http://doi.org/10.7207/twgn24-01-fr

Impact environnemental et préservation numérique

Eira Tansey
Memory Rising



Note d'orientation sur la veille technologique de la DPC

Avril 2024

DigitalPreservationCoalition

© Digital Preservation Coalition 2024 et Memory Rising, LLC, ORCID 0000-0002-7672-8423, 2024

Ce travail est sous licence CC BY-NC-SA 4.0

Cette note d'orientation est publiée par la Digital Preservation Coalition (DPC). La DPC est une fondation caritative internationale qui soutient la préservation numérique et aide ses membres dans le monde entier à fournir un accès à long terme et résilient aux contenus et services numériques. Outre la publication de rapports sur une série de thèmes couvrant l'état de l'art en matière de préservation numérique, la DPC soutient également ses membres par le biais d'un engagement communautaire, d'un travail de plaidoyer ciblé, de formations et de développement des ressources humaines, de l'identification de bonnes pratiques et de normes, ainsi que d'une bonne gestion et d'une bonne gouvernance. Sa vision est celle d'un héritage numérique sûr.

Découvrez les publications de la DPC, y compris les dernières mises à jour et révisions, à l'adresse suivante : https://www.dpconline.org/digipres/discover-good-practice/tech-watch-reports

Pour en savoir plus sur la DPC, le soutien qu'elle offre et comment adhérer, consultez le site : https://www.dpconline.org/about/join-us

Informations sur la traduction française

La traduction française de cette note d'orientation a été réalisée dans le cadre des travaux de la Cellule nationale de veille sur les formats en décembre 2025. Lancée en 2019, la Cellule nationale de veille sur les formats (CNVF), sous l'égide de l'association française Aristote et de son groupe de travail sur la Pérennisation de l'information numérique (PIN), regroupe à ce jour une douzaine de partenaires. Ses principaux objectifs sont la mutualisation des activités de veille sur les formats, la sensibilisation des professionnels sur le sujet, la contribution ou l'influence sur les outils associés. Elle ambitionne d'être un interlocuteur francophone reconnu dans les travaux internationaux sur ces sujets.

Une première traduction automatique en français de la note d'orientation a été réalisée avec le logiciel DeepL. Elle a ensuite été revue et corrigée par Anne Jolly (ministère de la Culture), puis par le groupe de travail.

1 Introduction

Les infrastructures de préservation numérique reposent sur des systèmes énergétiques souvent invisibles et extrêmement complexes. Le travail quotidien des professionnels de la préservation numérique, qui manipulent une myriade de fichiers, de matériels, de logiciels, de serveurs et d'environnements de stockage, dépend d'une énergie bon marché et abondante. Historiquement, cette énergie a été générée par les combustibles fossiles, qui ont été au fondement de la Révolution industrielle et qui alimentent encore la plupart des infrastructures mondiales. Les combustibles fossiles sont le charbon, le pétrole et le gaz. La transition des combustibles fossiles vers les sources d'énergie renouvelable est essentielle pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre.

Même si les sources d'énergie renouvelable se développent rapidement, la majeure partie de l'énergie utilisée pour produire de l'électricité dans les pays de l'OCDE provient encore de ressources non renouvelables. En juin 2023, les énergies renouvelables ne représentaient que 33,5 % de la production nette d'électricité dans les pays de l'OCDE (Monthly Electricity Statistics, 2023). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a déclaré que, pour limiter le réchauffement à moins de 2 °C, tous les scénarios doivent « impliquer des réductions rapides et profondes et, dans la plupart des cas, immédiates des émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs au cours de cette décennie » (Lee et al., 2023).

La préservation numérique vise à préserver les matériaux pour l'avenir, alors que cet avenir est incertain en raison des perturbations liées au changement climatique. De nombreux secteurs employant des professionnels de la préservation numérique, tels que les services d'archives, les bibliothèques, les musées, les agences gouvernementales et les organisations non gouvernementales, ont présenté un bilan inégal en matière de prise en compte du changement climatique. Intégrer le changement climatique dans notre travail est une composante essentielle de la théorie et de la pratique de la préservation numérique. Les organisations qui ont adopté un plan d'actions sur le climat (un plan destiné à identifier les mesures pour atténuer les émissions de carbone et intégrer des mesures d'adaptation au climat) doivent réfléchir aux modalités possibles pour rendre la préservation numérique plus durable dans le cadre d'engagements institutionnels dédiés.

2 Mesurer l'impact environnemental de la préservation numérique

L'impact environnemental exact de la préservation numérique à travers le monde est difficile à évaluer car il n'existe pas de registre central ou d'organisation chargée de contrôler ou de superviser l'ensemble des activités de préservation numérique. Dans leur article de 2019 intitulé « Toward Environmentally Sustainable Digital Preservation », Keith L. Pendergrass, Walker Sampson, Tim Walsh et Laura Alagna estiment que les institutions en charge du patrimoine culturel à travers le monde ont préservé au moins 5 750 pétaoctets de contenus, sans tenir compte des copies multiples de contenus (Pendergrass et al., 2019). Même si une organisation était en capacité de mesurer régulièrement l'intégralité des contenus préservés, l'évaluation de l'impact environnemental réel nécessiterait de répondre à d'autres questions liées au stockage de copies de réplication, aux pratiques de vérification de la fixité et au traitement des déchets électroniques.

Le Greenhouse Gas Protocol (protocole des gaz à effet de serre) est l'une des normes les plus largement reconnues pour la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre (Greenhouse Gas Protocol, 2023). Ce protocole établit une distinction entre les catégories d'émissions de type 1, 2 ou 3. Les émissions de la catégorie 1 correspondent à l'utilisation de l'énergie et aux activités de production directement détenues ou contrôlées par une institution (par exemple, la production d'électricité sur site à partir de combustibles fossiles). Les émissions de la catégorie 2 se rapportent à la consommation d'énergie provenant de sources tierces (par exemple, l'électricité achetée à un service public gérant des centrales électriques au charbon). Les émissions de la catégorie 3 sont associées à d'autres activités institutionnelles difficiles à contrôler et/ou à quantifier (par exemple, les déplacements des employés, les voyages d'affaires, les biens achetés et les investissements).

La préservation numérique s'appuyant de plus en plus sur des fournisseurs tiers et/ou sur le stockage en nuage, cela signifie que la majeure partie des activités de préservation numérique relève probablement de la catégorie 3 des émissions d'une institution. Pour que les institutions puissent mesurer avec précision l'empreinte carbone de leurs activités de préservation numérique, elles doivent disposer d'informations détaillées sur leurs propres fonds (holdings) et pratiques, mais aussi sur les modes d'utilisation de l'énergie là où les contenus sont stockés. Microsoft Azure, Amazon Web Services et Google Cloud proposent à leurs clients des outils de comptabilisation de l'empreinte carbone. Cependant, il n'est pas certain que les prestataires de conservation numérique, qui s'appuient souvent sur ces principaux fournisseurs de services en nuage, aient la capacité de produire ces informations pour chacun de leurs clients.

3 Les hypothèses implicites de la préservation numérique

Plusieurs hypothèses implicites sous-tendent la préservation numérique. La crise climatique remet directement en question certaines de ces hypothèses, tout en ayant un impact indirect sur d'autres aspects de la préservation numérique.

3.1 L'énergie et les équipements : des coûts abordables

La préservation numérique à grande échelle est possible parce que l'énergie et les équipements sont relativement abordables. Heureusement, la transition vers les énergies renouvelables a rendu l'électricité encore plus abordable sur de nombreux marchés. À l'inverse, il y a des coûts croissants qui sont souvent invisibles pour les consommateurs, comme les quantités considérables d'eau nécessaires pour refroidir les centres de données (Monserrate, 2022).

L'énergie et les équipements utilisés dans le cadre de la préservation numérique génèrent ce que les économistes appellent des externalités négatives, c'est-à-dire des coûts supplémentaires qui ne sont pas entièrement pris en compte par le producteur ou le consommateur. Un exemple classique d'externalité négative est celui d'une société d'électricité qui fixe le prix de la combustion du charbon ou du gaz en fonction des coûts de production, sans tenir compte des coûts de la pollution atmosphérique pour la santé publique ou les écosystèmes.

Même dans les régions où les énergies renouvelables représentent une part plus importante de la production d'énergie, il existe toujours des externalités négatives associées aux infrastructures informatiques. Les équipements informatiques et les serveurs génèrent des déchets électroniques, et l'informatique dépend de l'extraction de minéraux de terres rares.

3.2 La stabilité du réseau électrique

Le réseau électrique désigne les infrastructures qui acheminent l'électricité des producteurs aux consommateurs. Les réseaux électriques sont extrêmement complexes car ils doivent continuellement assurer l'équilibre entre l'offre et la demande. Le changement climatique entraîne des catastrophes de plus en plus graves et fréquentes sous la forme d'ouragans, d'incendies de forêt et d'inondations, ce qui risque de perturber davantage les réseaux électriques. En outre, l'augmentation des jours de chaleur extrême associée au changement climatique, accroît la pression de la demande de refroidissement sur les réseaux.

Les professionnels de la préservation numérique qui gèrent des documents vitaux, auxquels il faut accéder en cas d'urgence, peuvent avoir besoin de prendre en compte les problèmes de stabilité des réseaux régionaux pour garantir des moyens alternatifs fiables de récupération de l'information.

3.3 Un personnel suffisant

Des études auprès des professionnels de la préservation numérique ont démontré que la plupart des organisations ne disposent pas d'un personnel suffisant pour mettre pleinement en œuvre la préservation numérique. L'étude la plus récente de la National Digital Stewardship Alliance a révélé que 69 % des répondants n'étaient pas d'accord ou en désaccord total avec le fait que leur organisation disposait d'un personnel suffisant (Work et al., 2022).

Si les organisations doivent faire face à des catastrophes plus fréquentes et plus graves, causées par le changement climatique, dans un contexte de diminution ou de stagnation des budgets, cela pourrait finir par réduire les ressources allouées au recrutement et à la fidélisation du personnel. En outre, le changement climatique peut présenter des risques professionnels pour les travailleurs. Par exemple, ceux qui se rendent sur leur lieu de travail peuvent être confrontés à un nombre croissant de jours de chaleur extrême ou à des conditions météorologiques dangereuses pendant leur trajet.

3.4 La continuité organisationnelle

Le changement climatique est en train de remodeler la géographie des lieux où les personnes et les organisations peuvent agir avec une certaine garantie de stabilité. Le GIEC estime que près d'un milliard de personnes vivant dans les zones côtières du monde entier risquent d'être déplacées en raison de l'élévation du niveau de la mer (Pörtner et al., 2022).

Si les fichiers électroniques ont l'avantage de pouvoir être stockés dans des zones éloignées des risques côtiers, cet avantage peut se compliquer si l'entité, plus importante, est confrontée à des menaces existentielles. Par exemple, les Archives nationales de nombreuses nations insulaires du Pacifique sont confrontées à de graves questions concernant les protocoles de relocalisation et d'accès (Gordon-Clark et Shurville, 2010).

3.5 Croissance et permanence

La préservation numérique est souvent évaluée par des mesures de croissance linéaire, telles que les téraoctets et les pétaoctets. Bien que ces mesures soient adaptées pour les comparaisons institutionnelles et l'évaluation des besoins de stockage actuels et futurs, la mesure de la croissance linéaire n'apporte que peu d'informations sur la valeur des contenus préservés. Lorsque les mesures de la croissance linéaire sont le principal moyen d'évaluer la valeur, cela renforce le paradigme selon lequel « la croissance est bonne », qui ne tient pas compte des externalités négatives. Prenons une organisation qui conserve 1 To d'informations utiles régulièrement consultées par les utilisateurs, et une organisation qui conserve 100 To d'informations qui ne seront probablement jamais consultées à l'avenir, on comprend alors que le volume de stockage est un indicateur de faible valeur.

En plus de mesurer la valeur par la croissance, la préservation numérique tente par nature de recréer des aspects de permanence pour contrebalancer le caractère éphémère des objets numériques. Les différents niveaux de normes de préservation numérique partent généralement du principe qu'une fois qu'un objet numérique a été sélectionné pour être préservé, l'objectif est de le rendre accessible indéfiniment. Certains professionnels ont remis en question l'idée de permanence, en évoquant les concepts de « perte acceptable » (Goldman, 2018) et de « dégradation gracieuse » (Nowviskie et Porter, 2010).

4 L'importance de la sélection

Compte tenu des énormes quantités d'informations que les professionnels de la préservation numérique pourraient préserver, ils doivent être très sélectifs quant au contenu qui justifie le temps, les ressources et l'énergie consacrés à la préservation numérique. Les professionnels du patrimoine culturel de diverses disciplines disposent de différents outils (lignes directrices pour l'enrichissement des collections, politiques d'évaluation, doctrines de préservation, référentiels de conservation des documents) pour déterminer les matériaux qui ont une valeur durable. Les professionnels de la préservation numérique doivent également s'assurer que ces cadres de sélection et de décision sont appliqués aux contenus qu'ils gèrent.

Même les matériaux sélectionnés pour une préservation à long terme ne nécessitent pas nécessairement une préservation permanente. Séparer la préservation à long terme de la préservation permanente n'est pas un concept nouveau. De telles pratiques sont courantes en matière de gestion des documents : les documents sont parfois identifiés comme à conserver des décennies, mais peuvent finalement être détruits à la fin de leur valeur d'usage prédéfinie.

Les politiques de sélection doivent être des cadres dynamiques de prise de décision. Bien que l'informatique et la préservation numérique semblent très éloignées du monde naturel, nous avons beaucoup à apprendre de l'évolution des écosystèmes. Les écosystèmes vivants, sains et dynamiques sont toujours dans un état de flux - il n'y a pas de croissance sans perte, et il n'y a pas d'endurance sans éphémère. Notre approche de la préservation numérique gagnerait à faire siennes de telles caractéristiques.

5 Références

Goldman, B.M. (2018) ‘It’s Not Easy Being Green(e): Digital Preservation in the Age of Climate Change’.
Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416101348/https://scholarsphere.psu.edu/resources/381e68bf-c199-4786-ae61-671aede4e041 (accessible au 15/12/2025).

Gordon-Clark, M. and Shurville, S. (2010) ‘“To take up arms against a sea of troubles”: finding safe havens for the national archives of low-elevation Pacific islands and nations threatened by climate change’, *Archives & Manuscripts*, 38(1), pp. 78–93. Disponible sous forme de fichier PDF à l'adresse suivante : https://publications.archivists.org.au/index.php/asa/article/download/10067/10061 (accessible au 15/12/2025).

Greenhouse Gas Protocol (2023) *World Resources Institute*. Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416101621/https://www.wri.org/initiatives/greenhouse-gas-protocol (accessible au 15/12/2025).

Lee, H. *et al.* (2023) *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. First. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416103756/https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/ (accessible au 15/12/2025).

Monserrate, S.G. (2022) ‘The Cloud Is Material: On the Environmental Impacts of Computation and Data Storage’, *MIT Case Studies in Social and Ethical Responsibilities of Computing* [Preprint], (Winter 2022). Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416103920/https://mit-serc.pubpub.org/pub/the-cloud-is-material/release/2 (accessible au 15/12/2025).

Monthly Electricity Statistics (2023) *International Energy Agency*. Disponible à l'adresse suivante : https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/monthly-electricity-statistics (accessible au 15/12/2025).

Nowviskie, B. and Porter, D. (2010) ‘The Graceful Degradation Survey: Managing Digital Humanities Projects Through Times of Transition and Decline.’, in *DH*, pp. 192–193. Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416104926/https://dh2010.cch.kcl.ac.uk/academic-programme/abstracts/papers/pdf/ab-722.pdf (accessible au 15/12/2025).

Pendergrass, K.L. *et al.* (2019) ‘Toward Environmentally Sustainable Digital Preservation’, *The American Archivist*, 82(1), pp. 165–206. Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416105211/https://meridian.allenpress.com/american-archivist/article/82/1/165/432804/Toward-Environmentally-Sustainable-Digital (accessible au 15/12/2025).

Pörtner, H.-O. *et al.* (eds) (2022) ‘Summary for policymakers’, in *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Disponible à l'adresse suivante : https://web.archive.org/web/20240416105856/https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf (accessible au 15/12/2025).

Work, L. *et al.* (2022) *2021 Staffing Survey*. National Digital Stewardship Alliance. Disponible à l'adresse suivante : https://osf.io/emwy4/ (accessible au 15/12/2025).