron. *Formats de données pour la préservation à long terme : la politique de la BnF*, Bibliothèque Nationale Française, France, 2021.

métadonnées

Une métadonnée est une « donnée de données ». Elle permet d'obtenir un contexte supplémentaire sur un fichier existant, la date ou le lieu de création du fichier par exemple.

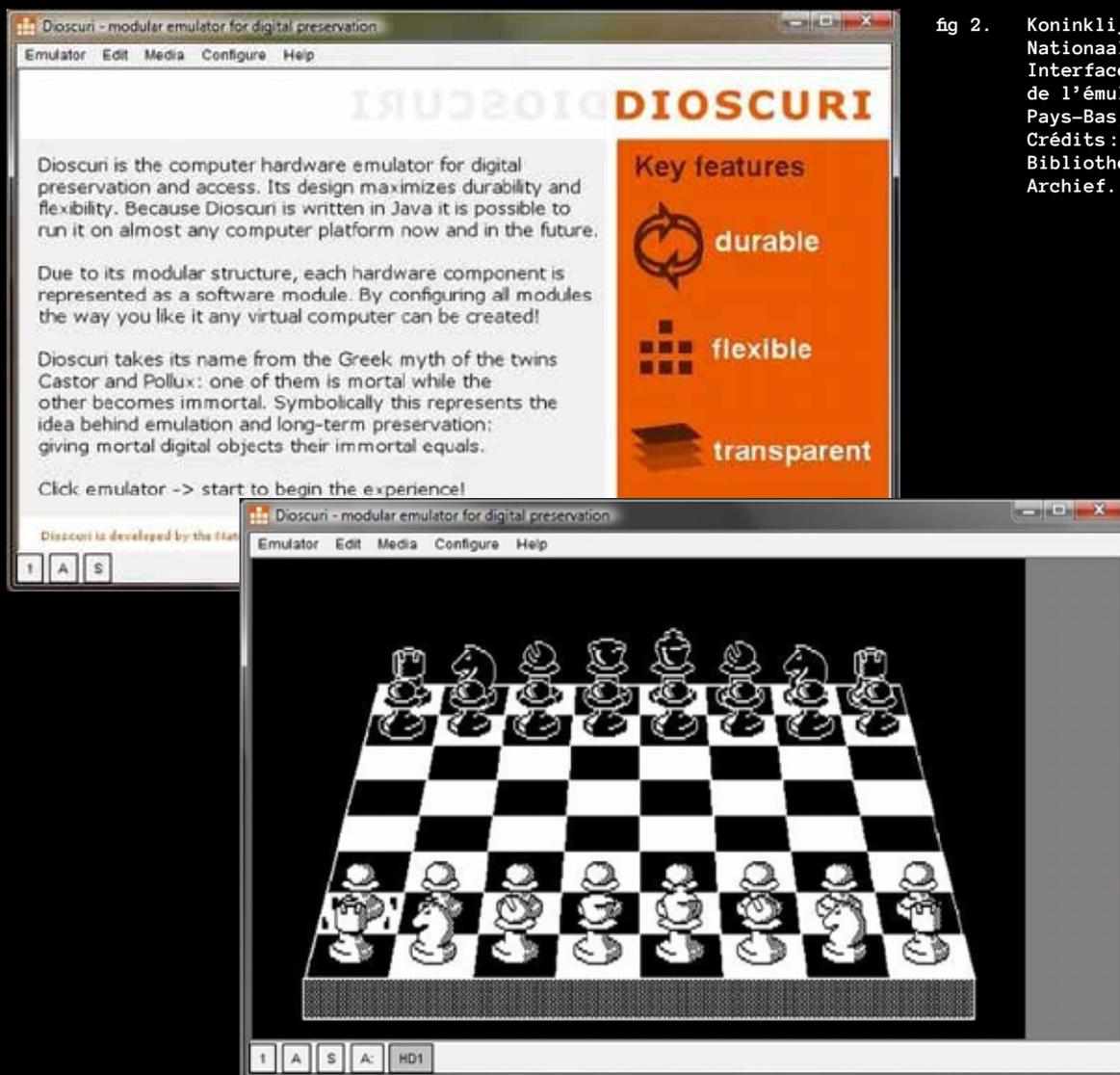


fig 2. Koninklijke Bibliotheek, Nationaal Archief. Interface graphique de l'émulateur Dioscuri, Pays-Bas, 2007-2010. Crédits : Koninklijke Bibliotheek, Nationaal Archief.

1980 et 1990 sous architecture x86, en utilisant une version libre du système d'exploitation MS-DOS appelée FreeDOS. Tout le développement du logiciel est détaillé sous forme de rapports sur le site officiel de Dioscuri⁷. Il est cependant requis de se munir d'images disques pour le rendre fonctionnel. L'émulateur publia sa dernière version en 2011, avant que l'ensemble des recherches soit intégré dans le projet européen de préservation numérique appelé Planets. Ce fut une des premières tentatives d'une institution publique d'aboutir à une solution d'émulation ouverte et libre pour conserver les documents numériques.

D'autres initiatives comme le projet CaMiLEON, fondé par les universités de Leeds et du Michigan ont existé en parallèle. CaMiLEON a été en fonctionnement entre 1999 et 2003, et a été créé dans le but de mettre en pratique l'émulation comme système de préservation.⁸ Avec des étudiants-développeurs américains et britanniques, le projet a notamment contribué à la restauration du *BBC Domesday Project*. Le *Domesday Project* est un programme multimédia adapté du *Domesday Book* de Guillaume Le Conquérant en 1086, un recensement détaillé

7. Site officiel de l'émulateur Dioscuri, Koninklijke Bibliotheek, Nationaal Archief, Pays-Bas, 2007-2010. (page consultée en janvier 2022) <<http://dioscuri.sourceforge.net/>>

image disque

Copie exacte du contenu d'un disque de stockage sous la forme d'un fichier informatique unique. Elle peut constituer une sauvegarde numérique d'un ordinateur.



fig 3. Page d'introduction du recensement du comté du Bedfordshire, *The Domesday Book*, Royaume-Uni, 1086. Crédits: Anna Powell-Smith.

fig 4. Disque laser «National» du BBC Domesday Project, Royaume-Uni, 1986. Crédits: Domesday86.com.

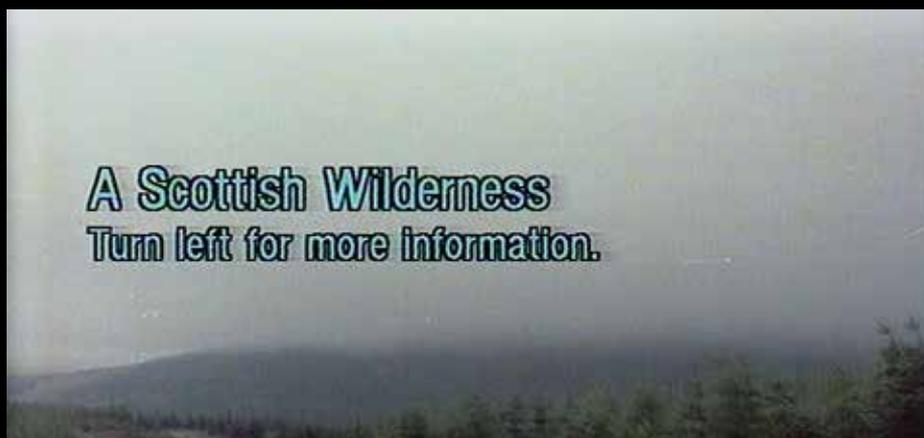


8. CaMiLEON Project. *About the CaMiLEON Project*, Royaume-Uni, 2003. (page consultée en janvier 2022) <<http://www.si.umich.edu/CAMILEON/about/aboutcam.html>>

de l'Angleterre du Moyen-Âge en plusieurs volumes [fig 3]. Il dresse un portrait géographique, économique et historique des fiefs du royaume permettant au souverain d'avoir une vue d'ensemble de son pays. Le programme informatique célébrant le 900^e anniversaire de cet ouvrage [fig 4] est une modernisation de ce recensement, en l'augmentant de cartes, de textes, de photos, de vidéos, et même de déambulations en réalité virtuelle à la manière d'un précurseur de Google Street View [fig 5]. Les lieux cités prennent leur appellation contemporaine et les territoires ajoutés plus tardivement au royaume sont inclus. Développé conjointement par la BBC, Philips et Acorn en 1985, le programme fut édité sur deux disques laser propriétaires conçus par Philips pour le micro-ordinateur BBC Master. La technologie du disque de Philips est devenue illisible pour les ordinateurs modernes: le projet CaMiLEON s'accapara ce programme pour réfléchir à un système d'émulation capable de préserver cette création multimédia. Il en a résulté le programme DomesEm [fig 6], qui n'a malheureusement jamais pu sortir des machines de test à cause de problèmes de copyrights. En effet



fig 5. Extraits du disque «National» du BBC Domesday Project, Royaume-Uni, 1986. Crédits : Domesday86.com.



selon un des coordinateurs de CaMiLEON Andrew Charlesworth,⁹ la BBC n'a jamais ratifié l'entièreté des droits réservés pour chaque pièce multimédia incluse dans le programme. La diffusion de cet émulateur pose donc un problème juridique, bien qu'en tant qu'archive personnelle il est possible de le consulter de façon individuelle. La situation devient paradoxale : le *Domesday Book* presque millénaire devient plus facile d'accès que sa version modernisée d'il y a quarante ans. D'autres initiatives pour restaurer cette expérience multimédia sont toujours en cours de développement, comme le projet bénévole *Domesday86*¹⁰, qui tente d'archiver les données des disques lasers et de faire de la rétro-ingénierie sur la machine d'origine.

Les initiatives de préservation sont nombreuses à cette époque, selon les principes de la norme OAIS. En 1996 se fonde en Californie l'Internet Archive¹¹, qui est à la fois une archive participative de documents en ligne, et une archive internationale du réseau Internet. Des contributeurs peuvent charger leurs propres documents dans cette archive disponible en accès libre par leur site web, et la fondation propose aussi sa propre collection. Forte de plus de 680 millions de documents en visionnage libre, elle est l'archive numérique la plus extensive à ce jour.

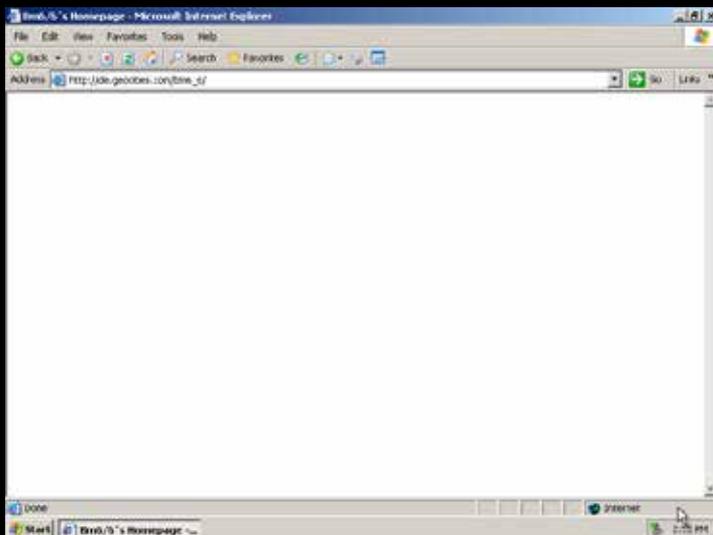
La Bibliothèque Nationale Française met elle-même en place son dispositif SPAR (Système de Préservation et d'Archivage Réparti) en 2010 pour élargir leur collection de documents numériques et archiver l'Internet français. SPAR est conçu pour automatiser le dépôt légal des documents numériques et pages web et les conserver, tout en accueillant les anciennes archives de la BnF numérisées du programme Gallica.¹² Une partie de la collection est conservée sur bandes magnétiques pour maintenir ces données le plus longtemps possible. Le système a été élargi à l'audiovisuel en collaboration avec l'INA en 2013, et a vocation à évoluer en conjugaison avec les nouvelles technologies.

En parcourant ces exemples venant de différentes institutions universitaires et archives internationales, nous pouvons constater la difficulté d'arriver à un système standard de préservation et d'émulation. Bien que la norme OAIS soit devenue un principe de base, il n'y a pas encore à ce jour un émulateur de référence pour visionner les archives numériques. Chaque institution avise et lance des projets à son échelle. La complexité de développement de tels outils ne facilite pas la tâche des archivistes. Mais des fondations comme l'Open Preservation Foundation continuent à rechercher une solution pérenne à l'échelle internationale pour conserver ces pièces et y avoir accès.

9. Andrew Charlesworth. *Legal issues arising from the work aiming to preserve elements of the interactive multimedia work entitled The BBC Domesday Project*, Université de Hull, Royaume-Uni, 2002.
10. Simon Inns, Ian Smallshire. *The Domesday86 Project*, Domesday86.com, Royaume-Uni, 2022. (page consultée en février 2022) <<https://www.domesday86.com/>>
11. Internet Archive. *About Internet Archive*, Archive.org, États-Unis, 2022. (page consultée en février 2022) <<https://archive.org/about/>>
12. Bibliothèque Nationale Française. *SPAR (Système de Préservation et d'Archivage Réparti)*, France, 2022. (page consultée en février 2022) <<https://www.bnf.fr/fr/spar-systeme-de-preservation-et-d-archivage-reparti>>



fig 6. Extraits du disque «National» du BBC Domesday Project émulé avec le logiciel DomesEm, Royaume-Uni, 2003. Crédits: CaMILEON Project.



Chapitre Six

Le rôle
des entreprises
et des citoyens :
l'émulation,
un acte politique ?



Durant les chapitres précédents, nous avons égrené un nombre assez conséquent d'entreprises impliquées dans l'histoire de l'informatique et du numérique. La croissance exponentielle de l'économie du secteur est évidemment ce qui a pu engendrer le bond technologique que nous avons pu observer sur plus de soixante-dix ans. Mais ces mêmes entreprises détiennent une grande partie de la mémoire de ces pratiques, de ces machines et de ces supports. Cependant, peu d'entre elles semblent prendre ce devoir de mémoire au sérieux, et certaines gardent encore ces documents loin des archives publiques, étant protégées par le copyright.

L'effet peut être désastreux: de nombreux logiciels, programmes, fichiers ou machines sortis du commerce peuvent tout simplement disparaître si l'entreprise qui en détient les droits venait à fermer. Ce fut le cas de GeoCities, l'hébergeur de sites web fondé en 1994 et racheté par Yahoo! en 1999. Les serveurs du service fermèrent en 2009, et avec eux tout un réseau de plus de trente-huit millions de pages web disparaissait. L'entièreté de ces pages web furent cependant téléchargées par des hackers, et mises en ligne dans un fichier torrent d'un téraoctet sur le site de téléchargement The Pirate Bay. Olia Lialina et Dragan Espenschied, deux net-artistes, se sont emparés de cette archive à des fins de préservation et d'exposition. Le résultat, en collaboration avec la fondation Rhizome qui milite pour la préservation de l'art numérique, fut le site *One Terabyte of Kilobyte Age* en 2010, une anthologie de l'esthétique web de GeoCities.¹ Ils créèrent aussi un algorithme qui prend une capture d'un site GeoCities au hasard et la publie sur un site annexe toutes les vingt minutes [fig 1]. Sites d'artistes et d'amateurs se mélangent dans cette sélection de pages web très personnelles, naïves ou incongrues. Ilya Kreymer, un programmeur, a créé en 2020 un émulateur de navigateur web pour recréer le contexte de navigation de ces pages dans les années 1990. Appelé *oldweb.today*², il permet de surfer dans les méandres de GeoCities à l'aide d'une ancienne version de Netscape ou d'Internet Explorer.

Est-ce que l'on peut parler d'un acte politique dans la pratique de l'émulation? Il est en tout cas certain que la démarche d'Olia Lialina, de Dragan Espenschied et d'Ilya Kreymer va à l'encontre de la fermeture première du service GeoCities pour des raisons économiques. Le trafic

torrent

Format de fichiers permettant le partage de grands volumes de données, notamment via le protocole *peer-to-peer*.

1. Olia Lialina, Dragan Espenschied. *One Terabyte of Kilobyte Age*, Rhizome, États-Unis, 2010-2022. (page consultée en janvier 2022) <<https://blog.geocities.institute/>>
2. Ilya Kreymer. *oldweb.today*, États-Unis, 2020-2022. (page consultée en janvier 2022) <<https://oldweb.today/>>

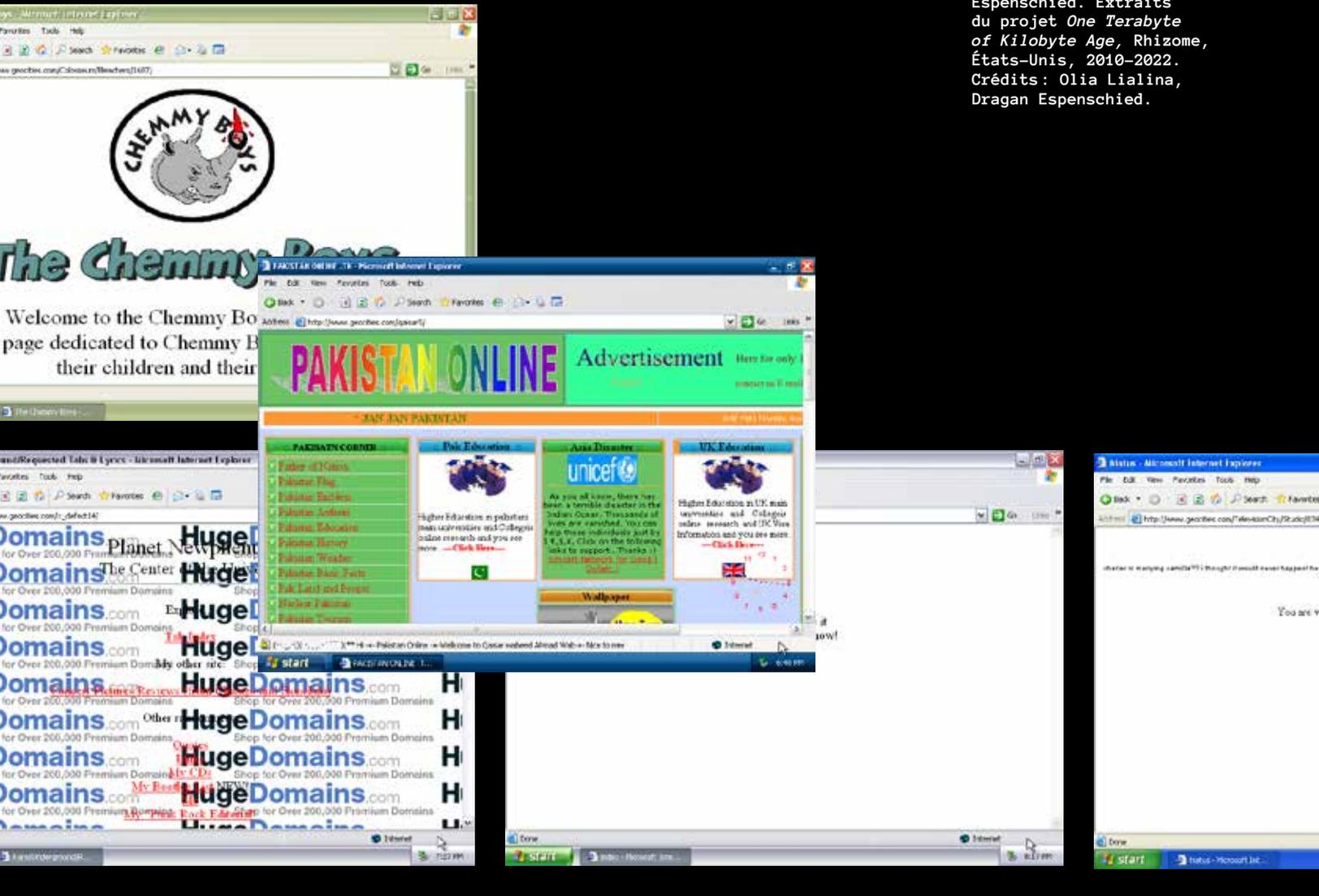


fig 1. Olia Lialina, Dragan Espenschied. Extraits du projet *One Terabyte of Kilobyte Age*, Rhizome, États-Unis, 2010-2022. Crédits : Olia Lialina, Dragan Espenschied.

sur les pages GeoCities avait drastiquement chuté, de 24% entre mars 2008 et mars 2009, juste avant leur fermeture.³ Yahoo! ne voyait sûrement plus l'intérêt de conserver un téraoctet de contenu de moins en moins attractif. Les intérêts de préservation se confrontent souvent à l'objectif de rentabilité des entreprises du numérique, qui voient leurs productions comme un matériau consommable et disponible.

Dans d'autres circonstances, le produit en décrépitude ayant vocation à être archivé est le résultat d'une concurrence féroce entre grandes entreprises. Prenons l'exemple de Flash, le format d'animation vectorielle d'Adobe. Originellement commercialisé par Macromedia en 1996 avant que l'entreprise ne soit rachetée par Adobe en 2005, Flash s'est imposé comme le média audiovisuel et interactif incontournable sur Internet au courant des années 2000. Embarqué directement dans les navigateurs, facile d'utilisation et assez polyvalent, Flash avait tout pour être accueilli par le plus grand nombre, et notamment par les designers.⁴ De nombreux sites web utilisaient cette technologie pour sortir de la page statique et ainsi inventer de nouveaux codes graphiques animés et immersifs. Des sites entièrement consacrés à ce format ont été

3. Leena Rao. *Yahoo! Quietly Pulls The Plug On GeoCities*, TechCrunch, États-Unis, 2009. (page consultée en février 2022) <<https://techcrunch.com/2009/04/23/yahoo-quietly-pulls-the-plug-on-geocities/>>
4. Christian Porri. *Lost in Translation: Quelles Suites Pour Flash?*, in *Back-Office n°4: Écrire le Mouvement*, Éditions B42, France, 2021.



fig 2. Page d'accueil du site Newgrounds en 2005. Newgrounds fut l'un des sites dédiés au jeu et à l'animation Flash, comptant plus de 80 000 pièces à cette époque. Les utilisateurs pouvaient contribuer en publiant leurs fichiers ou en émettant leur avis sur ceux des autres. Le site eut une influence certaine sur le milieu du dessin animé et du jeu vidéo en Amérique, par sa liberté de ton et le style graphique global qui en découlait. Crédits : Newgrounds.

créés, comme Newgrounds [fig 2], Kongregate, AlbinoBlackSheep, etc. Cependant, les années 2010 vont rebattre les cartes pour le format d'Adobe : Apple, qui venait juste de présenter son iPhone en 2009, le tout premier *smartphone* grand public, a décidé que le système d'exploitation de son appareil (iOS) ne supporterait pas Flash. Officiellement, Steve Jobs s'est justifié de ce choix dans une longue lettre ouverte intitulée *Thoughts on Flash*. Il égrène les problèmes de sécurité du support, le fait que sa technologie soit propriétaire et fermée, qu'il ne soit pas adapté aux commandes tactiles, et que ses performances ne sont pas satisfaisantes pour un smartphone, malgré l'introduction de Flashlite, une version légère de Flash⁵. Adobe n'est effectivement pas complètement innocent dans cette observation : Flash n'a pas eu de révision significative de son architecture pour améliorer sa stabilité durant toute son existence. Mais Apple voyait sûrement d'un mauvais œil ce format faisant directement concurrence à son *App Store* : un magasin en ligne pour télécharger des applications aux fonctionnalités similaires à Flash directement auprès de la marque à la pomme depuis son iPhone.

Au même moment, le web transitionne vers la technologie HTML5 d'un commun accord entre les entreprises concevant les navigateurs, qui permet de meilleures performances et une plus grande compatibilité avec tous les supports. Flash ne fait pas partie de cette transition, et est de plus en plus délaissé par les sites web pendant les années 2010. Ce n'est qu'en 2018 que Chrome, le navigateur de Google, annonce que Flash ne sera plus supporté dans sa version pour ordinateurs⁶. Adobe prend acte de cette décision et engage un plan de « fin de vie⁷ » de cette technologie sur trois ans. Depuis fin 2020, il n'est désormais plus possible de lire du contenu Flash sur n'importe quel navigateur récent. Adobe a aussi retiré le lecteur Flash de sa page de téléchargements.

Il est évident que, comme GeoCities avant elle, la disparition de Flash rend des millions de pages web illisibles. Ceci est d'autant plus préoccupant quand des sites toujours en ligne et entièrement consacrés à ce format se retrouvent orphelins de la technologie qui les a fait naître. Newgrounds, le principal portail d'animations et de jeux en Flash depuis 1995, soutient depuis 2017 le développement de l'émulateur Ruffle⁸ [fig 3], en premier lieu pour éviter que les plusieurs centaines de milliers de documents de ses archives deviennent inutilisables, et en second lieu

5. Steve Jobs. *Thoughts on Flash*, États-Unis, 2010.
6. Google. *Flash Player n'est plus disponible*, in *Aide Google Chrome*, Alphabet, États-Unis, 2018-2022. (page consultée en janvier 2022) <<https://support.google.com/chrome/answer/6258784?hl=fr>>
7. Adobe. *Page d'informations générales sur la fin de vie d'Adobe Flash Player*, Adobe Systems, États-Unis, 2021. (page consultée en janvier 2022) <<https://www.adobe.com/fr/products/flashplayer/end-of-life.html>>
8. Mike Welsh. *What is Ruffle?*, Ruffle, États-Unis, 2016-2022. (page consultée en janvier 2022) <<https://ruffle.rs/#what-is-ruffle>>



fig 3. Interface graphique d'Adobe Flash Player et de l'émulateur Flash, Ruffle. Pour un fichier animé simple, aucune perte de données ni de mauvaise interprétation n'est perceptible.

pour que tous les utilisateurs souhaitant conserver leurs fichiers Flash en état de marche aient un outil simple à leur disposition. L'émulateur, déjà fonctionnel et programmé en langage Rust, prend le contrepied des observations de Steve Jobs : il est un logiciel libre, compatible avec les appareils mobiles et plus sécurisé. L'émulateur permet même à des sites devenus illisibles d'injecter un simple fichier Javascript pour le rendre compatible à nouveau.

Alors que les grandes entreprises du numérique ont délibérément occulté ce format jugé obsolète, aucun plan d'archivage pérenne n'a été mis en place pour préparer sa fin. Adobe a bien conçu un musée faisant une belle part au contenu Flash en 2010⁹, mais même cette initiative s'arrêta huit ans après. C'est donc à des tiers de prendre ce rôle d'archivistes, un travail souvent peu visible, bénévole et limité mais non moins essentiel.

Il arrive cependant que des entreprises s'intéressent à l'archivage et même à l'émulation. Ces initiatives sont souvent prises pour capitaliser sur une certaine nostalgie que peuvent avoir leurs consommateurs, une nostalgie d'un contexte et d'un produit de leur enfance. Les entreprises du jeu vidéo sont souvent les plus à même de développer des projets d'émulation de leur ancien catalogue, comme Nintendo ou Sony. Nintendo fut l'un des pionniers, avec des approches expérimentales comme le e-Reader en 2001. Ils furent ensuite la première entreprise à offrir un large panel d'anciens jeux jouables à la demande en émulation légale, avec la Console Virtuelle entre 2006 et 2019 sur leurs machines Wii, 3DS, et Wii U [fig 4]. Nintendo continue cet effort avec une offre d'abonnement pour jouer à une sélection de jeux NES, SNES, Nintendo 64 et Sega MegaDrive sur leur console Nintendo Switch depuis 2017. L'entreprise japonaise a aussi ressorti sur le marché des imitations de leurs anciennes consoles. Sony a voulu capitaliser sur cette tendance en sortant la PlayStation Classic en 2018, une petite machine embarquant un émulateur de leur console des années 1990 et une sélection de jeux. L'accueil commercial fut mitigé, Sony ayant conçu une machine trop peu puissante pour émuler les programmes correctement. Ironiquement, l'émulateur choisi par Sony est un émulateur libre de droits nommé PCSX¹⁰ : il est développé par un tiers, comme l'était Bleem ! auquel Sony avait intenté un procès pour violation de copyright.

9. Adobe. *Adobe Museum of Digital Media*, Adobe Systems, États-Unis, 2010-2018. (page non consultable) <<http://www.adobemuseum.com/>>

10. Alissa McAloon. *Sony's PlayStation Classic is powered by the open-source emulator PCSX*, Game Developer, États-Unis, 2018. (page consultée en mars 2022) <<https://www.gamedeveloper.com/console/sony-s-playstation-classic-is-powered-by-the-open-source-emulator-pcsx>>

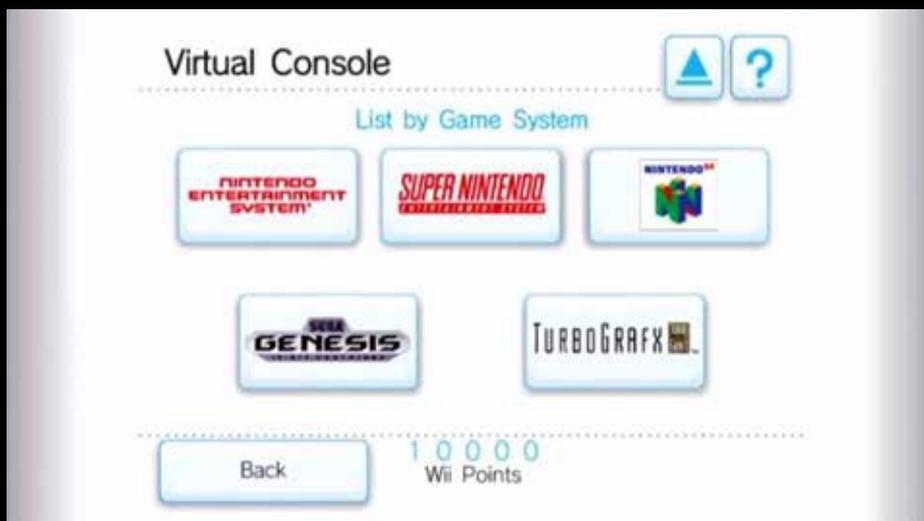


fig 4. Page d'accueil de la Console Virtuelle de la Nintendo Wii, 2006-2019. La Console Virtuelle permettait d'acheter à l'unité des jeux de consoles considérées comme obsolètes. Dans les faits, l'utilisateur achetait le fichier ROM du jeu attaché à un émulateur dédié pour le faire fonctionner. Crédits : Nintendo.

Toutes ces initiatives sont louables, et devraient ouvrir les consciences face à la préservation de ces programmes. Mais il est pourtant dommageable que cet effort de réhabilitation soit trop sélectif : la ludothèque de jeux rendus disponibles par Nintendo sur le service d'émulation sur Switch est infiniment plus restreinte que la sélection de la Console Virtuelle, elle-même limitée en nombre. Dans une logique d'archivage pure, l'entièreté des programmes publiés devrait être accessible légalement : tel n'est pas le cas. C'est à la fois un choix de facilité et un choix forcé pour les entreprises. D'un côté il est plus simple pour elles de faire une sélection des programmes les plus populaires : il n'est pas forcément dans leur intérêt économique de proposer des jeux ayant eu une réception mitigée. La théorie de l'offre et de la demande régit ce choix. De l'autre, il peut être extrêmement compliqué et onéreux de rassembler tous ces programmes dans la limite de la légalité : par exemple, chaque entreprise tierce ayant développé ces jeux doit être sollicitée pour leur accord de diffusion, si elles existent encore. Quand une dizaine d'entreprises ont collaboré sur un seul programme à réhabiliter, il est compliqué de pouvoir faire monter ce genre de projets.

Quelle serait la solution pour un archivage et une émulation généralisée pour tous ? Un certain courage politique et un changement de législation seraient les plus évidentes. Dans la majorité des pays, une œuvre tombe dans le domaine public après un certain délai où les ayants-droits ne manifestent pas leur volonté d'en être propriétaires. À partir de ce moment, ce sont les archives nationales qui doivent conserver ce produit dorénavant accessible à tous. Ce délai est de soixante-dix ans en France¹¹, et les États-Unis considèrent que tout ce qui est publié avant 1923 est public. Mais cette disposition juridique est assez permissive : des entreprises du divertissement, comme Disney, re-manifestent régulièrement leur propriété sur des archives anciennes et militent pour l'extension des durées de propriété, de peur qu'elles tombent dans les mains des institutions publiques et qu'elles soient réappropriées par des concurrents.¹² Pour ce qui est des entreprises du numérique, beaucoup des groupes fondateurs de l'informatique sont encore en activité, et ne se préoccupent que très peu de l'avenir de leurs archives. Faudrait-il donc raccourcir ce délai, en prenant en compte la courte durée de vie du médium numérique ? Ou imposer dans la loi américaine à toutes les

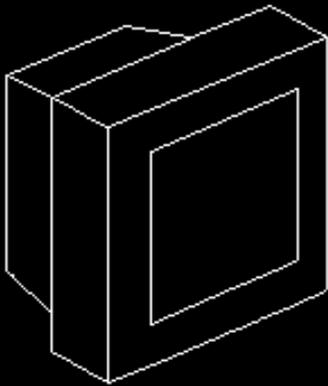
11. Institut National de la Propriété Intellectuelle. *Le droit d'auteur*, Institut National de la Propriété Intellectuelle, France, 2022. (page consultée en mars 2022) <<https://www.inpi.fr/fr/comprendre-la-propriete-intellectuelle/les-autres-modes-de-protection/le-droit-dauteur>>
12. Kayleigh Donaldson. *How Disney (and Others) Helped To Screw Around With American Copyright and the Public Domain*, Pajiba, États-Unis, 2019. (page consultée en mars 2022) <https://www.pajiba.com/film_reviews/how-disney-and-others-helped-to-screw-around-with-american-copyright.php>

entreprises de donner leurs archives à l'État passé un certain temps ? Il faudrait aussi financer la mise en place d'institutions publiques spécialisées dans le patrimoine numérique. Ces idées demandent un courage politique conséquent, tant les intérêts économiques du secteur sont grands. Reste que les plus grandes archives du numérique sont toujours disponibles aujourd'hui sur les plateformes de piratage, qui s'affranchissent donc de ces dispositions juridiques. Ces plateformes vivent d'ailleurs constamment sous la menace de fermeture : The Pirate Bay, le site ayant hébergé l'archive de tout GeoCities, se fait régulièrement bloquer ses noms de domaine pour limiter son accès aux utilisateurs de différents pays, dont la France depuis 2014.

Face à de grandes entreprises du numérique, les archivistes et programmeurs d'émulateurs, souvent bénévoles, se dévouent à un rôle qui est délaissé par ces mêmes firmes. Quand les corporations se soucient plus de leur rentabilité et de la concurrence avec d'autres acteurs du secteur, la conservation de leur propre patrimoine devient secondaire, sauf si elle peut être monétisée. L'émulation et l'archivage pourraient être vus dans cette optique comme un acte politique, citoyen, d'intérêt général, d'utilité publique. Et c'est une action à laquelle l'État devrait dans l'absolu y prendre part.

annexe une

Entretien avec
LuigiBlood,
développeur
d'émulateurs.



LuigiBlood¹ est un développeur, spécialiste de la rétro-ingénierie et de l'émulation des consoles Nintendo. Il travaille particulièrement sur la préservation et l'émulation de deux machines méconnues de la marque japonaise, la Satellaview² et le 64DD³.

ELR Est-ce que tu sais à peu près quand tu as commencé à travailler sur des projets en lien avec l'émulation ?

LB Vers à peu près 2009. En 2010 par contre, la Satellaview [fig 1] était dans ma ligne de mire. Et je sais que c'est à peu près à ce moment-là que j'ai commencé à sérieusement faire des trucs.

ELR Pour la rétro-ingénierie de cette machine, est-ce que c'était du pur travail basé sur ce qu'on sait du Satellaview mis en commun, ou alors existe-t-il de la documentation officielle, un *dev kit* ?

LB Il n'existe aucune documentation officielle, et on n'a jamais vu de *dev kit* Satellaview. En ce qui concerne le travail, il y avait juste un pauvre fichier .TXT qui ne décrivait pas grand chose. Donc concrètement, j'étais en train de comprendre la Satellaview sans aucune base, sachant que j'avais à peine seize ans et que je n'avais pas d'expérience sur ce genre de choses avant.

ELR Donc ce n'était dans ce cas-là que de l'analyse et du *dump* de code comme base de travail ?

LB Pratiquement. Sachant que c'était fait vraiment mal fait et que les utilitaires de l'époque n'étaient franchement pas terribles. Au bout de quelques mois, je commençais à avoir des résultats et à simuler un serveur Satellaview. Puis quelqu'un sort de nulle part, fait le premier émulateur SNES avec un serveur Satellaview simulé et une documentation ultra complète. L'émulateur c'était NO\$SNS, par nocash (Martin Korth) et je dois avouer que depuis, cette documentation est devenue la Bible. Parce que c'est un fou de la rétro-ingénierie, il va beaucoup plus vite que moi.

ELR J'allais le dire justement, comme la Satellaview communique avec la SNES, est-ce qu'étudier la SNES a aidé à étudier la Satellaview ?

LB Oui. En 2009 j'avais fait un peu de *homebrew* pour SNES, ça a beaucoup servi. En termes de connaissances c'est une obligation pour comprendre la Satellaview.

ELR J'imagine que ça a été difficile de retrouver tous les jeux disponibles sur les serveurs Satellaview ?

LB Tout simplement c'est impossible, le service ayant fermé depuis Juin 2000. La plupart du contenu Satellaview qui était public est impossible à retrouver. *Dumper* des Memory Packs de Satellaview, c'est le mieux qu'on puisse faire. On en achète de temps

1. «LuigiBlood» est un pseudonyme. La personne interrogée n'a pas souhaité décliner sa vraie identité.
2. La Satellaview, ou BS-X, était une extension du modèle japonais de la console SNES de Nintendo, datant de 1995. Elle permettait de télécharger des programmes et des jeux via une station de télévision par satellite, St.GIGA. Les données étaient stockées sur des cartouches spéciales appelées Memory Packs.
3. Le 64DD (pour *Disk Drive*) était une extension du modèle japonais de la console Nintendo 64 datant de 1999. Il permet de lire des disques magnétiques, et peut aussi se connecter à Internet via un modem intégré, pour jouer en ligne ou utiliser des services.

dev kit

Kit de développement logiciel. Ensemble d'outils, de matériels destinés aux développeurs facilitant la conception de logiciels pour une machine donnée.

dump

«Dépôt» de données informatiques brutes d'un support à un autre.

homebrew

Littéralement « fait maison ». Logiciels créés par des amateurs pour des machines qui ne sont pas censées accueillir des programmes non-officiels.



fig 1. Publicité pour le Satellaview, Japon, 1996. Console Super Famicom à laquelle est connectée le dispositif Satellaview en-dessous, ainsi que le Memory Pack au-dessus. Crédits: Muband.

en temps aux enchères, et on espère qu'il y a quelque chose de nouveau dedans. Et encore, ce n'est que pour le contenu qui se télécharge sur Memory Packs, parce que ce n'est pas toujours le cas. Le reste c'est perdu.

ELR Il y a une estimation à peu près, du nombre de programmes Satellaview considérés comme définitivement perdus ?

LB Je dirai 75% du contenu ? C'est très dur à estimer. Et même pour les jeux qu'on a réussi à *dumper* des Memory Packs, par exemple *BS Zelda*, le problème c'est qu'il y avait un programme qui sert d'introduction et de fin qui était uniquement dans la RAM et pas dans les Packs. Donc ça, c'est perdu. C'était aussi l'audio qui était diffusé en même temps, en direct depuis le satellite: il y a la possibilité de l'avoir sans effets sonores par dessus, mais cela implique que quelqu'un ait enregistré le son par le décodeur satellite au lieu de la SNES. Et pour l'instant, on n'a trouvé personne. Et je ne parle pas ensuite de toutes les données qui servent au menu BS-X [fig 2]. Et encore des fois, les données d'introduction et de fin, sur certains jeux c'est même requis; parce qu'il y a des données que le programme principal sur Memory Pack utilise. Donc des fois, pour *BS Zelda: Ancient Stone Tablets* par exemple, le jeu est injouable. Si on arrive à y jouer, c'est parce que des gens ont recréé les données en regardant les enregistrements VHS d'époque.

RAM

Acronyme de *Random Access Memory*, la mémoire vive. Support de stockage temporaire qui permet de charger, lire et décharger des données actives très rapidement, et présent dans une grande partie des machines informatiques.

ELR Donc à moins de communiquer avec les serveurs et dumper la RAM en même temps, aucun moyen d'avoir ce contenu original ?

LB Je dis serveur mais c'est un abus de langage. En vrai c'est juste des données satellite avec une antenne. Tu ne peux pas communiquer avec, tu ne peux que capter les données qui viennent. Mais à moins d'avoir *dumpé* la RAM en même temps à l'époque, ou d'avoir enregistré le signal satellite d'époque (certains l'ont fait !) ou d'être Nintendo – et encore je ne sais même pas si Nintendo a préservé tout ça chez eux – c'est peine perdue.



fig 2. *BS-X: The Town Whose Name Was Stolen*, Nintendo, Japon, 1995. Le menu principal de la Satellaview prend une forme à la fois intuitive et vidéoludique : l'utilisateur se promène dans une ville et entre dans des bâtiments pour accéder aux différents services. Crédits et traduction : LuigiBlood.



ELR Vu que la Satellaview était une collaboration entre Nintendo et une autre entreprise, est-ce qu'il y a eu un archivage de ce contenu ? Parce que j'ai l'impression que dans les années 1990-2000, l'archivage du jeu vidéo n'était pas vraiment au point.

LB Le problème c'est que je n'en ai aucune idée. On m'a dit que Nintendo avait préservé ça chez eux mais je n'ai qu'une seule source et rien d'autre. Donc je ne peux pas prendre cette information au sérieux.

ELR Au-delà de ce travail de préservation, est-ce qu'il existe d'autres projets sur lesquels tu travailles ? Que ce soit sur la Satellaview ou le 64DD [fig 3] par exemple ?

LB En ce moment j'ai fait des trucs rapides sur du *hardware* peu connu de la Nintendo 64. J'avais simulé une combinaison de *hardware* jamais sorti sur N64 pour *Mario Artist* [fig 4]. *Mario Artist* peut reconnaître un certain câble qui va vers la Game Boy, qui ensuite va vers des périphériques comme une imprimante thermique, voire même une imprimante couleur qui n'est jamais sortie. J'ai récemment refait le script pour émuler ça il y a quelques mois, et puis j'ai simulé ça sur une vraie Game Boy Advance connectée à la N64. J'ai également fait un script pour émuler un lecteur de cartes mémoires pour le très méconnu *Mario no Photopie*, sur N64 aussi. Mais si ça marche c'est parce que quelqu'un m'a épaulé avec de la documentation technique assez complète. J'ai aussi tenté d'émuler les cartouches de capture d'écran pour *Mario Artist* et une cartouche pour se connecter à Internet, mais rien de complet.

ELR Et quel est le statut légal de ce genre d'émulation ? Parce que Nintendo est très protecteur de son matériel, je crois qu'il y a eu des procès aux États-Unis qui ont un peu clarifié la légalité de la rétro-ingénierie, mais on voit bien en ce moment que Nintendo reste assez intransigeant là-dessus.

LB C'est totalement légal puisque c'est du pur fonctionnel, qu'on a essayé de comprendre de nous-mêmes sans passer par des documentations internes. Après je ne dis pas ça avec certitude non plus. Il y a beaucoup de zones grises, mais généralement on s'en fiche un peu dans le milieu. La limite à ne pas franchir c'est d'inclure du contenu sous copyright, donc souvent des ROMs internes. Par exemple, on n'a pas le droit d'inclure des ROMs pour lire les jeux 64DD, ou la ROM BS-X⁴ pour lire les jeux Satellaview, ce genre de choses. Sauf que bon, je suis un peu le vilain petit canard parce que je l'ai fait sur mes propres sites.

ELR Quel est ton avis sur les entreprises qui capitalisent sur la nostalgie, comme Nintendo avec ses émulateurs maison ou ses portages ?

LB À vrai dire je n'ai pas trop de problèmes avec ça. Je veux juste ment qu'ils ressortent tout, mais le problème c'est que c'est souvent moins bien géré, en particulier sur N64 en ce moment. Mais je veux vraiment qu'ils puissent dans tout ce qu'ils ont produit une dernière fois et que l'on ne nous fasse pas racheter encore

4. Comme beaucoup d'émulateurs, ceux de la Satellaview ont besoin de fichiers intégrés à la machine originale pour fonctionner, mais qui sont protégés par le copyright. Le fichier ROM du système en fait partie. Légalement parlant, l'utilisateur doit extraire ce fichier depuis la machine d'origine.



fig 3. Console Nintendo 64 à laquelle est connectée le dispositif N64DD en-dessous. Les disques magnétiques s'insèrent par la fente à l'avant de l'appareil.
Crédits : Evan Amos.

ces jeux. Dans mon cas sinon, je ne suis pas un gros acheteur de vieux jeux, et je préfère non-ironiquement le service actuel par rapport à ce que nous avions avant.

ELR Est-ce que tu es collectionneur de supports, de machines physiques en-dehors des projets que tu mènes ? Ou est-ce que tu te reposes sur l'émulation pour jouer à ta ludothèque ? Car je sais que dans mon cas, l'émulation m'a ouvert à beaucoup de jeux que je n'aurais pas pu posséder.

LB Souvent j'émule, mais je collectionne un peu les machines quand même, pas les jeux par contre. Ou alors si j'ai un affect particulier au jeu, mais souvent j'opte pour un linker. Après j'ai surtout de quoi développer dessus, sur la SNES et la N64. Pour tester ce que je programme c'est quand même mieux d'avoir la vraie console à disposition.

ELR Est-ce qu'émuler un programme peut vraiment substituer l'expérience originale pour toi ? Ou est-ce que ça devient forcément quelque chose d'autre, pas forcément mieux ou moins bien, mais différent ?

LB Je pense que c'est possible de substituer mais que l'expérience est de toute façon faussée par l'époque, et tout simplement par les télévisions, les périphériques que l'on utilise. Mais ce n'est pas forcément un problème, et c'est quelque chose que j'ai largement accepté. Je fais de la traduction de jeux aussi, et j'essaye de l'adapter par rapport à l'époque de sortie et quand même un peu par rapport à aujourd'hui, par défaut.

ELR Donc cela dépend du contexte selon toi ? Adapter ces supports par rapport à l'époque fait partie du travail de conservation pour toi ?

LB Oui, parce que de toute façon ces supports sont voués à disparaître.

linker

Support de stockage imitant une cartouche de jeu, mais permettant de contenir plusieurs programmes et d'intervenir sur le comportement de la console. Les exemples les plus connus sont les cartouches R4 pour les consoles portables de Nintendo.

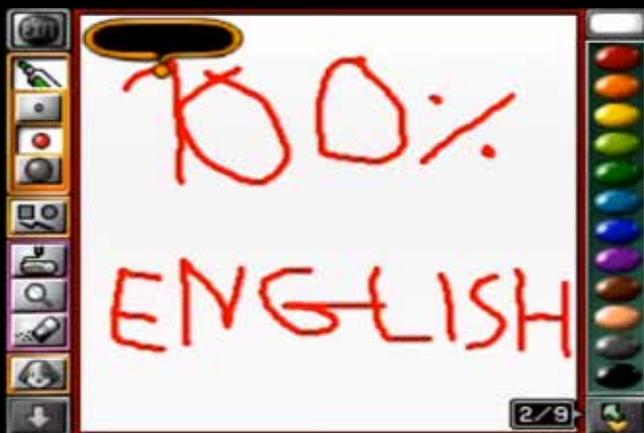


fig 4. *Mario Artist: Paint Studio*, Nintendo, 1999. Il est un successeur spirituel de Mario Paint sur Super Nintendo. L'interface est similaire à des logiciels de dessin simples en WYSIWYG, comme Microsoft Paint, et se contrôle avec une souris. L'utilisateur pouvait sauvegarder ses créations sur disque et les partager. Crédits et traduction: LuigiBlood.

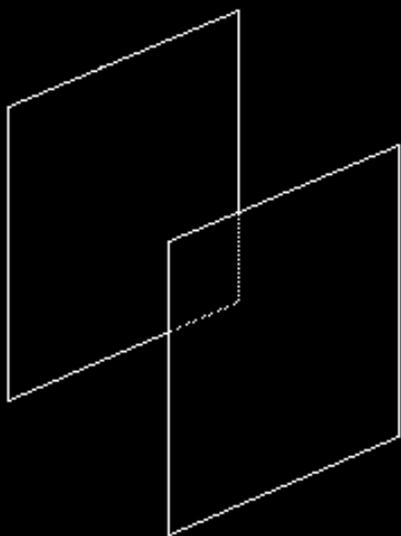


ELR Donc ta philosophie est plus d'allonger leur durée de vie le plus possible plutôt que de les conserver figés éternellement ?

LB Soit d'allonger la durée de vie, soit tout simplement de tenter de recréer l'expérience. Mais souvent, de toute façon, un simple émulateur et une manette similaire suffisent aux gens et à moi-même. On peut aller plus loin, et des gens l'ont fait. Personnellement, j'avoue que je ne ressens pas le besoin d'aller aussi loin. Ce qui m'intéresse le plus c'est de tout pouvoir émuler et de rendre les choses plus jouables. Mais ce n'est qu'une partie de la préservation du jeu vidéo et du numérique.

annexe deux

Entretien avec
Philippe Dubois,
président
de l'association
M05.COM.



Philippe Dubois est un ingénieur, fondateur et président de l'association MO5.COM, qui milite pour la préservation du patrimoine numérique et vidéoludique en France et dans le monde.

ELR Comment est venue l'idée de fonder MO5.COM ? Quelle est sa mission ?

PD En 1993, lorsque j'étais en école d'ingénieur, je me suis posé la question de la mémoire de l'usage de nos matériels et supports numériques. Cela m'a fait réfléchir à ce que l'on pourrait bien faire pour éviter d'oublier ce que l'on a connu, surtout dans les années 1990 où l'obsolescence était déjà bien présente. Cette réflexion s'est transformée en 1996 grâce à l'accès à Internet, par la création du premier musée francophone dédié au patrimoine numérique, qui s'appelait à l'époque *Musée d'Histoire Informatique*. Ce musée a donné naissance au site web MO5.COM en 1998, qui est devenu par essence communautaire, avec beaucoup de membres actifs. Et ce site est lui-même devenu l'association du même nom en 2003, qui va donc fêter ses vingt ans l'année prochaine [en 2023, ndla].

Et cette association est particulière, car quand elle est née, je fus en mon temps le deuxième ou troisième plus gros collectionneur français de patrimoine numérique, fort de plusieurs centaines de machines, de milliers de jeux, etc. Lorsqu'on a créé l'association, je lui ai donné la quasi-totalité de ma collection pour qu'elle puisse marcher. Le but était que ce patrimoine-là puisse servir au maximum, et être notamment utile pour des expositions ou des chercheurs. Cela a permis à MO5.COM de démarrer avec une collection absolument énorme, et de pouvoir dès sa naissance participer à des expositions. Des expositions, si possible ouvertes au grand public et dans lesquelles le public allait pouvoir se confronter, expérimenter véritablement des machines historiques « dans leur jus ». C'est resté quelque part notre *leitmotiv*, notre mission depuis toujours, de faire en sorte que l'on puisse expérimenter les œuvres, les créations humaines, sur des matériels et dans des contextes les plus proches des contextes historiques. D'où l'accent mis sur l'utilisation des véritables machines, si possible sur des écrans cathodiques, des dispositifs d'entrée / sortie de l'époque.

Donc, depuis presque vingt ans, nous n'avons pas encore un musée national du jeu vidéo en France – et c'est un des projets majeurs de l'association. Notre volonté est qu'il puisse naître un musée national dédié pleinement au patrimoine numérique et rien d'autre. Nous avons la BnF, le Musée des Arts et Métiers, et d'autres groupes et institutions qui s'occupent en partie de ce patrimoine-là, mais finalement, nous n'avons pas d'institution pleinement dédiée à cette cause, et pourtant Dieu sait qu'elle la mérite. Cela peut poser des problèmes. Et contrairement à l'Allemagne, à l'Angleterre, aux États-Unis et à l'Italie, qui possèdent des institutions dédiées à l'informatique, nous n'en avons aucune.



fig 1. Aperçu des entrepôts de stockage des collections de l'association MO5.COM. Crédits: MO5.COM.

ELR Environ combien de pièces avez-vous dans vos collections actuellement [fig 1-2] ?

PD Ce sont des chiffres qui sont donnés sur notre site, c'est une estimation parce que nos inventaires sont en cours depuis de nombreuses années, mais bientôt terminés. Mais cela tourne autour de 60 000 pièces, c'est de l'ordre d'à peu près 12 000 à 15 000 machines, la dernière estimation pour nos logiciels est donnée à 30 000 tous supports et continents confondus, plus plusieurs milliers de documents papiers – magazines, livres etc. Donc, à peu près tout cumulé, nous avons une fourchette médiane d'à peu près 60 000 objets, sachant qu'à mon avis, nos collections en possèdent beaucoup plus.

ELR Dans les derniers objectifs de votre association, il y a une campagne de levée de fonds pour acquérir le Micral N, un des premiers micro-ordinateurs français. Y-a-t-il d'autres « baleines blanches » de ce genre, des pièces très prisées de l'histoire de l'informatique qui pourraient faire partie des collections de MO5.COM à l'avenir ?

PD Nous possédons déjà beaucoup de pièces qui ont une grande valeur historique. Il va de soi que nous ne pourrions jamais toutes les posséder. C'est raisonnablement impossible, pour des questions de rareté, de prix, et tout simplement parce que personne n'aurait la place pour le faire.

Il est important de rappeler que l'association MO5.COM ne touche absolument aucune subvention. Ce n'est pas faute d'avoir fait les démarches nécessaires, au niveau de l'Etat, des régions et des collectivités.

ELR Justement, avez-vous déjà été approché par des institutions publiques pour mener à bien vos objectifs ?

PD C'est une question à tiroirs mais qui est extrêmement nécessaire pour comprendre notre position, et qui revient à ce que



fig 2. Aperçu des entrepôts de stockage des collections de l'association MO5.COM. Crédits: Zoé Ducournau.

nous disions avant sur l'absence d'institution française dédiée à l'informatique. Son origine tient à beaucoup de paramètres socio-économico-historiques, dont nous parlerons après. D'autre part, il ne peut pas y avoir d'émanation d'une telle organisation s'il n'y a pas de geste politique fort. Donc, le simple fait que cela n'existe pas stipule bien qu'il n'y a pas d'accompagnement politique suffisant. S'il n'y a pas eu d'intérêt politique suffisamment fort que cela ait eu lieu, c'est qu'il y a des personnes ou des institutions comme celles citées plus tôt qui n'en veulent pas. Les simples crédits du Ministère de la Culture qui pourraient être disponibles et captés pour ce genre de travaux le sont pour les institutions en place, et pas pour de nouvelles. L'association, depuis sa création, est citée et reconnue par les professionnels français du secteur comme l'institution nationale qui milite pour la préservation de leur patrimoine. Nos relations sont d'ailleurs très bonnes avec les deux plus gros syndicats du milieu en France, le SNJV¹ et le SELL², qui sont partenaires de MO5.COM. Donc, ceci est acquis, et ce discours-là a d'ailleurs été donné par un des ministres de la Culture, qui était Frédéric Mitterrand en 2012. Lors de sa visite à Lille, visite ministérielle à laquelle nous étions conviés, Mr. Mitterrand a dit exactement la même chose : qu'il y avait en France une industrie du jeu vidéo, qu'il fallait l'aider, mais que cette industrie avait une mémoire, un patrimoine. Et qu'il y avait trois institutions en France qui s'occupaient de ce patrimoine, qui sont une nouvelle fois la BnF, le Musée des Arts et Métiers, et MO5.COM. Et nos diverses rencontres au sein du Ministère de la Culture avec des conseillers ou les ministres eux-mêmes font que notre initiative a toujours été appréciée à sa pleine valeur, avec des mots tels que « C'est formidable, c'est une très bonne idée. ». Parfait ! Mais dans les faits, nous sommes les seuls parmi les trois institutions à ne bénéficier d'aucune subvention. Nous avons toqué à toutes les portes ! Pour l'instant, le résultat reste le même.

1. Syndicat National du Jeu Vidéo.
2. Syndicat des Éditeurs de Logiciels de Loisirs.

ELR Cela pourrait-il s'expliquer par des idées reçues qu'ont nos politiciens sur le numérique ?

PD Là où cela devient triste, c'est que le numérique en France, c'est une catastrophe ! Et ça ne l'est pas que depuis l'ère contemporaine, mais depuis toujours. Depuis le Plan Calcul³ annoncé par Charles de Gaulle en 1966 [fig 3], qui voulait donner à la France une indépendance informatique, il ne s'est passé quasiment plus rien pour le numérique en France. Valéry Giscard D'Estaing a fait complètement machine arrière. Et cela s'est traduit par le retard considérable au niveau du numérique qu'accuse encore la France de nos jours, et la vision encore tronquée qu'en ont nos politiciens. Le président Emmanuel Macron, toutes considérations politiques mises à part, ne connaît rien du numérique. Ses ministres, notamment ceux de la Culture, n'y connaissent rien non plus. Et plus globalement, il n'y a plus de politique culturelle d'ampleur. Lorsque nous avons rencontré encore une fois des responsables du ministère en 2017, au moment où le CNC est devenu le CNCIA⁴ qui inclut donc de fait le jeu vidéo, une personne du CNC nous a dit : « J'apprécie vraiment votre projet, et j'aimerais y participer. Mais je suis au CNC, et quand je rentre

3. Le Plan Calcul de 1966 était un plan gouvernemental destiné à assurer une autonomie informatique pour la France et l'Europe. Cette décision fut prise dans un contexte où les États-Unis étaient en situation de monopole, avec des entreprises comme IBM et le rachat de firmes françaises comme Bull par General Electric en 1964.
4. Centre National du Cinéma et de l'Image Animée.



fig 3. Photographie de la signature de la convention Plan Calcul le 13 avril 1967 par Michel Debré, Ministre de l'Économie et des Finances, avec les patrons de l'industrie électronique française. Crédits : Archives Bull.

là-bas il n'y a aucun de mes collègues qui veuille entendre parler du jeu vidéo». Une autre jeune femme du ministère nous dit quasiment la même chose, qu'elle ne peut rien faire pour nous, faute de crédits alloués et par manque d'effectifs. Voilà l'état de la culture du numérique actuellement en France.

ELR Revenons un peu en arrière. Vous disiez plus tôt que vous aviez pris conscience de l'obsolescence du numérique en 1993. Par quels exemples, quelles situations êtes-vous arrivé à ce constat ?

PD J'étais étudiant en école d'ingénieur à ce moment-là. J'ai toujours été un fervent utilisateur des premières consoles de jeux, des premiers ordinateurs personnels, c'est-à-dire des machines des années 1980 [fig 4]. Lorsque l'informatique domestique a explosé durant cette décennie, on a vu défiler des dizaines, des centaines de systèmes différents.

Certains d'entre eux n'ont vécu que six mois. C'était un marché en or de se lancer dans la micro-informatique dans les années 1980. Cela a été une manne formidable de créativité dans le numérique, avec des systèmes complètement variés – et complètement incompatibles. Certains d'entre eux ont fonctionné, et d'autres en grande majorité n'ont pas rencontré le succès escompté, et ont disparu très vite.

Cela a engendré deux effets. D'abord, il n'y a pas eu forcément beaucoup de matériel de produit pour les systèmes n'ayant pas vécu longtemps. Ces pièces, ces machines, ces supports sont devenus immédiatement extrêmement rares. Et ensuite, les millions de logiciels, machines, créations pour ces systèmes sont devenus vite obsolètes. On dit en ce moment que l'on change de matériel informatique tous les cinq ans, cela a toujours été vrai. Les gens se sont donc détournés très rapidement de ces machines. Dans les années 1990, tout le matériel des années 1980 très intéressant historiquement et potentiellement très fragile était mis à la poubelle.

Personnellement, venant d'une famille relativement modeste, je ne pouvais pas me permettre d'avoir beaucoup de



Micro Informatique Diffusion

Ouvert tous les jours sauf le dimanche
de 9 h à 12 h et de 14 h à 19 h
Stations de Métro Parmentier ou Saint-Maur

1983 : l'année de l'ordinateur personnel IBM



la Règle à Calcul

LA NOUVELLE GAMME HP VECTRA PC

AU SICOB
STAND 5C 5031

Les nouveaux VECTRA PC : une famille complète d'ordinateurs compatibles depuis le portable VECTRA CS jusqu'aux PC 386 HP :

- Portables HP Vectra CS et CS 20
- HP Vectra CS (compatibles PC/XT*)
- HP Vectra ES et ES/12 (compatibles PC/AT*)
- HP Vectra 386 RS 16 et RS 20

A l'excellent rapport performances prix de cette gamme (Vectra CS à partir de 15.666 F h.t.) Hewlett-Packard ajoute aujourd'hui la garantie sur site gratuite pendant la première année d'utilisation (intervention sous 24 h).
Et toujours les conditions CNRS et universités sur ces produits. Nous contacter : 43.25.68.81 poste 441/442

Une famille de micro à découvrir à la Règle à Calcul * marque déposée International Business Machines

LA REGLE A CALCUL 65 bd Saint-Germain BP 300 75228 Paris cedex 05
Tél. (1) 43.25.68.88 Télécopie : (1) 43.25.22.76 Télex RAC 201 324 F





Micro Informatique Diffusion

51 BIS, AVENUE DE LA RÉPUBLIQUE, 75011 PARIS - TÉL. 357.83.20 +
S.A.R.L. au capital de 1.910.000 F TÉLEX : MIDREP 215 621 F

SI VOUS ÊTES INTÉRESSÉ
PAR L'ORDINATEUR PERSONNEL IBM

fig 4. Publicités pour les ordinateurs personnels IBM et HP Vectra, France, 1983-1985.
Crédits : win3x.org.

machines, dont les prix tournaient autour de 3 000 francs, une moitié de SMIC à l'époque. J'avais eu mon premier micro-ordinateur couleur à douze ans, un Atari ST à dix-huit ans. Mes amis en avaient aussi, et vu l'hétérogénéité extrême de tous ces dispositifs numériques dans les années 1980, ils n'avaient pas la même chose que moi.

Et tout cela m'a emmené en école d'ingénieur en 1993 à me dire que tout ce que je connais, tout ce que j'ai utilisé, tout ça va disparaître. Je faisais finalement un parallèle à notre propre mémoire biologique, où tout s'efface lentement avec le temps. Je n'avais pas accès à Internet à l'époque, donc j'ai simplement eu le réflexe d'ouvrir un fichier .DOC dans mon ordinateur et de faire un *dump* de ma mémoire. J'ai couché sur ce format toutes mes connaissances, toutes les expériences que j'avais eues dans le numérique, pour pouvoir y revenir dans cinq, dix, vingt ans et que tous les détails soient là. C'était le point de départ.

Au même moment, j'avais amené dans la chambre que je louais à un ami quelques machines que j'appréciais beaucoup. Il



fig 5. Ordinateurs Commodore 64, Atari ST et console de jeux Vectrex.
Crédits: Bill Bertram, Evan Amos.



fig 6. Page d'accueil du Musée d'Histoire Informatique, France, 2002.
Crédits : Philippe Dubois, MO5.COM.

y avait un Vectrex, un ordinateur Commodore 64, un ordinateur MSX et mon Atari ST [fig 5]. J'avais en plus de ça un PC dernier cri pour travailler et jouer aux jeux du moment. J'avais souvent des amis qui venaient pour tester mon PC, et il y avait mes vieilles machines à côté. Et l'essentiel de mes camarades avaient délaissé le PC pour aller jouer sur ces machines-là. J'étais stupéfait. Ils me disaient qu'ils les avaient aussi quand ils étaient plus jeunes, ou qu'ils en avaient beaucoup entendu parler mais jamais vues en vrai. Donc non seulement ces machines étaient importantes pour moi, mais elles intéressaient aussi les autres.

En 1996, j'ai eu accès à Internet au CNRS de Montpellier. Les laboratoires avaient un accès en priorité à cette technologie avant le grand public. Des amis me l'ont conseillé, m'ont montré comment utiliser le seul navigateur de l'époque Netscape, le moteur de recherche Yahoo! et comment créer ses propres pages web. C'était exactement ce qu'il me fallait! Je pouvais reprendre mon .DOC de 1993 et le traduire sous la forme d'une page web. J'ai aussi fait des recherches sur Yahoo! pour savoir qui d'autre dans le monde sur Internet a réfléchi à l'histoire de l'informatique et des jeux vidéo. À l'époque, il n'y avait que trois résultats: deux sites aux États-Unis et un en Angleterre. Un des sites américains était une forme déjà assez avancée de musée virtuel. Il y avait un index de liens selon les époques et les marques qui menaient vers des fiches détaillées. C'était la forme que je voulais pour mon site. L'autre était une *timeline* faite par un étudiant, avec des faits marquants. La forme était aussi intéressante. Le site anglais était un autre musée virtuel d'un collectionneur privé. Avec tout cela, j'ai tapé en HTML sur un des ordinateurs du CNRS les pages web du premier musée virtuel francophone dédié au patrimoine numérique. Il fallait lui trouver un nom: je connaissais bien le Musée d'Histoire Naturelle, je l'ai appelé *Musée d'Histoire Informatique* [fig 6].

ELR Quels sont les moyens et les outils que préconisent MO5.COM pour la préservation des pièces informatiques?



fig 7. Consoles Analogue Duo, Analogue Pocket et Analogue Super NT. Ces consoles non-officielles fonctionnent grâce à des puces FPGA, leur permettant d'imiter à l'identique le fonctionnement des machines originales (ici la TurboGrafx-16, la Game Boy, et la Super Nintendo) et d'utiliser directement les cartouches et disques d'époque. Crédits: Analogue.

PD En fait, ce sont les communautés dédiées à l'informatique comme Atari ou Amstrad qui ont tout inventé. Dans les communautés des fans, on retrouve tous les travaux nécessaires pour que puisse perdurer cette culture et ce patrimoine. Une majorité de ces travaux sont *open-source* ou en tout cas proches de l'être, et peuvent être appliqués à l'ensemble des machines, même celles qui n'ont pas une grande communauté de connaisseurs. Et cet intérêt a commencé dès le début des années 2000, déjà par la popularisation des émulateurs. Parce que dans les faits, les développeurs d'émulateurs sont des utilisateurs qui voulaient jouer à leurs vieux jeux mais n'avaient plus la machine d'origine. Ils ont donc créé un logiciel qui singe le comportement de la machine, et quand on y injecte le code du jeu, le jeu a l'impression de tourner sur la vraie machine. C'est très ancien, les premiers émulateurs que j'ai eus entre les mains dataient de 1996-1997. C'est allé très vite. Et le concept est exactement le même : faire perdurer le souvenir, la culture, l'usage des vieux matériels. C'est complètement lié, et porté par ce courant de nostalgie et de re-découverte.

open-source

Logiciel libre. En tant que mouvement plus large, il est une vision de l'informatique ouverte à tous, où chaque logiciel est contributif et peut être modifié par tous.

Chez MO5.COM, nous avons eu la chance de rencontrer au fil des ans beaucoup d'acteurs communautaires, qui ont créé des outils pour préserver cette culture. Ils nous ont rejoint, ou nous sommes devenus amis et ils nous ont donné un libre-accès à leurs travaux. On peut parler de Torlus (Grégory Estrade) et de HxC (Jean-François Del Nero) qui ont été les pionniers mondiaux de la refonte complète de machines dans des puces à technologie FPGA. L'idée d'utiliser une technologie de puces qui permet de reproduire au niveau physique le fonctionnement interne d'une machine avec une extrême précision, ce sont eux qui l'ont eue en premier. Le projet s'est tellement développé que, dans le cas de Torlus, son code sert encore dans des produits commerciaux comme les consoles de la marque Analogue [fig 7]. La technologie FPGA est d'ailleurs une des solutions les plus pérennes pour la préservation du patrimoine numérique, mieux que l'émulation même. C'est un avenir, et potentiellement une forme d'immortalité : même si l'architecture des puces et des émulateurs évolue, le besoin de préserver des données numériques sera toujours présent.

FPGA

Acronyme de *Field-Programmable Gate Array*, «réseau de portes programmables». Ce sont des puces électroniques programmables et modulables. Dans le domaine de la rétro-ingénierie, elles peuvent être utilisées pour reproduire le comportement d'une machine entière.

ELR Donc, depuis le début, la préservation du patrimoine numérique est une initiative bénévole ?

PD Complètement. C'est une initiative bénévole, volontaire, portée sur le partage et sur la répartition des efforts nécessaires, pour réussir à préserver toute cette culture. On est toujours dans un mouvement *hippie*, en fait. La naissance de l'informatique personnelle naît du mouvement *hippie*⁵ et d'une certaine manière, nous sommes toujours dans cet esprit-là lorsque l'on parle d'open-source ou de partage des connaissances.

Au final, MO5.COM inculque des valeurs, comme la reconnaissance de la nécessité de préserver notre patrimoine numérique en donnant un lexique, des termes techniques, des approches et des méthodologies pour le faire. Les outils que nous utilisons, nous n'en avons inventé quasiment aucun : ils ont tous été piochés avec l'accord de leurs auteurs respectifs, et ils peuvent remonter à très loin. Finalement, tout est accessible. Et tant qu'il y a des individus pour y prendre part, ça fonctionne. De mieux en mieux même.

ELR Quel est votre avis sur les grandes entreprises qui se réapproprient leurs archives à des fins commerciales, comme Nintendo ou Sony ?

PD Il y a un aspect que je trouve bénéfique là-dedans : cela nous donne raison. Il n'y aurait pas de ressorties de vieux matériels actuellement si on avait eu tort. Notre démarche est donc bonne, et elles le reconnaissent quelque part. Mais de l'autre côté, effectivement, elles se les réapproprient. Et quand ce sont de grandes compagnies qui se réapproprient le travail bénévole de personnes qui œuvrent depuis plus de vingt ans pour que ce patrimoine-là continue d'exister – et qui donnent une bonne image à ces compagnies – là, c'est la guerre ouverte.

C'est quelque chose qu'on me dit souvent en conférence. Souvent, on me pose la question : mais Nintendo ne préserve donc rien ? Non ! Je vais même vous citer un exemple : dans les

5. La culture de l'informatique libre et ouverte est née au sein du mouvement *hippie*. L'utopie révolutionnaire allait en combinaison avec la révolution technologique et culturelle que pouvaient amener l'ordinateur et la mise en réseau. Toujours aujourd'hui, la culture *hacker* et le mouvement du logiciel libre continuent à promouvoir cette vision.



fig 8. Interface graphique de l'émulateur ZSNES. On peut observer une similarité avec le style graphique de l'émulateur NESTicle.

années 2000, il y a eu un émulateur créé sur une base communautaire qui s'appelait ZSNES [fig 8]. Il y avait deux émulateurs SNES à l'époque, SNES9x et ZSNES. Il s'avère qu'au début des années 2000, Nintendo est tombé avec sa myriade d'avocats sur ZSNES pour violation de copyrights, et ils ont gagné. En gagnant, ils ont récupéré tout le code source de l'émulateur. En 2007 sort la Wii avec la Console Virtuelle, un émulateur « maison » dans lequel on peut jouer à des jeux SNES. Et quelle est la base du code de la Console Virtuelle ? C'est ZSNES. Et là, les développeurs sont hébétés ! On croit souvent que Nintendo sont cléments, mais au niveau de la protection de leurs travaux ce sont les pires ! Il n'y a aucun autre éditeur qui n'est plus dangereux pour la préservation que Nintendo. Ils ont même récemment demandé à l'Internet Archive de retirer des pages scannées du guide de *Super Mario 64* ! Si ça continue comme ça, Nintendo pourrait réécrire l'histoire en disant qu'ils ont inventé le jeu vidéo en 1972. J'exagère. Mais même si ces décisions ne partent pas de mauvaises intentions, la chose préoccupante est qu'ils puissent se permettre de le faire, et que n'importe quelle autre compagnie puisse le faire.

ELR Ces problèmes juridiques sont donc une contrainte, une menace pour MO5.COM ?

PD C'est une menace perpétuelle. Ces événements montrent bien que tout ce qui est lié à la préservation du numérique au niveau mondial n'est toujours pas admis, n'est pas légal. On est toujours dans une zone grise, comme en France avec des articles de lois qui autorisent les copies privées, mais finalement non – alors qu'on paye une taxe sur les CD-R⁶ spécifiquement pour pouvoir faire des copies. Il y a aussi des lois qui protègent les éditeurs à l'international, et ne parlons même pas de la dématérialisation, qui est extrêmement dangereuse. Tout ceci montre que finalement, ceux qui font de la véritable préservation de logiciels et de jeux, ce n'est pas MO5.COM. Si nous faisons ça, une seule plainte de Nintendo, Microsoft ou Sony mettrait fin à l'asso-

6. La taxe sur la copie privée s'applique sur le prix de tous les supports de stockage. Pour les CD-R au moment de la dernière révision de la loi en 2021, le montant de taxe s'élevait à 56 centimes par disque.

ciation. Nous ne pouvons pas le faire, mais d'autres prennent le relais. Il faut donc aller voir du côté de structures qui sont construites sur un modèle un peu anarcho-crypto, comme les gens de Redump et No-Intro⁷. S'il y a bien des gens qui font ce travail, c'est eux.

ELR Donc les seules solutions pour cette catégorie d'archivage sont des solutions à la limite de la légalité ?

PD Complètement ! Si aucune loi au monde n'encadre cela, c'est la seule solution. Et c'est pour ça que nous nous sommes alliés avec d'autres associations européennes pour discuter avec des députés européens sur la possibilité d'une législation pour l'archivage des logiciels et jeux vidéo. Pour que des institutions comme la BnF ou le Musée des Arts et Métiers – ou évidemment MO5.COM – puissent travailler légalement à l'archivage de ces programmes. Mais ce n'est pas gagné. Il y a énormément d'intérêts économiques en jeu.

Par exemple, nous sommes souvent en collaboration avec Ubisoft, le premier éditeur de jeux vidéo en France. Leurs représentants n'auraient aucun problème à nous laisser préserver leurs jeux, mais cela revient à ce qu'ils nous donnent des éléments qui ne soient plus cryptés ou protégés. Et cette disposition coûterait un ou deux millions d'euros de plus par matériel à l'entreprise, pour simplement ressortir chaque jeu en version non-protégée. C'est pour eux une grosse dépense avec un retour sur investissement quasi-nul à court terme. Et même chez des petits éditeurs, le simple fait de leur demander de faire une copie de leurs fichiers pour ne pas qu'ils les perdent, c'est un effort et un coût supplémentaire.

ELR Est-ce que ces entreprises ont leurs propres archives ?

PD Et bien j'ai une autre histoire à ce sujet, toujours chez Ubisoft. Il y a six ans à peu près, une jeune cheffe de projet en événementiel nous contacte pour les trente ans de l'entreprise. Elle voulait chercher des archives au niveau de la compagnie, et ils n'avaient absolument rien conservé. Pas une coupure de presse, pas un vieux jeu, pas une vieille plateforme de développement, pas un vieil ordinateur, rien. Elle ne comprenait pas. Le constat est le même pour tout le monde, dans le monde entier. Quasi-aucun éditeur n'a gardé sa mémoire, ils ne s'en occupent pas.

Et cela fait écho à ce qu'il s'est passé en 2003 au Japon. Florent Gorges [fondateur des éditions Omaké Books et Pix'N'Love, ndla] était là-bas à ce moment-là, étant étudiant en langue japonaise. Il avait reçu un appel d'un collègue à Kyoto, qui était en face du siège de Nintendo où étaient posées trois bennes immenses de poubelles, remplies de toutes les archives de Nintendo. Tout ce qu'ils avaient pu concevoir et produire depuis un siècle et quelques était à la poubelle. Ils avaient tout vidé. Florent Gorges avec d'autres collectionneurs japonais, ont donc pris un billet de train et ils se sont débrouillés pour sauvegarder le contenu d'une benne. S'ils n'avaient pas fait ça, il n'y aurait quasiment plus rien de l'histoire de Nintendo.

7. Redump et No-Intro sont deux sites qui ont pour vocation de répertorier et archiver une majeure partie des logiciels et jeux vidéos ayant existé, et de les donner en téléchargement gratuit. Cette pratique est juridiquement controversée.



fig 9. Entrée de l'Apple Expo 2006 au Parc des Expositions de Paris.
Crédits : Haanadar.

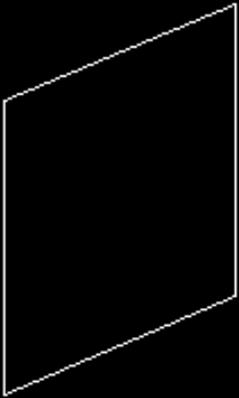
On peut aussi parler d'Apple. En France, il y avait un grand salon dédié à la marque, jusqu'aux années 2004-2006 [fig 9]. C'était la grand-messe des Apple-maniaques pour découvrir les nouveaux produits. Pendant dix ans, il y avait des collectionneurs privés qui ramenaient leurs matériels anciens, les nouveaux *homebrews*, etc. Et ceci côtoyait les nouvelles machines que sortait Apple France, et tout le monde était satisfait. Mais Apple un jour a décrété que tout ce qui était ancien tirait la marque vers le bas, et qu'il fallait laisser la place aux nouveaux produits pour pouvoir les vendre. Les collectionneurs et développeurs amateurs n'étaient donc plus les bienvenus. C'était une catastrophe, d'ailleurs ce salon n'existe plus!

C'est ce que j'appelle moi-même de façon un peu familière «l'effet HEC», où des nouveaux commerciaux considèrent que tous les produits précédents n'ont aucune valeur et même occupent inutilement l'esprit de la marque. La solution est donc de tout mettre à la benne, *tabula rasa*, et de tout réinventer. Quand cet argument est accompagné d'un bon discours par quelqu'un qui a fait de bonnes études, certains chefs d'entreprises adhèrent à cette idéologie. Cette vision passé-futur, où le passé est vu comme un fardeau, c'est une vision qu'on retrouve dans toutes les entreprises du numérique depuis dix, vingt, trente ans. Maintenant, ils s'en mordent les doigts!

C'est tout simplement idiot de penser que c'est la marque, et non le produit qui a de la valeur. Au contraire, c'est le produit qui a de la valeur, et qui en gagne de plus en plus au fil du temps.

annexe trois

Entretien avec
Christian Porri,
designer graphique
et numérique.



Christian Porri est un designer graphique et numérique, enseignant en design graphique à l'ESAD de Reims. Spécialisé dans le design d'interfaces, il rédige en 2021 un article pour la revue *Back-Office* appelé *Lost in Translation: Quelles suites pour Flash?* qui s'interroge sur les raisons de la fin de ce média et sur l'héritage de la technologie Flash dans le design d'interaction d'aujourd'hui.

ELR Quel fut le point de départ de la rédaction de l'article *Lost in Translation: Quelles suites pour Flash?* Était-ce une prise de conscience de l'obsolescence de ce média ou de cet outil ?

CP Au début, Anthony Masure [cofondateur de la revue *Back-Office*, ndla] voulait que je fasse une sélection d'objets Flash, pour s'inscrire dans le numéro *Suivre le Mouvement* sur l'animation [fig 1]. Cela devait être une simple sélection de sites web, et cela s'est vite avéré plus difficile que prévu. Avec ce florilège de références, cela devenait ardu tant la typologie des objets Flash est large. Cela demandait de définir l'importance d'un objet, d'un artiste parmi d'autres et de définir l'importance de Flash par extension, sur son influence sur la production multimédia et sur la manière de concevoir le design numérique. Cela a donc basculé vers un article plus conséquent sur l'histoire et l'influence de Flash.

C'est aussi un sujet qui me touchait personnellement, car j'ai beaucoup travaillé avec cet outil dans les années 2000. J'ai fait les Arts Décos en 1998, et j'ai embrassé directement la production web, au moment où le CD-ROM était sur le déclin. À l'école, j'avais plutôt appris Macromedia Director¹, et je m'étais mis à Flash en sortant. Flash arrivait à point nommé comme un outil-matériau de l'interactivité. Tout le monde s'est engouffré dans ce nouveau matériau, il y a eu énormément de productions Flash variées au début des années 2000. J'en ai moi-même fait beaucoup, des explorations d'interfaces web à la souris et avec des hyperliens. Et tout ça me touchait, car à un moment donné, je me suis dit que mon travail de cette époque, je ne pourrais plus le montrer. Et le web est fait pour montrer. Donc, à moins d'avoir les fichiers sur un poste ou de traduire mes travaux en vidéo, ce n'est plus possible de les diffuser. On perd la fonction première du médium.

J'ai donc dû intégrer cette notion de « patrimoine perdu ». On ne s'en rend compte que quand il commence à s'effriter. On a été un peu orphelins de cette technologie, et il a fallu retrouver des outils assez péniblement. Et cela donne des situations où l'on se met à ré-inventer l'eau tiède.

ELR Donc, à l'échelle d'un designer numérique, la perte de Flash était vraiment une perte d'un outil principal ?

1. Macromedia Director était un logiciel de création d'applications publié pour la première fois en 1987 sous le nom de MacroMind VideoWorks. Il était principalement utilisé pour créer des expériences interactives sur CD-ROM. Le logiciel fut racheté par Adobe en 2005, et retiré du marché en 2017.



fig 1. *Back-Office n°4: Suivre le Mouvement*, Éditions B42, France, 2021. Crédits: Éditions B42.

CP Oui, après il ne faut pas se morfondre sur la perte d'un outil aussi polyvalent, mais cela pose des questions. Par exemple, il y a un an ou deux, je voyais que revenait beaucoup la question des identités visuelles animées, avec des logos animés, que l'on appelle maintenant *motion design*. J'avais fait entre 2002 et 2007 l'identité visuelle du magazine *Bulbe* qui n'existait que animée [fig 2]. À cette époque-là, on se posait vraiment la question de ce qui pouvait définir une entité animée avec plusieurs morphologies. Par quoi est-ce qu'on la reconnaît? Par le mouvement? Quels sont les signes graphiques adéquats? Et là, je voyais que quasiment quinze ans plus tard, on se reposait les mêmes questions. Donc par la perte de cet outil et de ce patrimoine, on recommence. On repart de zéro alors qu'il n'y en a aucune utilité. Il fallait en parler, alerter que plein de choses ont déjà été faites, et qu'il ne faut pas complètement se reposer sur les technologies de maintenant, qui peuvent devenir obsolètes demain.



fig 2. *Bulbe Magazine*, France, 2002-2007. Galeries interactives en Flash pour présenter les œuvres de Stéphane Kiehl, Nous Travaillons Ensemble et Duncan Wylie. Crédits : Christian Porri.

ELR Flash est un exemple récent de technologie de création numérique laissée en désuétude. Y-a-t-il eu d'autres technologies utilisées par les designers numériques elles aussi laissées pour compte ?

CP Oui, il y avait d'autres matériaux numériques récents, d'autres formats numériques avant Flash, qui ont pu s'imposer dans la création numérique. Il y a eu des outils, comme Apple HyperCard, Apple Media Tool, ou Macromedia Director [fig 3] – qui est un peu l'ancêtre de Flash. C'était des logiciels d'authoring qui étaient propriétaires et qui sont petit à petit tombés en désuétude technologique. Flash a cependant amené une dimension supplémentaire majeure par rapport à ces anciens outils : le fait que tout soit sur le web. Cela permettait une diffusion sans commune mesure. Le CD-ROM ou la disquette restent des formats édités, imprimés et distribués, alors que Flash est un support dématérialisé, qui s'est diffusé énormément et qui a gagné une influence beaucoup plus grande.

logiciels d'authoring

Logiciels de création de programmes multimédia, disposant d'outils et de fonctions pré-programmées pour en faciliter la prise en main.

ELR Mais cette immatérialité ne peut-elle pas poser problème quand la technologie n'est plus supportée ?

CP Oui, et ce fut la même chose pour les outils précédents. Quand le logiciel est arrêté d'être édité, il finit « de sa belle mort » puisque même les systèmes d'exploitation suivants ne le supporteront plus. Il ne reste donc plus que l'émulation pour faire tourner tout ça.

ELR Est-ce que l'émulation ou d'autres solutions peuvent remédier à la sauvegarde de ce « patrimoine perdu » ? Est-ce qu'elles peuvent substituer l'expérience originale, ou c'est forcément quelque chose d'autre ?

CP C'est forcément quelque chose d'autre du point de vue éditorial. Il y a des initiatives, comme celle de la BnF qui conserve aussi bien le *hardware* et le *software*. Il y a donc une forme de patrimonialisation. Il y a aussi des initiatives privées d'enregis-

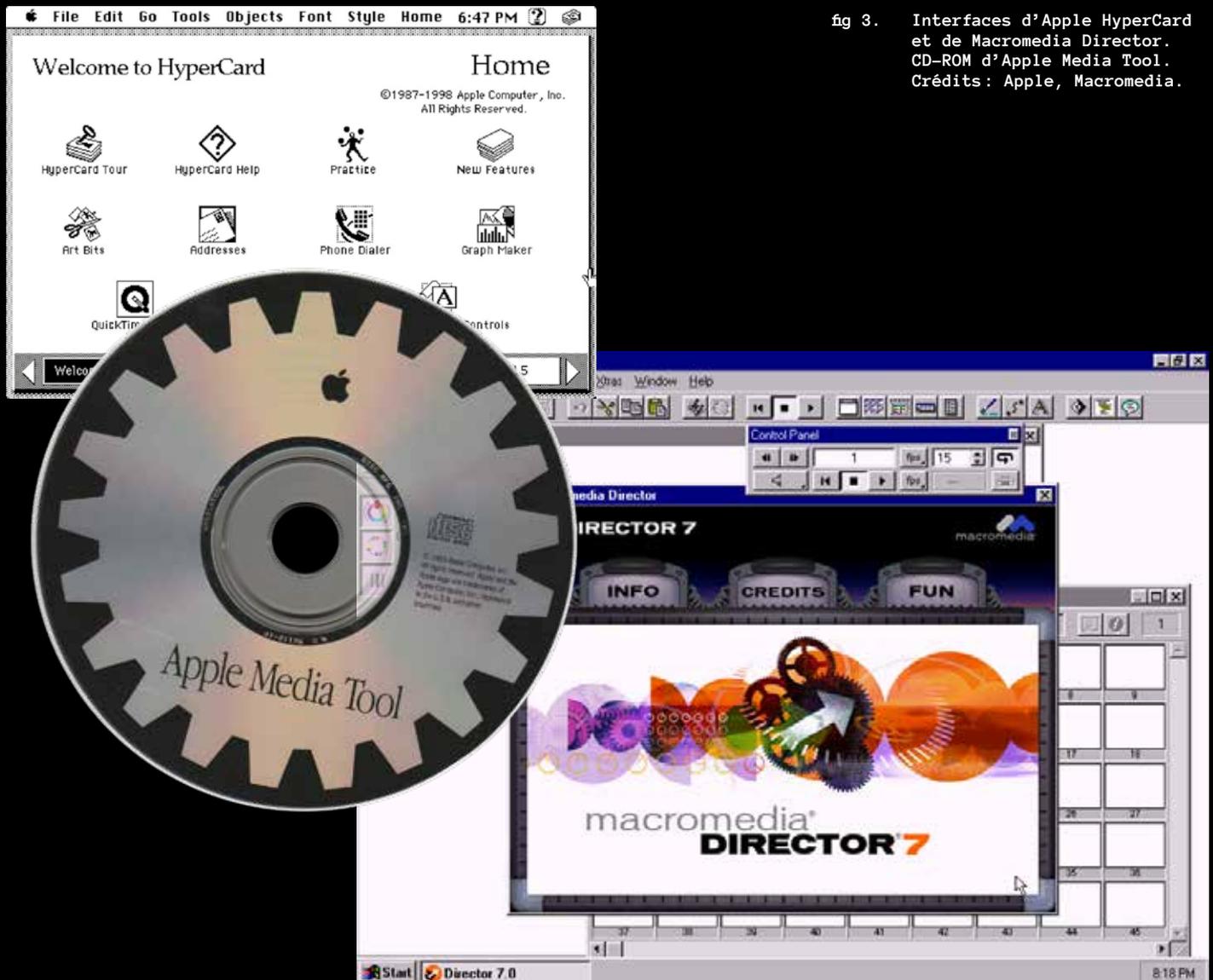


fig 3. Interfaces d'Apple HyperCard et de Macromedia Director. CD-ROM d'Apple Media Tool. Crédits: Apple, Macromedia.

trement de téraoctets entiers de pages web en Flash, mais ce sont en général des sites de jeux, donc une typologie particulière, ludique, de médias Flash. On oublie donc toute une partie de Flash qui permettait de faire des objets de design de navigation. Tout ça passe à la trappe. L'Internet Archive conserve énormément de pages dans leur *Wayback Machine*², mais c'est très difficile d'en conserver la trace, beaucoup ne fonctionnent pas malgré tout. Il reste donc l'enregistrement vidéo – et c'est ce que j'ai utilisé pour documenter certaines de mes interfaces. Mais avec la vidéo, on perd la liberté d'action, l'interaction. On est obligé de définir un scénario d'usage qui va permettre de mettre en valeur tous les cas pensés par l'interface créée. Mais forcément, on perd en expérience.

Il y a forcément une perte de définition et de contexte. On ne peut pas réduire Flash à simplement des jeux, même si ce patrimoine est énorme. On ne peut pas non plus le réduire à ce par quoi le grand public l'a connu, le lecteur vidéo: ce fut la technologie officielle de l'interface de YouTube pendant de lon-

2. La *Wayback Machine* de l'Internet Archive est une archive de plus de 681 millions de pages web, conservées depuis la création de l'organisation en 1996. Elle permet de consulter via son navigateur des pages aujourd'hui disparues.

gues années [fig 4]. YouTube l'a remplacé, avantageusement, avec l'arrivée du HTML5 et avec l'amélioration de la gestion des objets-médias par les navigateurs. Il y a donc forcément une perte, mais cela va dépendre du point de vue éditorial des plateformes et des archives qui s'attèlent à la conservation de ces objets-là.

ELR On observe récemment un certain retour à une esthétique inspirée du web des années 2000. Quelle est votre opinion à ce sujet ?

CP Ce que je constate dans les productions actuelles au niveau graphique, c'est qu'il y a effectivement un retour à une esthétique un peu vectorielle, que ce soit dans la production typographique, d'objets graphiques, de signes. Il y a un peu un retour à cette époque début 2000-2005, où l'on était moins dans le pixel, plus dans les formes vectorielles, épurées, avec du dégradé, des pointes. Mais cela ne prend pas en compte l'aspect dynamique : là où Flash permettait de créer des animations fluides, rapides et légères, la même animation en vidéo ou en GIF animé pèserait beaucoup plus lourd. L'animation en CSS ou SVG se rapprocherait le plus de Flash, mais elles sont beaucoup plus complexes à mettre en œuvre, puisqu'elles reposent principalement sur de la programmation. C'est la grande différence aujourd'hui dans le design web : on travaille un matériau, le code, pour avoir du graphisme par destination derrière. Mais on ne travaille plus la forme visuelle directement, ce n'est pas Illustrator.

CSS

Acronyme de *Cascading Style Sheets*, « feuilles de style en cascade ». Langage de programmation permettant de mettre en forme les pages web composées en HTML.

SVG

Acronyme de *Scalable Vector Graphics*, « graphique vectoriel adaptable ». Format de fichier pour l'affichage d'images et de graphismes vectoriels, donc adaptables à n'importe quelle taille. Flash fonctionnait aussi avec un système vectoriel.

ELR Le retour de cette esthétique pourrait être alimenté par des entreprises qui se la réapproprient. Quel serait votre avis là-dessus ?

CP Je ne serais pas du parti de la ré-exploitation, du *merchandising* de la nostalgie. Je ne vais pas affectionner ces productions-là simplement parce qu'elles me rappellent ce que j'ai pu produire par le passé. Au contraire, je préférerais plutôt aller de l'avant. Ce qui m'intéresse le plus à la limite, c'est la patrimonialisation. De se dire qu'à telle époque, on faisait ça parce qu'il y avait des besoins spécifiques, des influences spécifiques, et un certain contexte socio-technologique. Comme pour le jeu vidéo, je ne suis pas forcément un grand fan de l'esthétique « pixel ». Là où elle prend une autre dimension aujourd'hui, au début ce n'était pas forcément un choix esthétique mais une possibilité avec les contraintes des machines de l'époque.

ELR L'arrêt de Flash est en partie dû à des rapports de force entre les grandes entreprises du numérique, comme Adobe ou Apple. Est-ce que ces intérêts ont autant de poids sur les technologies d'aujourd'hui ?

CP Il n'y a pas vraiment matière à complots, mais il y avait certainement des intérêts industriels derrière l'arrêt de Flash, que ne partageaient pas toutes ces entreprises. Adobe aurait très bien pu essayer de défendre Flash, mais ils ne l'ont pas fait. Je ne connais pas vraiment la raison, sûrement pour des questions



fig 4. Interface du site YouTube en 2007. Le lecteur du site était conçu en Flash, jusqu'à la transition du site vers HTML5 entre 2012 et 2015. Crédits : Alphabet.

de coûts. Ils auraient très bien pu « ouvrir » la technologie et en publier le code source, ils ne l'ont pas fait non plus. Mais il y avait plein de questions de sécurité qui étaient légitimes, Adobe n'a pas supporté Flash autant qu'ils n'auraient pu. Et cela pose là aussi des questions de conservation : à un moment donné, cela devient la responsabilité de ces entreprises-là. Dernièrement c'est Microsoft qui fut l'un des derniers à ne plus supporter Flash ; la seule façon de lire ces fichiers est maintenant d'installer Flash Player via Adobe Animate, le logiciel d'animation 2D qui repose toujours en grande partie sur Flash. Et encore, je ne sais pas encore combien de temps ils vont entretenir ce système. Adobe a donc une responsabilité dans la préservation. Ces entreprises-là ont une responsabilité sur les productions faites avec leurs outils. Quelque part, il y a une forme de coproduction : on est auteurs de ce que l'on produit, mais on paye une licence d'utilisation de l'outil. Je n'ai pas épluché les contrats d'utilisation des logiciels d'Adobe, je ne sais pas à quel degré l'entreprise et l'utilisateur sont propriétaires des productions Flash. Mais est-ce que Adobe, Apple, Google, Microsoft, etc. n'auraient pas dû organiser eux-mêmes la conservation de ces contenus ?

Il y a un autre exemple assez symbolique de cette état de fragilité du web : il s'agit du langage PHP. Celui-ci a évolué en version 5, après être resté longtemps en version 4. Cette évolution est pour des raisons certes souhaitables de sécurité du langage en général. Cependant, la procédure d'évolution mise en place par les hébergeurs de sites condamne les anciens sites faits en PHP 4 et dont les gens qui les ont créés ne peuvent assumer les coûts (ou les compétences) d'actualisation.

Cela pose donc la question de l'évolutivité et de l'obsolescence du matériau numérique et du web très largement en tant que matériau en soi. Bien sûr, pas de souci pour le numérique ou le web comme vecteur de choses numérisées, mais plutôt de son autonomie comme matériau, territoire ou domaine culturel.

code source

Séries d'instructions informatiques constituant la base d'un programme. Le code source de grandes applications commerciales est le plus souvent sous copyright et ne peut pas être partagé librement.

PHP

Acronyme récursif de *PHP Hypertext Preprocessor*, « prérendu hypertexte PHP ». Langage de programmation web permettant de charger la page web au niveau du serveur, et non au niveau de l'utilisateur.

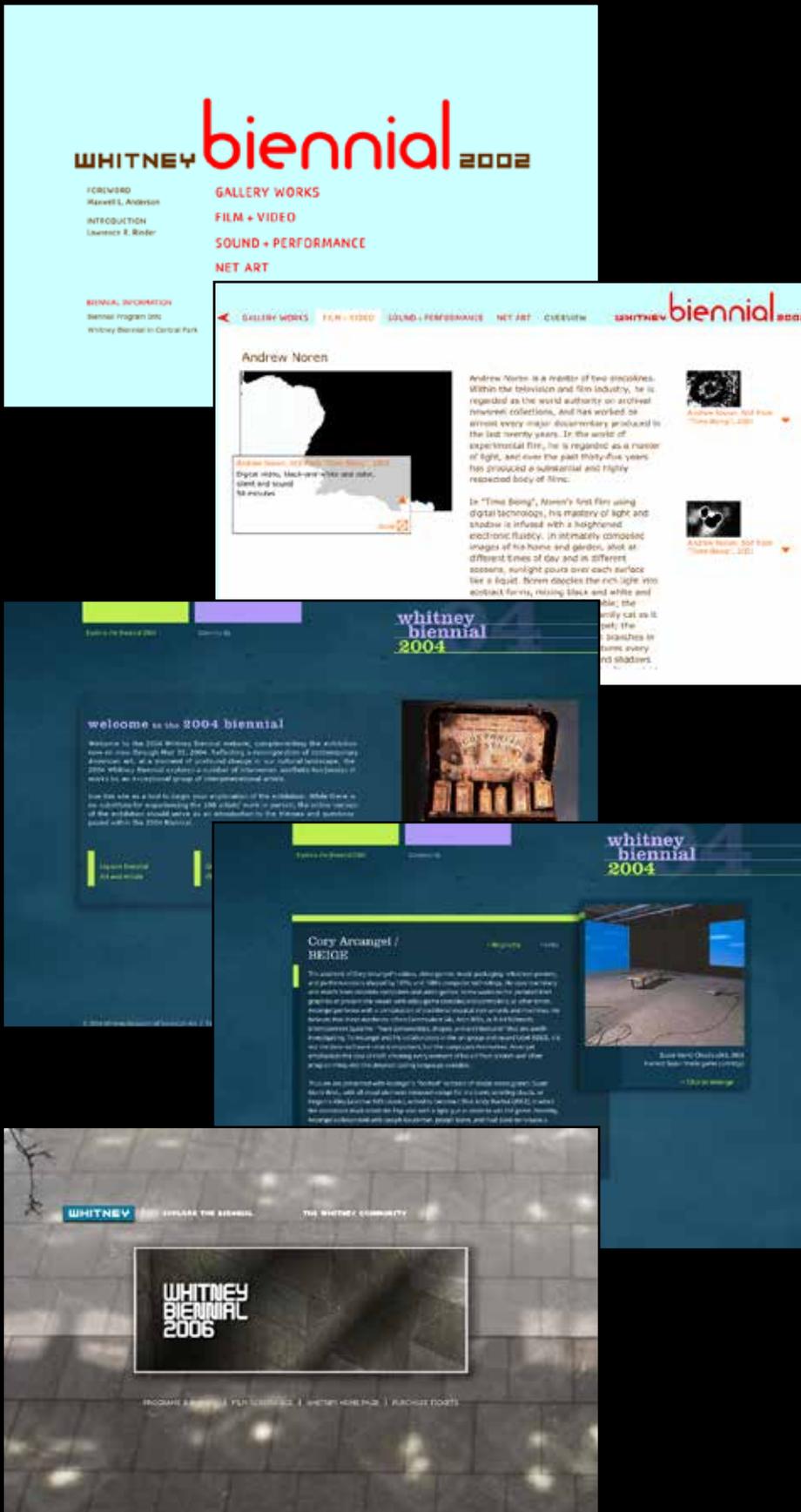


fig 5. Mini-sites pour les biennales du Whitney Museum de 2002, 2004 et 2006. Entre 2002 et 2008, le Whitney Museum créait des mini-sites pour leur biennale d'art contemporain. Trois d'entre eux furent construits avec Flash, et sont toujours en ligne. Crédits: Whitney Museum.

ELR Il semble qu'aucune grande entreprise du numérique ne se penche vraiment sur la conservation de leurs travaux. Comment expliquez-vous cela ?

CP Elles sont juste motivées par leurs profits. On se rend compte finalement que c'est assez cynique, que le développement technologique n'est pas du tout une question philanthropique. Pourtant, Adobe avait bien fait un musée web avec des objets Flash, mais il n'a dû vivre que quelques années. Je ne sais même pas pourquoi ils se sont donné la peine de créer cela pour le terminer aussi vite.

ELR D'un point de vue institutionnel, est-ce que des organismes s'attèlent à réhabiliter ou conserver des pièces artistiques en Flash dans le monde, comme a pu le faire le Guggenheim pour des pièces numériques ?

CP La BnF conserve beaucoup de choses. Je sais aussi que le Whitney Museum avait fait des biennales d'art contemporain, dont on peut retrouver les fichiers Flash sur Internet Archive, et eux-mêmes doivent sûrement conserver des œuvres en Flash [fig 5]. Mais on pourrait aussi se poser la question du NFT, qui permet de mettre de la propriété sur du dématérialisé. Pour le cas de la conservation de ces pièces, est-ce que ce serait un lien vers un exécutable lançant un émulateur qui jouerait l'œuvre dans un navigateur simulé ? Je ne sais pas.

Cela pose donc aussi la question de la structure d'hébergement des œuvres, si on les considère ainsi. Il est clair que les hébergeurs ne possèdent pas leur contenu et ont d'ailleurs bataillé pour ne pas en être tenus responsables, mais là où un musée est dépositaire de collections d'État, *quid* des hébergeurs de sites ? C'est un peu comme si le Musée d'Orsay décidait de supprimer ses collections pour travaux.

Mais cela revient à ce qui me troublait, à ce qui était dans la raison d'être de cet article. Quand Flash s'est éteint, le silence fut assourdissant. Sur les réseaux sociaux, ce n'était que quelques voix isolées. Dans les publications et institutions comme la presse écrite, il n'y a pas vraiment eu de discours là-dessus. C'est comme si l'on annonçait que l'encre utilisée pour imprimer depuis trente ans sur papier va s'effacer et disparaître, et que personne ne se sente touché par la nouvelle.

NFT

Acronyme de *Non-Fungible Token*, « jeton non-fongible ». En pratique, il est un certificat de propriété numérique déterminé par la *blockchain*, la même technologie utilisée pour certifier les cryptomonnaies. Son utilisation est controversée dans le monde de l'art numérique, étant critiqué pour son aspect spéculatif et son éthique douteuse.

conclusion

Émulation et archivage vont de pairs, tout comme l'émulation a suivi l'histoire de l'informatique depuis ses débuts. Mais le médium numérique est difficile à préserver, plus volatile qu'une feuille de papier ou autre support physique. Ces outils d'émulation, nés de la croissance économique du secteur dans la deuxième moitié du XX^e siècle à des fins de performances et de diagnostic, offrent maintenant une réelle opportunité pour conserver ces pratiques. Et certaines institutions internationales choisissent l'émulation comme une solution de réhabilitation de leurs collections numériques. Mais la voie de cette pérennisation est semée d'embûches techniques, juridiques, économiques et sociopolitiques. Si les œuvres d'art nées du numérique ont été conçues dans l'optique de les voir disparaître ou muer, et d'être effectivement un « média variable », d'autres supports n'ont pas la même structure, la même vocation, et ont besoin d'un certain protocole de préservation. Les entreprises du milieu, encore très présentes dans cet écosystème, sont en grande partie responsables du maintien de ces supports ; dans les faits, elles ne sont que très peu impliquées dans des logiques de conservation.

Nos systèmes informatiques sont maintenant assez avancés pour émuler une grande majorité des supports numériques, au moins de ceux du XX^e siècle. Il est préoccupant que ces contraintes nous amènent vers un effritement global de ce médium. Et c'est pourquoi nous pouvons en grande partie saluer les initiatives de personnes tierces dans le développement d'émulateurs et de systèmes d'archivages, voire même prendre en considération les initiatives qui contournent la loi dans l'intérêt de préserver. Mais seulement se reposer sur la volonté citoyenne de préserver sa mémoire ne serait pas viable à l'échelle du numérique tout entier. Il nous faut réfléchir sérieusement à des standards de conservation et d'émulation ouverts et libres, comme la norme OAIS et l'émulateur Dioscuri, et à investir dans la création d'institutions publiques de préservation, sous peine de voir un pan entier de l'histoire de la Technique, voire même de l'Humanité, tomber en décrépitude.

En observant donc tous ces exemples et ces entretiens, la perte de contexte et le décalage que peuvent amener l'utilisation d'un émulateur importe peu. Le simple fait de pouvoir restituer au mieux un document ou une œuvre numérique au bord de l'obsolescence est déjà un accomplissement, tout comme pouvoir voir une œuvre « traditionnelle » et

ancienne dans un musée est déjà un témoignage fort de son époque de création. L'émulation parfaite n'existera sûrement jamais, mais une émulation extrêmement convenable est tout à fait possible. Il est inévitable que le contexte, les données ou les composants se perdent, mais nous avons fait le choix civilisationnel de préserver la majorité de notre patrimoine dans la mesure du possible : le patrimoine numérique exige le même traitement, et l'émulation en est une des solutions les plus viables.

D'autres solutions que l'émulation pure, encore plus proches des machines d'origine sont en développement : la technologie FPGA, qui permet de reproduire le comportement d'une machine entière sur une simple puce informatique, a fait de grandes avancées. Le système Mister notamment, permet d'imiter plusieurs dizaines de machines en utilisant les supports de stockage d'origine. Nous pouvons donc être optimistes quant à l'enthousiasme de certains individus bénévoles dans la création d'outils de plus en plus efficaces.

Emulare – Imiter la machine pour mieux la préserver

Rédaction et entretiens

Erwan Le Rétif,
sous la direction de Vadim Bernard.

Conception graphique

Erwan Le Rétif.

Fontes utilisées

Newsreader par Production Type,
Anonymous Pro par Mark Simonson,
Kikuta par Erwan Le Rétif.

Impression

achevé d'imprimer
à Paris en mai 2022.

Remerciements

à Vadim Bernard,
pour m'avoir fait
confiance sur ce projet.
à Raphaël Bastide,
pour m'avoir apporté
certaines références.
à LuigiBlood,
Philippe Dubois
et Christian Porri,
pour avoir accepté
mes demandes d'entretien.
à ma famille,
à ma mère, Cécile.