

Post-print d'un article paru dans la revue *Comma* :

NICOLET, Aurèle et SHABOU, Basma Makhoulf, 2023. Coûts écologiques de nos pratiques archivistiques. *Comma*. Vol. 2021, no 2, pp. 399-415. DOI [10.3828/coma.2021.35](https://doi.org/10.3828/coma.2021.35).



Coûts écologiques de nos pratiques archivistiques

Aurèle Nicolet

Titulaire d'un Master en Sciences de l'information (2016), Aurèle Nicolet est collaborateur scientifique pour la filière *Information science* de la Haute école de gestion de Genève. Il participe à l'élaboration d'enseignements en gouvernance de l'information et en méthodologie de la recherche pour le Master en Sciences de l'information et s'implique dans divers mandats professionnels et projets de recherche dans les domaines académique, patrimonial et culturel auprès des institutions publiques et privées.

Adresse : Haute école de gestion de Genève (HEG HES-SO), rue de la Tambourine 17, 1227 Carouge, Suisse

Courriel : aurele.nicolet@hesge.ch

Pr Dr Basma Makhoulf Shabou est professeure, responsable du domaine archivistique depuis 2010 et responsable du Master en Sciences de l'information depuis 2020 à la Haute école de gestion de Genève (HEG HES-SO). Elle participe aux projets internationaux InterPARES, à divers groupes d'experts (PIAF, GREGI, GIRA) et dans diverses instances du CIA. Elle est également la présidente de l'association OLOS qui propose un portail de gestion des données de la recherche aux chercheurs et institutions.

Adresse : Haute école de gestion de Genève (HEG HES-SO), rue de la Tambourine 17, 1227 Carouge, Suisse

Courriel : basma.makhoulf-shabou@hesge.ch

Résumé

Le développement durable constitue un enjeu majeur des prochaines années, pour l'ensemble des activités humaines. Celles relatives à la gestion des documents d'activité et des archives n'y échappent pas. Cet article se penche sur les enjeux des coûts écologiques des pratiques archivistiques avec un accent mis sur les archives numériques, car leur impact environnemental demeure encore assez méconnu.

L'article est constitué de deux grandes parties. La première pose le contexte et les enjeux en présentant la nature et les caractéristiques du monde numérique en général, notamment le volume extrêmement important de données qui est produit chaque année, et se termine par présenter comment le numérique impacte l'environnement.

La seconde partie de l'article s'intéresse plus précisément à l'impact environnemental des pratiques archivistiques, tant d'un point de vue négatif que positif, et aborde tour à tour les différentes fonctions archivistiques. La description et la classification permettent de réduire les pertes de temps et d'énergie liées à la recherche de la bonne information, alors que l'évaluation joue un rôle particulièrement important dans la régulation du volume de données stockées

La conservation à long terme pose des problèmes de consommation importante d'énergie. C'est pourquoi, des solutions alternatives sont en cours de développement. Deux d'entre elles sont présentées, le stockage par synthèse ADN et le stockage sur du verre de quartz, qui offrent tous les deux des intérêts en termes de capacité et de durabilité. Le tour d'horizon des fonctions archivistiques se termine par celle de diffusion, notamment de conseils pour réduire l'empreinte écologique des expositions.

Enfin, sont présentées quelques initiatives issues du milieu informatique, les technologies de l'information vertes (*Green IT*) et les systèmes d'information verts (*Green IS*), et son adaptation possible à l'archivistique.

Abstract

Sustainable development will be a major issue in the coming years for all human activities. Those relating to the management of business records and archives are no exception. This article examines issues related to the ecological costs of archival practice with a focus on digital archives because their environmental impact remains relatively unknown.

The article is divided in two main parts. The first part sets the context and issues by presenting the nature and characteristics of the digital world in general, including the considerable volume of data produced each year. It concludes by explaining how the digital world affects the environment.

The second part of the article focuses more specifically on the environmental impact of archival practice, both from a negative and positive point of view, and addresses each of the different archival functions in turn. Description and classification make it possible to reduce the time and energy wasted in finding the right information while appraisal plays a particularly important role in regulating the volume of data stored.

Long-term storage consumes a significant amount of energy. For this reason, alternative solutions are under development. The article discusses two of these, namely storage by DNA synthesis and storage on quartz glass, both of which offer advantages in terms of capacity and sustainability. The overview of archival functions concludes with dissemination, including advice on reducing the ecological footprint of exhibits.

Finally, the article presents some initiatives from the IT world - Green IT and Green IS - along with their possible adaptation to archiving.

Introduction

La problématique du changement climatique et de sa lutte ne sont pas des questions nouvelles. Le concept de développement durable remonte à près de 35 ans et apparaît dans un rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, intitulé *Notre avenir à tous*.¹ Il y est défini comme le fait de « répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs ». ²

Publiée le 21 février 2022, la deuxième partie du sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) tire de nombreux constats alarmants et s'inquiète de la capacité de la Nature et de l'être humain à faire face aux changements qui les attendent. La durabilité des activités humaines, au sens écologique, devient un enjeu de plus en plus important et le domaine des archives n'y fait pas exception, bien que le mouvement ait été initié plus tardivement par rapport à d'autres institutions patrimoniales, comme les bibliothèques ou les musées.³

La durabilité devient même un enjeu éthique. Ainsi, l'*Archives and Records Association (UK & Ireland)* a ajouté dans son code d'éthique un point visant à réduire l'impact environnemental des services d'archives : "Insofar as it is within their power to do so, members should minimise the adverse effects of their work on the environment".⁴

Outre l'aspect moral, la problématique de la réduction de l'empreinte écologique des archives relève aussi de la mitigation des risques. En effet, les effets du changement climatique ont déjà et auront un impact sur la bonne conservation des archives pour les générations futures,⁵ comme le risque accru d'inondations dans les zones au bord des fleuves.⁶

À travers cet article, nous souhaitons nous pencher sur les enjeux des coûts écologiques de nos pratiques archivistiques. Nous nous intéresserons davantage à la question des données numériques, car leurs coûts écologiques sont souvent plus méconnus, comme le relève Robinson lors d'une enquête au

¹ EVANS, Lois M., 'Sometimes, green is the outcome: climate action in records management and archives in Canada' in *Records Management Journal* 31, no 3 (décembre 2021) : 240-268. Consulté le mars 2022. <https://doi.org/10.1108/RMJ-12-2020-0041>.

² Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies, *Rapport de la Commission mondiale pour l'environnement et le développement – Note du Secrétaire général*, New York: Nations unies, 1987, 26. <https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=fr> (Consulté le 7 mars 2022)

³ FAULKNER, James, LU, Liuxing et CHEN, Jiangping, 'Archivists' golden egg: environmental sustainability practices of archives' in *The Electronic Library* 39, n° 2, juillet 2021, 258-280. <https://doi.org/10.1108/EL-09-2020-0260> (Consulté le 7 mars 2022);

ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

⁴ Archives & Records Association (UK & Ireland), *Code of Ethics*, février 2020, 3. <https://static1.squarespace.com/static/60773266d31a1f2f300e02ef/t/6082c97ac1fa88333ca028b1/1619183995112/Code+Of+Ethics+February+2020+final.pdf>.

⁵ EVANS, Lois M., 'Sometimes, green is the outcome: climate action in records management and archives in Canada' in *Records Management Journal* 31, no 3, décembre 2021, 240-268. <https://doi.org/10.1108/RMJ-12-2020-0041> (Consulté le mars 2022)

⁶ ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

cours de laquelle 14,3% des répondants déclarent qu'ils n'avaient jamais considéré l'impact environnemental de la conservation des documents d'activité numériques.⁷ Cependant, nous aborderons également quelques problématiques pour les archives analogiques.

Dans un premier temps, nous présenterons quelques éléments introductifs relatifs au monde numérique, à ses caractéristiques et à l'une de ses principales problématiques, le volume extrêmement important de données produites chaque année ; puis, nous nous intéresserons à l'impact environnemental du monde numérique en général. Dans un second temps, nous nous concentrerons sur les pratiques archivistiques en parcourant les différentes fonctions archivistiques, de la création ou la capture à la conservation à long terme, et en pointant les enjeux écologiques associés. Enfin, nous aborderons quelques initiatives issues des technologies de l'information qui pourraient être adaptées à l'archivistique.

Précisions terminologiques

Tout d'abord, il nous semble important de définir ce que nous entendons par monde numérique et quelles sont ses principales caractéristiques. Ce n'est pas spécifique aux archives et englobe bien plus, mais nous souhaitons offrir une vision de l'ensemble avant de nous tourner plus spécifiquement sur les problématiques archivistiques.

Le numérique correspond à l'« ensemble des techniques qui permettent la production, le stockage et le traitement d'informations en code binaire »,⁸ ce qui comprend aussi bien les ordinateurs ou les imprimantes que les objets connectés comme des bracelets ou des montres.⁹

Pour l'ISO 2382:2015, le numérique « qualifie des données représentées par des chiffres ainsi que les processus et les unités fonctionnelles qui utilisent ces données ».

Bordage répartit ce monde numérique en trois grandes parties :

- Utilisateurs, qui regroupe les équipements informatiques (smartphones, téléphones, télévisions, écrans, objets connectés), soit environ 29,4 milliards d'appareils
- Réseaux, qui regroupe les éléments permettant de relier l'équipement des utilisateurs aux centres de données, comme les antennes relais, les box DSL/fibre, (environ 1,31 milliards d'équipements)
- Centres informatiques, qui regroupe les baies de stockage et les serveurs (environ 67 millions de serveurs)¹⁰

⁷ ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

⁸ Office québécois de la langue française, 'Numérique', in *Le grand dictionnaire terminologique (GDT)*, 2018. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8360889 (Consulté le 7 mars 2022)

⁹ BORDAGE, Frédéric, *Empreinte environnementale du numérique mondial*. GreenIT, septembre 2019. https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible_VF.pdf (Consulté le 7 mars 2022)

¹⁰ Ibidem, 8-9

Nous assistons à une croissance exponentielle du volume de données produites annuellement.¹¹ Ainsi, pour la période 2018-2020, nous sommes passés d'une production d'environ 33 zettaoctets de données numériques pour l'année 2018, soit environ 660 milliards de disque Blu-ray,¹² à 64.2 zettaoctets pour l'année 2020 et les prédictions estiment même 181 zettaoctets pour l'année 2025.¹³ Cependant, il s'agit là du volume généré annuellement. Seule une petite partie est conservée, environ 2% ; de plus, la capacité de stockage mondiale ne sera pas suffisante à sauvegarder l'ensemble, puisqu'elle est estimée en 2020 à 6.7 zettaoctets.¹⁴

Plusieurs éléments peuvent expliquer cette importante augmentation.¹⁵ Tout d'abord, l'information est une ressource précieuse. Si nous, professionnels de l'information, en sommes largement conscients, c'est désormais le cas pour un bon nombre d'institutions publiques et d'entreprises privées ; en témoigne l'apparition de la notion d'actifs informationnels. De plus en plus, les entreprises exploitent les données qu'elles produisent à travers le Big Data afin de s'aider dans la prise de décision, comme le note Lucivero.¹⁶ De plus, cette approche *data-driven* ne se limite pas seulement au monde professionnel, mais touche également les particuliers dans leur quotidien. Depuis plusieurs années, se développe la mouvance de la mesure de soi (*Quantified self*) via des objets connectés qui mesurent le nombre de pas quotidiens ou la durée et la qualité du sommeil afin de nous aider à changer nos habitudes quotidiennes.¹⁷

Autre élément, nous avons pu noter l'augmentation du poids aussi bien des applications mobiles¹⁸ que des pages Web¹⁹, en raison de l'enrichissement de leur contenu et de leurs fonctionnalités.

¹¹ SAUVAJOL-RIALLAND, Caroline, 'Infobésité, gros risques et vrais remèdes', in *L'Expansion Management Review* 152, n° 1, 2014, 110-118. <https://doi.org/10.3917/emr.152.0110> (Consulté le 7 mars 2022)

¹² GAUDIAUT, Tristan, 'Infographie : La totalité des données créées dans le monde équivaut à...' in *Statista*, 24 avril 2019. <https://fr.statista.com/infographie/17793/quantite-de-donnees-numeriques-creees-dans-le-monde/> (Consulté le 7 mars 2022)

¹³ Holst, Arne, 'Amount of data created, consumed, and stored 2010-2025', in *Statista*, 7 juin 2021. <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/> (Consulté le 7 mars 2022)

¹⁴ GAUDIAUT, Tristan, 'Le Big Bang du Big Data' in *Statista*, 19 octobre 2021. <https://fr.statista.com/infographie/17800/big-data-evolution-volume-donnees-numeriques-genere-dans-le-monde/> (Consulté le 26 septembre 2022)

¹⁵ NICOLET, Aurèle, CRAUSAZ, Eléonore, JAOMAZAVA, Edwine et SIEBER, Amandine, 'Identification et prise en compte de l'impact environnemental des données numériques : un nouveau défi pour la gouvernance de l'information', in CHARTRON, Ghislaine, IHADJADENE, Madjid et BROUDOUX, Evelyne (eds.). *Données documents connaissances perspectives de recherche et d'enseignement : Actes du 22e colloque international sur le document numérique. 9-10 décembre 2021, CNAM*. Paris, France: Europa, juin 2022, 270-289.

¹⁶ LUCIVERO, Federica, 'Big Data, Big Waste? A Reflection on the Environmental Sustainability of Big Data Initiatives', in *Science and Engineering Ethics*, 26, 2020, 1009-1030.

¹⁷ ISAKSSON, Erik, HEDIN, Björn, *Smart Interaction for the Quantified Self*, Springer Verlag, 2018. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-981-10-8743-1_10.pdf (Consulté le 19 février 2023)

¹⁸ CHAN, Stephanie, 'The iPhone's Top Apps Are Nearly 4x Larger Than Five Years Ago' in *Sensor Tower Blog*, 10 juin 2021. <https://sensortower.com/blog/ios-app-size-growth-2021> (Consulté le 7 mars 2022)

¹⁹ RODMAN, Tedd, 'Web Page Sizes: A (Not So) Brief History of Page Size through 2015', in *Yottaa*, 17 mai 2015. <https://www.yottaa.com/a-brief-history-of-web-page-size/>

Enfin, la dématérialisation et la numérisation se développent de plus en plus dans les administrations et mais aussi dans les entreprises. Dutheil estime une croissance entre 6 et 7 % par an pour le marché français de la dématérialisation.²⁰

Ces pratiques et cette croissance ont notamment pour conséquence, la surabondance d'information et une incapacité à la gérer, aussi appelé « infobésité ». Celle-ci pose ainsi des défis non seulement de gestion en matière d'accessibilité, de valorisation, mais également en matière d'environnement. En effet, produire, utiliser et stocker un tel nombre de données demandent énormément de matériel informatique qu'il faut produire, alimenter en électricité et finalement éliminer, ce qui entraîne un impact environnemental non négligeable, comme nous le verrons dans les paragraphes suivants.

Impacts environnementaux du monde numérique

Avant d'aborder plus en détails l'impact que le monde numérique exerce sur l'environnement, il nous semble important de bien définir les termes clés qui peuvent sembler être des synonymes, mais correspondent en fait à des notions différentes : l'impact environnemental, l'empreinte écologique et l'empreinte carbone.

L'impact environnemental peut être défini comme la « modification de l'environnement, négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux d'un organisme ».²¹ L'empreinte écologique, quant à elle, « mesure la quantité de surface terrestre bioproductive nécessaire pour produire les biens et services que nous consommons et absorber les déchets que nous produisons ».²² Enfin, l'empreinte carbone d'un produit est la « somme des émissions et des captations de GES [gaz à effet de serre] dans un système de produits, exprimée en équivalent CO2 et fondée sur une analyse du cycle de vie prenant pour seule catégorie d'impact le changement climatique ».²³

Bordage estime que l'empreinte écologique du numérique mondial (c'est-à-dire l'ensemble des équipements électroniques utilisant des données binaires) équivaut à environ 2-3 fois celle de la France.²⁴ Elle se mesure notamment par la consommation d'énergie primaire (EP) d'environ 6 800 TWh, ce qui représente 4,2 % de l'empreinte écologique totale de l'humanité ; par les émissions de gaz à effet

²⁰ DUTHEIL, Christophe, Le Marché de la dématérialisation en 2019 en ses perspectives pour 2020, in *Archimag*, 6 Novembre 2019. <https://www.archimag.com/demat-cloud/2019/11/06/marche-dematerialisation-2019-perspectives-2020> (Consulté 19 février 2023)

²¹ Organisation internationale de normalisation, *Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation*. ISO 14001, 3e éd. Genève : ISO, 15 septembre 2015, 3.

²² World Wide Fund for Nature (WWF), 'Qu'est ce que l'empreinte écologique?', in WWF, s.d. https://wwf.panda.org/fr/wwf_action_themes/modes_de_vie_durable/empreinte_ecologique/. (Consulté le 7 mars 2022)

²³ Organisation internationale de normalisation, *Gaz à effet de serre — Empreinte carbone des produits — Exigences et lignes directrices pour la quantification*. ISO 14067. Genève : ISO, août 2018, 2.

²⁴ BORDAGE, Frédéric, *Empreinte environnementale du numérique mondial*. GreenIT, septembre 2019, 10. https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF.pdf (Consulté le 7 mars 2022)

de serre (GES) d'environ 1 400 millions de tonnes, soit 3,8 % de l'empreinte totale, ce qui correspond à environ 116 millions de tours du monde en voiture (42 000 kms) ; par la consommation d'eau douce d'environ 7,8 millions de m³, soit 0,2 % de l'empreinte totale, ce qui correspond à environ 242 milliards de packs d'eau minérale (9 litres) et enfin la consommation d'électricité d'environ 1 300 TWh, soit 5,5 % de l'empreinte totale, ce qui correspond à environ 82 millions de radiateurs électriques (1000 Watts) allumés en permanence.

Pour être fabriqué, le matériel électronique et informatique requiert différents composants: plastiques et matières synthétiques ; verre et céramique ; métaux ferreux et non ferreux (cuivre, aluminium, zinc, étain, chrome, nickel...), métaux précieux (or, argent, platine, palladium...) et des terres rares (europium, yttrium, terbium, gallium...).²⁵ L'extraction de ces composants requiert de l'énergie et celle des terres rares génère en plus une pollution radioactive due à la nature de ces éléments.²⁶ Ainsi, la phase de fabrication reste celle dont l'empreinte carbone est la plus grande. Par exemple, l'ADEME, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, estime que la fabrication d'un ordinateur portable émet environ 124 kg de CO₂, sur les 169 kg émis sur l'ensemble de son cycle de vie, soit environ 73%.²⁷

Lors de leur utilisation, les équipements impactent essentiellement en raison de leur consommation électrique, car les moyens pour produire l'électricité qui alimentent notamment les immenses centres de données reposent encore essentiellement sur des énergies fossiles, comme le charbon.²⁸ L'autre élément d'impact est le refroidissement de cet équipement qui réclame aussi bien de l'énergie que de l'eau douce.²⁹

À la fin du cycle vient la phase d'élimination. En 2019, les déchets d'équipements électriques et électroniques représentent 53.6 millions de tonnes dont seulement 9.3 millions de tonnes (17.4%) ont

²⁵ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). 2019. *La Face cachée du numérique : réduire les impacts du numérique sur l'environnement*, Angers, 2019. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf> (Consulté le 7 mars 2022)

²⁶ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), *Terres rares, énergies renouvelables et stockage d'énergies*, 2020. <https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html> (Consulté le 7 mars 2022)

²⁷ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). 2019. *La Face cachée du numérique : réduire les impacts du numérique sur l'environnement*, Angers, 2019. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf> (Consulté le 7 mars 2022)

²⁸ BROCA, Sébastien, 'Le numérique carbure au charbon' in *Le Monde diplomatique*, 1^{er} mars 2020. <https://www.monde-diplomatique.fr/2020/03/BROCA/61553> (Consulté le 7 mars 2022)

²⁹ PENDERGRASS, Keith L., SAMPSON, Walker, WALSH, Tim et ALAGNA, Laura, 'Toward Environmentally Sustainable Digital Preservation', in *The American Archivist* 82, n° 1, mars 2019, 165-206. <https://doi.org/10.17723/0360-9081-82.1.165> (Consulté le 7 mars 2022)

été correctement récoltés et recyclés.³⁰ Or, ces équipements contiennent des matériaux extrêmement polluants. Leur recyclage et leur réutilisation permettraient de réduire l'impact au niveau de l'extraction des composants que nous avons évoqués deux paragraphes plus hauts.

Si la dématérialisation exerce une empreinte non négligeable pour la planète, elle entraîne aussi des changements plus positifs. Très souvent, le premier qui nous vient en tête est la réduction de la consommation de papier. Or, la production du papier a un impact sur l'environnement en raison de l'abattage des arbres et de l'utilisation d'oxydes de soufre, oxydes d'azote et dioxyde de carbone dans la fabrication de papier.³¹ Mais ce n'est pas le seul avantage.

La dématérialisation facilite également le travail à distance, que ce soit via des solutions de *cloud computing* ou des applications permettant la création d'un bureau virtuel ou encore les solutions de visio-conférence. Cela entraîne une réduction des déplacements, pour les trajets quotidiens, mais surtout pour des déplacements plus importants qui nécessitent un moyen de transport plus polluant comme l'avion.

Lors d'une journée consacrée à la thématique de l'écoresponsabilité dans le domaine de l'information, organisée par Archimag³², Fuzeau a réalisé un rapide calcul à partir du référentiel sur la dématérialisation écoresponsable alors en cours de développement³³ et ainsi estimé l'empreinte carbone des différents moyens de déplacement pour l'ensemble des participants :

- à distance via le webinaire : 324 kg (3g la minute)
- en présentiel via le TGV (moyenne 470 km aller) : 894 kg (1,49 kg aller pour chaque personne en moyenne)
- en présentiel via la voiture (une personne dans chaque voiture) : 40,26 tonnes (146 g par km)

Nous pouvons constater les différences énormes entre les différents moyens d'accéder à la journée.

Fonctions archivistes : considérations et initiatives récentes

La norme de gouvernance de l'information récente (ISO 24143) a bel et bien reconnu l'importance de la dimension écologique dans le traitement des données et des archives. Elle propose 15 principes directeurs afin de guider la gestion optimisée des données et des archives. Le quinzième principe stipule

³⁰ FORTI, Vanessa, BALDÉ, Cornelis Peter, KUEHR, Ruediger, BEL, Garam, *Suivi des déchets d'équipements électriques et électroniques à l'échelle mondiale pour 2020 : Quantités, flux et possibilités offertes par l'économie circulaire*. Université des Nations Unies (UNU), Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche (UNITAR), SCYCLE Programme, Union internationale des télécommunications (UIT) & Association internationale des déchets solides (ISWA), 2020. https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_FR_O21.pdf.

³¹ XIONG, Eugene, 'The Sustainable Impact Of A Paperless Office', in *Forbes*, 11 mai 2021. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/05/11/the-sustainable-impact-of-a-paperless-office/> (Consulté le 7 mars 2022)

³² FUZEAU, Pierre. 2021. 'Table ronde n°2 Dématérialisation écoresponsable, schéma directeur informatique et empreinte carbone', in *Journée Archimag "De la Dématérialisation écoresponsable à la Permaentreprise"*, 19 octobre 2021.

³³ FUZEAU, Pierre, *Référentiel 2022 sur la dématérialisation écoresponsable*. Serda Conseil, 2022. <https://fr.calameo.com/read/0040596137a51b88320cb?authid=3vW5lfZ5E3nO> (Consulté le 26 septembre 2022.)

clairement que « [l]a gouvernance de l'information fait partie de la responsabilité d'un organisme au niveau social et [qu']elle contribue au développement durable ». ³⁴

Plus spécifiquement, la section précédente nous a permis d'exposer les enjeux génériques de l'impact environnemental que porte le monde numérique dans son ensemble. Dans cette section à venir, nous souhaitons nous concentrer sur le rôle que les pratiques archivistiques peuvent jouer, aussi bien positivement que négativement, dans l'impact environnemental du numérique. Nous évoquerons également quelques éléments concernant les archives papier.

Création, acquisition et capture

La fonction de création est « le point de départ de l'intervention de l'archiviste sur l'information corporative ». ³⁵ Si la création des documents a d'abord été centralisée via le secrétariat de chaque unité qui produisait les versions « officielles » de chaque document sur la base d'une version manuscrite, elle s'est peu à peu décentralisée avec l'avènement d'outils technologiques, comme les ordinateurs ou les scanners. ³⁶ Le phénomène de l'Internet des objets continue ce mouvement avec la production de plus en plus importantes de données.

L'un des défis que pose le travail collaboratif est le problème de la gestion des versions. ³⁷ Deux pratiques peuvent se confronter en cas de collaborations : une centralisation du document collaboratif avec un unique document centralisé ou alors des échanges consécutifs de fichiers où chaque producteur possède une nouvelle version du fichier. Le dédoublement des fichiers accroît la quantité de stockage alloué pour un même fichier et réduit l'efficacité de la création du document, car il devient difficile de déterminer quelle est la version la plus à jour. Des outils de gestion électronique des documents (GED) permettent d'améliorer la gestion des versions.

De plus, les processus de création et de capture servent de point d'entrée à l'information. Il est donc important de bien intervenir en amont ³⁸ afin d'optimiser l'allocation des ressources numériques et humaines de l'institution. Par exemple, cela se retrouve lors de la numérisation du courrier entrant qui peut très vite prendre de l'espace de stockage. Face à un environnement hybride (papier et numérique), il est donc important de guider le processus de numérisation, car selon le format choisi, la résolution ou le codage des couleurs, la taille des fichiers peut varier grandement. ³⁹

³⁴ Organisation internationale de normalisation. *Information et documentation — Gouvernance de l'information — Concept et principes*. ISO/DIS 24143. Genève : ISO, 20 mai 2022.

³⁵ GAGNON-ARGUIN, Louise, 'La création' in *Les fonctions de l'archivistique contemporaine*. Presses de l'Université du Québec, 2003, 87.

³⁶ COUTURE, Cynthia, GAREAU, André, 'Réflexions sur la gestion intégrée des archives au XXI^e siècle : les archives au XX^e siècle revisité' in *Panorama de l'archivistique contemporaine: Évolution de la discipline et de la profession*, Presses de l'Université du Québec, 2015, 239-260.

³⁷ Ibidem

³⁸ Ibidem

³⁹ ZHOU, Yongli, 'Are Your Digital Documents Web Friendly?: Making Scanned Documents Web Accessible', in *Information Technology and Libraries* 29, n° 3, septembre 2010, 151-160. <https://doi.org/10.6017/ital.v29i3.3140> (Consulté le 7 mars 2022)

Description et classification

Si les fonctions de description et de classification ne participent pas particulièrement à l’empreinte écologique, elles peuvent avoir indirectement un impact environnemental positif.

En effet, plusieurs études se sont intéressées à la productivité des travailleurs⁴⁰ et notent que les collaborateurs passent un temps non négligeable à rechercher et à rassembler de l’information. Ainsi, dans son livre blanc *The High Cost of Not Finding Information*, publié en 2001,⁴¹ IDC avait constaté que les travailleurs du savoir passaient en moyenne deux heures et demie par jour à rechercher des informations. Une étude de McKinsey de 2012 fait plus ou moins le même constat, estimant que les travailleurs consacraient 19% de leur temps à chercher et rassembler des informations.⁴² En 2018, IDC réalise une nouvelle étude et fait le constat que les professionnels des données passent environ 20% de leur temps à construire des actifs informationnels qui existent déjà.⁴³

Les conclusions de ces études portent surtout sur le manque de productivité et les pertes financières que la recherche d’information engendre ; mais cela a également un impact sur l’empreinte écologique et carbone de l’organisme, en raison de la réimpression de documents égarés ou des requêtes engendrées pour la recherche de l’information qui vont solliciter le matériel informatique et donc indirectement sa consommation électrique. Fuzeau estime par exemple l’empreinte carbone d’une requête dans un moteur de recherche entre 1.35 et 2 g de CO₂.⁴⁴

Une description normalisée permet d’éviter de devoir ouvrir le document pour vérifier son contenu (nommage conventionnel) et réduit le nombre de requêtes pour trouver l’information.

De plus, une classification logique, exhaustive et simple peut aider à éviter de multiplier la redondance des copies de documents, réduisant ainsi le volume stocké et aide aussi à réduire les recherches afin de trouver le bon document.

⁴⁰ PROBSTEIN, Sid, 'Reality Check: Still Spending More Time Gathering Instead Of Analyzing', in *Forbes* (17 décembre 2019). <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/12/17/reality-check-still-spending-more-time-gathering-instead-of-analyzing/> (Consulté le 7 mars 2022)

⁴¹ FELDMAN, Susan, SHERMAN, Chris, *The High Cost of Not Finding Information; An IDC White Paper*, IDC, 2001. <https://computhink.com/wp-content/uploads/2015/10/IDC20on20The20High20Cost20Of20Not20Finding20Information.pdf> (Consulté le 19 février 2023)

⁴² CHUI, Michael, MANYIKA, James, BUGHIN, Jacques, DOBBS, Richard, ROXBURGH, Charles, SARRAZIN, Hugo, SANDS, Geoffrey, WESTERGREN, Magdalena, *The social economy: Unlocking value and productivity through social technologies*, McKinsey Global Institute, juillet 2012. https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20social%20economy/MGI_The_social_economy_Full_report.ashx (Consulté le 7 mars 2022)

⁴³ IDC, *The State of Data Discovery and Cataloging*, Alteryx, janvier 2018.

⁴⁴ FUZEAU, Pierre, *Référentiel 2022 sur la dématérialisation écoresponsable*. Serda Conseil, 2022. <https://fr.calameo.com/read/0040596137a51b88320cb?authid=3vW5lfZ5E3nO> (Consulté le 26 septembre 2022.)

Évaluation et conservation pérenne

Évaluation

Face au volume de plus en plus important des versements d'archives, il s'avère de plus en plus nécessaire de revoir la méthode pour traiter les fonds, en particulier leur évaluation. Greene et Meisner plaident pour une nouvelle approche baptisée « more product less process » (MPLP).⁴⁵ Celle-ci vise à réduire les arriérés et fournir l'accès aux fonds le plus rapidement possible en effectuant un traitement minimal. Or, cette approche s'avère problématique, puisqu'elle augmente le volume des fonds d'archives,⁴⁶ alors qu'une stricte évaluation est capitale pour limiter la croissance des fonds. Pendergrass présente une réflexion sur l'évaluation pour aider à avoir une préservation durable dans tous les sens du terme, grâce à une évaluation plus drastique des archives et une préservation moins redondante, quitte à avoir des pertes.⁴⁷

Outre la régulation du volume d'archives définitive, une évaluation éclairée et justifiable avec des critères reproductibles permettrait d'assurer ou de prévoir des délais de conservation appropriés et ainsi éviter que des documents d'activité soient conservés plus longtemps que nécessaire et consomment des ressources inutilement.

Le développement de nouveaux outils s'avère de plus en plus indispensable afin d'aider les archivistes à traiter une diversité et un volume plus importants de documents et données. En attendant de pouvoir mettre en place une automatisation de l'évaluation des données structurées et non structurées,⁴⁸ les archivistes peuvent déjà accéder à des logiciels pouvant fournir une aide concrète. Par exemple, *Archifiltre*, développé par la Fabrique numérique des ministères sociaux de France, propose différentes fonctionnalités, comme la visualisation d'arborescences, l'enrichissement de métadonnées ou encore le repérage de doublons grâce à un calcul d'empreintes. Cette dernière fonctionnalité facilite la gestion du vrac numérique et peut ainsi contribuer à réduire le nombre de fichiers stockés et donc le volume des répertoires.⁴⁹

⁴⁵ GREENE, Mark et MEISSNER, Dennis, 'More Product, Less Process: Revamping Traditional Archival Processing', in *The American Archivist* 68, no 2, septembre 2005, 208-263. <https://doi.org/10.17723/aarc.68.2.c741823776k65863> (Consulté le 7 mars 2022)

⁴⁶ FAULKNER, James, LU, Liuxing et CHEN, Jiangping, 'Archivists' golden egg: environmental sustainability practices of archives' in *The Electronic Library* 39, n° 2, juillet 2021, 261. <https://doi.org/10.1108/EL-09-2020-0260> (Consulté le 7 mars 2022)

⁴⁷ PENDERGRASS, Keith L., SAMPSON, Walker, WALSH, Tim et ALAGNA, Laura, 'Toward Environmentally Sustainable Digital Preservation', in *The American Archivist* 82, n° 1, mars 2019, 165-206. <https://doi.org/10.17723/0360-9081-82.1.165> (Consulté le 7 mars 2022)

⁴⁸ MAKHLOUF SHABOU, Basma, TIÈCHE, Julien, KNAFOU, Julien et GAUDINAT, Arnaud, 'Algorithmic methods to explore the automation of the appraisal of structured and unstructured digital data', in *Records Management Journal* 30, n° 2, juillet 2020, 175-200. <https://doi.org/10.1108/RMJ-09-2019-0049> (Consulté le 7 mars 2022).

⁴⁹ BAVAUD, Aurélie, BISCHOFF, Sébastien, BUSSARD, Denis, MAKHLOUF SHABOU, Basma (dir.), *Automatisation des fonctions archivistiques pour les données textuelles : quels outils et quelles fonctionnalités pour l'archiviste?* Carouge : Haute école de gestion de Genève. <https://sonar.ch/global/documents/322791> (Consulté le 20 février 2023.)

En Suisse et plus précisément à la Haute école de gestion de Genève (HEG HES-SO), une équipe a travaillé sur un modèle pour évaluer la maturité de l'évaluation archivistique au sein d'une organisation.⁵⁰ Son principal objectif est d'évaluer l'état d'avancement de la pratique d'évaluation d'un organisme et sa conformité aux cadres légaux, réglementaires, normatifs, etc. et d'en permettre l'amélioration. Le modèle recommande dans ses principes la prise en compte de la durabilité à la fois dans le sens écologique que dans celui de la pérennité à long terme.

Conservation pérenne

La conservation pérenne, aussi bien en termes d'années qu'en termes d'impact réduit pour l'environnement, représente un défi majeur pour ces prochaines années.⁵¹ En effet, la pérennisation des données mobilise un grand nombre de ressources aussi bien pour les archives analogiques que numériques. Elle figure en tête de liste des impacts environnementaux identifiés par les répondants d'une enquête sur les pratiques archivistiques et la durabilité environnementale.⁵²

Pour la conservation des archives analogiques, il y a une utilisation importante d'énergie pour maintenir les bonnes conditions de conservation.⁵³ En effet, le support papier, et encore plus les supports audiovisuels analogiques tels que les bobines de film, nécessitent un contrôle et une maîtrise de l'humidité ambiante et de la température. Des systèmes de capteurs, de déshumidificateurs, d'aérations voire de congélation peuvent donc être mis en place.

Pour ce qui concerne le numérique, la pérennisation des données requiert une redondance des sauvegardes (copie d'archivage, de diffusion...) et une migration régulière des supports afin de faire face à l'évolution de ces derniers. De plus, comme nous l'avons vu dans la section des coûts écologiques, les infrastructures requises sont souvent gourmandes en énergie,⁵⁴ fonctionnant en continu même si leurs

⁵⁰ MAKHLOUF SHABOU, Basma, 'Évaluation de l'évaluation des données et des archives : méthode et modèle de maturité', in *51e Congrès de l'Association des Archivistes du Québec, Saint-Hyacinthe, 25-27 mai 2022*. 2022.

⁵¹ CRAUSAZ, Eléonore, JAOMAZAVA, Edwine, SIEBER, Amandine, MAKHLOUF SHABOU, Basma (dir.), *Gouvernance informationnelle et empreinte écologique des données numériques : état des lieux des pratiques dans les archives publiques en Suisse romande et propositions d'outils de pilotage*. Carouge : Haute école de gestion de Genève. En cours de publication.

⁵² ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

⁵³ EVANS, Lois M., 'Sometimes, green is the outcome: climate action in records management and archives in Canada' in *Records Management Journal* 31, no 3, décembre 2021, 240-268. <https://doi.org/10.1108/RMJ-12-2020-0041> (Consulté le mars 2022)

ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

⁵⁴ BUSSEL, Geert-Jan van, SMIT, Nikki et PAS, John van de, 'Digital Archiving, Green IT and Environment. Deleting Data to Manage Critical Effects of the Data Deluge' in *The Electronic Journal Information Systems Evaluation* 18, n° 2, 2015, 188-199. <https://academic-publishing.org/index.php/ejise/article/view/181/144> (Consulté le 7 mars 2022)

données n'ont pas besoin d'être accessibles à tout moment.⁵⁵ C'est pourquoi, on se dirige vers des solutions de stockage à froid.

Le stockage à froid (*cold data storage*) par opposition au stockage à chaud (*warm/hot data storage*) est un système de stockage qui possède un délai dans l'écriture et la lecture des informations qui y sont enregistrées : il peut même arriver que ces opérations ne se déroulent pas en un même lieu.⁵⁶ C'est pourquoi, le stockage à froid convient surtout pour les données auxquelles il n'est pas nécessaire d'accéder rapidement. Là encore, la fonction d'évaluation se révèle capitale non seulement pour identifier les délais de conservation appropriés et le sort final adéquat, mais également le degré d'accessibilité de ces données.

Stockage par synthèse ADN

Parmi ces nouveaux moyens de stockage, nous souhaitons en présenter deux qui nous semblent particulièrement prometteurs. Commençons par le stockage par synthèse ADN qui consiste à coder l'information sous forme de brins d'ADN. En effet, l'acide désoxyribonucléique, mieux connu sous son acronyme ADN, est une molécule construite autour de 4 bases que sont l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T), et est un système de stockage naturel, puisqu'il conserve et transmet des informations depuis les toutes premières formes de vie.⁵⁷

Cette technologie semble très prometteuse et le marché du stockage promis à un bel avenir. The Insight Partners estime la croissance du marché de plus de 60% entre 2021 et 2028.⁵⁸ En effet, le stockage ADN vise à résoudre les deux problématiques de la pérennisation, celle de la quantité et celle de la durabilité dans le temps.⁵⁹ En effet, l'ADN est capable de stocker un très grand volume de

⁵⁵ LAURA, Frédéric, COELHO, Fabien et DELMOND, Marie-Hélène, *Gestion durable des données : Point sur les enjeux et proposition d'une démarche de pilotage de la performance appuyée sur un balanced scorecard thématique*, 15e colloque AIM, La Rochelle, 19 mai 2010. <https://hal-hec.archives-ouvertes.fr/hal-00554061> (Consulté le 20 février 2023.)

⁵⁶ ARSLAN, Suayb S., PENG, James et GOKER, Turguy.. "A data-assisted reliability model for carrier-assisted cold data storage systems". In *Reliability Engineering & System Safety* 196, avril 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106708> (Consulté le 7 mars 2022)

⁵⁷ ANDRIAMAHADY, Dina, MAKHLOUF SHABOU, Basma (dir.), *OAIS compliant digital archiving in DNA*, Haute école de gestion de Genève, Carouge, 2021.

⁵⁸ The Insight Partners, *DNA Digital Data Storage Market Forecast to 2028 - COVID-19 Impact and Global Analysis By Sequencing; Application; End User, and Geography*, 2022. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5557873/dna-digital-data-storage-market-forecast-to-2028> (Consulté le 27 septembre 2022)

⁵⁹ ANTKOWIAK, Philipp L., LIETARD, Jory, DARESTANI, Mohammad Zalbagi, SOMOZA, Mark M., STARK, Wendelin J., HECKEL, Reinhard et GRASS, Robert N., 'Low cost DNA data storage using photolithographic synthesis and advanced information reconstruction and error correction' in *Nature Communications* 11, n° 1, décembre 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19148-3>. (Consulté le 7 mars 2022)

données.⁶⁰ Selon l'Académie des technologies,⁶¹ 1 gramme d'ADN permettrait de stocker environ un demi zettaoctets. Si nous reprenons les 33 zettaoctets de données qui ont été produites en 2018, elles pourraient être stockées dans environ 73 grammes d'ADN.⁶²

La durabilité de l'ADN est également très importante. L'Académie des technologies l'estime à « environ dix mille fois supérieure à celle des supports traditionnels ».⁶³

Enfin, l'ADN a d'autres avantages pour les problématiques qui nous intéressent. La consommation énergétique est quasi nulle pour le stockage de l'ADN qui est à température ambiante. Les opérations sur l'ADN sont environ mille fois moins énergivores que celles électroniques.⁶⁴ La copie est facile et à faible coût. Nous pouvons enfin noter une très faible obsolescence du support, puisque la lecture de l'ADN est un enjeu important de la médecine, ce qui fait que les moyens techniques pour lire l'ADN seront encore utilisés à l'avenir et même améliorés.⁶⁵

Mandatée par les Archives cantonales vaudoises, Andriamahady⁶⁶ a réalisé un travail de bachelor sous la direction de la professeure Makhlof Shabou au cours duquel elle s'est intéressée à savoir si la technique d'archivage dans l'ADN pouvait se conformer aux exigences du système ouvert d'archivage d'information (OAIS). Les résultats de son travail sont prometteurs et répondent positivement à la question. Un projet réunissant plusieurs acteurs de la Suisse romande est en cours d'élaboration.

Stockage sur du verre de quartz

L'autre moyen de stockage que nous souhaitons présenter est le stockage optique de données 5D (*5D Optical Data Storage*). Comme pour l'ADN, il s'agit d'une technologie encore en cours de développement, mais qui présente plusieurs intérêts.

Il s'agit de créer des nano gravures sur des verres de quartz à l'aide d'un laser qui produit des impulsions extrêmement courtes (quelques billardièmes de secondes). La méthode de gravure utilise

⁶⁰ Académie des technologies, *Archiver les mégadonnées au-delà de 2040 : la piste de l'ADN*, Paris, 2020.

https://academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2020/10/15/10/17/37/9fbaaf5e-d5a6-4baf-921d-815da5d7983f/ADN_web.pdf. (Consulté le 7 mars 2022)

GOLDMAN, Nick, BERTONE, Paul, CHEN, Siyuan, DESSIMOZ, Christophe, LEPROUST, Emily M., SIPOS, Botond et BIRNEY, Ewan, 'Towards practical, high-capacity, low-maintenance information storage in synthesized DNA' in *Nature* 494, n° 7435, février 2013, 77-80. <https://doi.org/10.1038/nature11875> (Consulté le 7 mars 2022)

⁶¹ Académie des technologies, *Archiver les mégadonnées au-delà de 2040 : la piste de l'ADN*, Paris, 2020.

https://academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2020/10/15/10/17/37/9fbaaf5e-d5a6-4baf-921d-815da5d7983f/ADN_web.pdf. (Consulté le 7 mars 2022)

⁶² GAUDIAUT, Tristan, 'Infographie : La totalité des données créées dans le monde équivaut à...' in *Statista*, 24 avril 2019. <https://fr.statista.com/infographie/17793/quantite-de-donnees-numeriques-creees-dans-le-monde/> (Consulté le 7 mars 2022)

⁶³ Académie des technologies, *Archiver les mégadonnées au-delà de 2040 : la piste de l'ADN*, Paris, 2020.

https://academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2020/10/15/10/17/37/9fbaaf5e-d5a6-4baf-921d-815da5d7983f/ADN_web.pdf. (Consulté le 7 mars 2022)

⁶⁴ ibidem

⁶⁵ ibidem

⁶⁶ ANDRIAMAHADY, Dina ; MAKHLOUF SHABOU, Basma (dir.), OAIS compliant digital archiving in DNA, Haute école de gestion de Genève, Carouge, 2021.

les trois dimensions spatiales (hauteur, largeur, profondeur), ainsi que deux dimensions optiques (l'orientation de l'axe lent et le retardement).⁶⁷ La vitesse de gravure et la capacité de stockage varient selon le degré de précision et le risque d'erreurs souhaités, mais peut atteindre une vitesse de 40 kB par seconde et une capacité d'environ 500 TB par disque.⁶⁸

Le support, le verre de quartz, possède plusieurs propriétés qui le rendent très intéressant pour la pérennisation à long terme des données. Sa stabilité jusqu'à des températures de l'ordre de 1000 degrés Celsius lui confère une durée de vie extrêmement longue, quasi illimitée, à température ambiante.⁶⁹ Le support ne requiert pas de conditions de conservation nécessitant de l'énergie, comme une régulation de la température ou de l'humidité. De plus, comme il s'agit d'un support inerte, ce moyen de stockage ne consomme pas d'énergie, en dehors des périodes d'accès aux données gravées.⁷⁰

Cependant, les deux nouveaux moyens de stockage que nous avons présentés restent, pour le moment encore, de l'ordre de l'expérimental et ne seront pas facilement disponibles avant plusieurs années. Une évaluation stricte, voire une réévaluation, reste nécessaire pour réguler la masse des documents à conserver à long terme.

Diffusion et partage

Plusieurs défis sont à relever pour cette fonction. Au niveau interne des organisations, il y a la question du partage des documents qui peut passer par la mise en place d'un mode collaboratif systématique et la gestion des workflows afin de faciliter les échanges et d'éviter l'alourdissement des boîtes mails, ainsi que la problématique de la gestion des versions déjà évoquée précédemment.

Pour l'externe, le déplacement du public jusqu'aux centres d'archives est l'un des impacts environnementaux des archives identifiés lors de l'enquête de Robinson.⁷¹ Une plateforme de diffusion en ligne des archives permettrait de réduire la mobilité, en plus d'augmenter l'accessibilité des archives. Le développement d'expositions virtuelles permet également de réduire l'impact, mais reporte en partie le problème sur la consommation des serveurs permettant l'accès en ligne.

Pour les expositions physiques, Faulkner *et al.*⁷² relèvent une liste, établie par l'Oregon Museum of Science and Industry (OMSI) de cinq stratégies pour réduire l'empreinte écologique des expositions

⁶⁷ WANG, Huijun, LEI, Yuhao, CHANG, Xin, DENG, Chun, SHAYEGANRAD, Gholamreza et KAZANSKY, Peter G., 'Towards 5D Optical Data Storage with High Writing Speed', in *2021 Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC)*. IEEE Munich, 21 juin 2021. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9541757/> (Consulté le 7 mars 2022)

⁶⁸ Ibidem

⁶⁹ ZHANG, Jingyu, GECEVIČIUS, Mindaugas, BERESNA, Martynas et KAZANSKY, Peter G., 'Seemingly Unlimited Lifetime Data Storage in Nanostructured Glass', in *Physical Review Letters* 112, n° 3, janvier 2014. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.033901> (Consulté le 7 mars 2022)

⁷⁰ BORDAGE, Frédéric, 'Le quartz, support de stockage d'avenir', in *greenIT.fr*, novembre 2012 <https://www.greenit.fr/2012/11/19/le-quartz-support-de-stockage-d-avenir/> (Consulté le 7 mars 2022)

⁷¹ ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

⁷² FAULKNER, James, LU, Liuxing et CHEN, Jiangping, 'Archivists' golden egg: environmental sustainability practices of archives' in *The Electronic Library* 39, n° 2, juillet 2021, 258-280. <https://doi.org/10.1108/EL-09-2020-0260> (Consulté le 7 mars 2022)

d'archives : 1) réduction de la consommation de nouveaux matériaux, 2) utilisation de ressources locales, 3) réduction des déchets, 4) réduction de la consommation d'énergie et 5) réduction de matériel à émissions toxiques.

Les éléments de la numérisation abordés dans la partie consacrée à la création acquisition et capture demeurent valables pour cette partie également.

Initiatives existantes

Dans la section précédente, nous avons vu en quoi les fonctions archivistiques pouvaient avoir un impact aussi bien positif que négatif sur l'environnement.

Face aux différents défis évoqués plus hauts, plusieurs initiatives se sont développées spécifiquement pour réduire l'impact des technologies de l'information sur l'environnement. Ainsi, depuis une dizaine d'années, s'est développée une informatique plus « verte » (*Green IT et Green IS*).

Les technologies de l'information vertes (*Green IT*) peuvent être définies comme l'analyse, la conception et l'implémentation de matériel informatique efficace ayant un impact moindre sur l'environnement⁷³; alors que les systèmes d'information verts (*Green IS*) s'intéressent à comment les systèmes d'information peuvent être conçus, développés, mis en œuvre et utilisés dans le but de faire progresser la durabilité environnementale.⁷⁴ Pour Loeser, le concept de systèmes d'information verts englobe et dépasse celui de technologies de l'information vertes dans le sens où il ne vise plus à réduire sa propre empreinte écologique, mais également à supporter et optimiser les processus d'activité afin de réduire leur empreinte écologique.⁷⁵

À la suite d'un grand travail de revue de littérature, Singh & Sahu définissent les systèmes d'information verts (Green IS), comme une expertise et un ensemble de pratiques efficaces et efficientes en matière de technologies/systèmes de l'information axé-e-s sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de l'empreinte carbone et sur la durabilité de l'environnement dans la société.⁷⁶ Ils ont pu identifier onze dimensions :

⁷³ CORDERO, Diego, BERMEJO, Vanessa and MORY, Andrea, 'IT Governance and Green IT: a systematic review' in *2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4)*, juillet 2020. 506–511. <https://doi.org/10.1109/WorldS450073.2020.9210362> (Consulté le 7 mars 2022)

⁷⁴ KENNEDY, Michael et COMPEAU, Deborah, 'Towards a Structural Model of Green Information Systems', in *Twenty-second Americas Conference on Information Systems, San Diego, 11-14 août 2016*. 2016. https://www.researchgate.net/publication/308739770_Towards_a_structural_model_of_green_information_systems (Consulté le 7 mars 2022)

⁷⁵ LOESER, Fabian, 'Green IT and Green IS: Definition of Constructs and Overview of Current Practices Completed Research Paper', *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems, Chicago, Illinois, August 15-17, 2013*. 2013. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3065.6962> (Consulté le 7 mars 2022)

⁷⁶ SINGH, Monika et SAHU, Ganesh Prasad, 'Towards adoption of Green IS: A literature review using classification methodology', in *International Journal of Information Management* 54, octobre 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102147> (Consulté le 7 mars 2022)

Dimensions	Contexte
Conception pour un environnement durable (<i>Design for Environment Sustainability</i>)	Méthode de conception visant à réduire la vigueur humaine totale et l'influence conservatrice d'un produit manufacturé, d'une pratique ou d'une installation.
Informatique économe en énergie (<i>Energy-Efficient Computing</i>)	En termes d'utilisation, de conception et de fabrication.
Gestion de l'énergie (<i>Power Management</i>)	Appareils de contrôle de l'énergie permettant de maintenir les PC en mode veille/économie d'énergie ou de les éteindre s'ils ne sont pas utilisés.
Conception, agencement et emplacement des centres de données (<i>Data Center Design, Layout, and Location</i>)	Les prix de l'énergie et des émissions des centres de données sont une préoccupation majeure dans les examens de la SI verte, car près de la moitié de tous les coûts électriques liés à l'informatique y sont générés.
Virtualisation des serveurs (<i>Server Virtualization</i>)	Permet une utilisation efficace de l'infrastructure informatique.
Élimination et recyclage responsables (<i>Responsible Disposal and Recycling</i>)	Utilisation d'un produit recyclé pour fabriquer un nouveau produit.
Conformité réglementaire (<i>Regulatory Compliance</i>)	Normes environnementales obligatoires pour la fabrication, l'utilisation et l'élimination des produits informatiques
Mesures, outil d'évaluation et méthodologie écologiques (<i>Green Metrics, Assessment Tool, and Methodology</i>)	Méthodes d'évaluation visant à réduire la consommation d'énergie, l'utilisation d'eau, la pollution, la production de déchets, la réduction des coûts et la consommation de ressources naturelles
Utilisation de sources d'énergie renouvelables (<i>Use of Renewable Energy Sources</i>)	La complexité accrue des systèmes de déclaration des émissions de carbone fait qu'il est facile de sélectionner une source d'énergie et de reconnaître les effets de cette sélection
Éco-label des biens informatiques (<i>Eco-Labeling of IT Goods</i>)	Informers les consommateurs de biens concernant leur caractère écologique et les émissions générées lors de leur production

Calcul distribué (<i>Grid Computing</i>)	Procédure consistant à dispenser les actions à l'aide d'un seul moteur surpuissant, qui immobilise un groupe de dispositifs mineurs aux ressources plus rares.
--	--

Adapté de Singh & Sahu 2020⁷⁷

De leur côté, Bussel et Smit⁷⁸ ont cherché à proposer un modèle d'archivage vert (*Green Archive Model*) composé de trois éléments : l'informatique verte (*Green Computing*), les niveaux de conservation des archives (*Archival Retention Level*) et la chaîne de valeur de l'information (*Information Value Chain*)

Comme mentionné plus haut, l'informatique verte (*Green Computing*) correspond aux technologies de l'information vertes (*Green IT*), soit l'étude et la pratique de la conception, de la fabrication, de l'utilisation et de la mise au rebut d'ordinateurs, de serveurs et de sous-systèmes associés tels que moniteurs, imprimantes, dispositifs de stockage et systèmes de mise en réseau et de communication, de manière efficace et efficiente, avec un impact minimal ou nul sur l'environnement. Bussel et Smit en distinguent six composants : 1) Longévité du produit (*Product Longevity*), 2) Optimisation (*Optimization*), 3) Gestion de l'énergie (*Power Management*), 4) Recyclage (*Recycling*), 5) Télétravail (*Telecommuting*) et 6) Technologie de l'information à faible consommation (*Low Power IT*).⁷⁹

Le niveau de conservation des archives (*Archival Retention Level*) définit les responsabilités fonctionnelles (organisationnelles) détaillées pour l'analyse, le processing et le stockage de données spécifiques. L'impact écologique peut donc être inclus dans ces démarches.

La chaîne de valeur de l'information (*Information Value Chain*) correspond à l'utilisation de la valeur informative et probante des données dans les processus d'affaires pour améliorer la gestion des données de confiance et la performance des processus d'affaires, ce qui inclut tous les processus de gestion de l'information et des données, tels que le traitement, la structuration, la publication, l'évaluation, etc.⁸⁰

Conclusion

Le management durable des institutions constituera très certainement un enjeu majeur des prochaines années et les archivistes ont un rôle à jouer, en raison de la place qu'occupe l'information dans nos sociétés.

⁷⁷ Adapté de: SINGH, Monika et SAHU, Ganesh Prasad, 'Towards adoption of Green IS: A literature review using classification methodology', in *International Journal of Information Management* 54, octobre 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102147> (Consulté le 7 mars 2022)

⁷⁸ BUSSEL, Geert-Jan van et SMIT, Nikki, 'Building a Green Archiving Model: Archival Retention Levels, Information Value Chain and Green Computing', in *Proceedings of the 8th European Conference on IS Management and Evaluation*. University of Ghent, septembre 2014, 271-277. https://www.researchgate.net/publication/273777831_Building_a_Green_Archiving_Model_Archival_Retention_Levels_Information_Value_Chain_and_Green_Computing (Consulté le 7 mars 2022)

⁷⁹ Ibidem

⁸⁰ Ibidem

La conservation durable des archives aussi bien numériques qu'analogiques avec un minimum d'impact environnemental constitue un enjeu important et régulièrement mis en avant. Cependant, il ne s'agit pas du seul et il nous semble important de considérer l'impact environnemental de l'ensemble des fonctions archivistiques, car elles peuvent mutuellement s'influer. Les efforts portés lors de la création et la capture des documents sur la classification et la description aideront l'évaluation.

Au cours des dernières années, plusieurs réflexions ont été menées, mais elles restent souvent limitées à un domaine, comme l'informatique ou l'archivistique. Il ne semble pour le moment qu'il n'existe pas de véritable vision d'ensemble.

Il nous semble nécessaire de développer une vision transversale et stratégique à travers la mise en place d'indicateurs clairs ; car, les métriques et indicateurs sont importants pour aider à la prise de décision en informant de ce qui a été fait et de ce qu'il reste à faire.⁸¹ Toutefois, il ne s'agit pas de réinventer la roue en créant de nouveaux processus pour collecter les données, mais de s'appuyer sur les processus déjà existants. Les métriques déjà produites par les archivistes et gestionnaires de documents d'activité constituent un bon point de départ.⁸²

Dans son enquête, Robinson note parmi les barrières les plus importantes à une action climatique, le coût financier, l'apathie de l'institution et un manque d'autorité au sein de l'organisation pour faire avancer le dossier. Le besoin d'une collaboration entre les gestionnaires de documents d'activité, les archivistes et les membres des technologies de l'information a également été relevé dans différents articles.⁸³

Cette approche multidisciplinaire et top-down qui manque actuellement pourrait être apportée par la gouvernance informationnelle. En effet, il s'agit d'un sous-ensemble de la gouvernance d'une institution, qui vise à réaliser les objectifs de celle-ci en proposant une approche stratégique et multidimensionnelle de l'information.⁸⁴ Or, le quinzième principe exposé dans la norme ISO 24143, présentant le concept et les principes de la gouvernance de l'information, porte précisément sur le soutien au développement durable.

⁸¹ EVANS, Lois M., 'Sometimes, green is the outcome: climate action in records management and archives in Canada' in *Records Management Journal* 31, no 3, décembre 2021, 240-268. <https://doi.org/10.1108/RMJ-12-2020-0041> (Consulté le mars 2022)

⁸² Ibidem

⁸³ Ibidem;

ROBINSON, Georgina, 'Come hell or high water: climate action by archives, records and cultural heritage professionals in the United Kingdom', in *Records Management Journal* 31, n° 3, décembre 2021, 314-340. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2020-0036> (Consulté le 7 mars 2022)

⁸⁴ AL-RUITHE, Majid, BENKHELIFA, Elhadj et HAMEED, Khawar, 'Data Governance Taxonomy: Cloud versus Non-Cloud' in *Sustainability* 10, n° 1 (janvier 2018). <https://doi.org/10.3390/su10010095> (Consulté le 7 mars 2022)

SMALLWOOD, Robert F., *Information governance: concepts, strategies and best practices*, Hoboken: Wiley, 2014.

MAKHLLOUF SHABOU, Basma et LOMAS, Elizabeth, 'Strategies, methods and tools enabling records governance in a cloud environment', in DURANTI, Luciana et ROGERS, Corinne (Éds.), *Trusting Records and Data in the Cloud*. Facet Publishing, juillet 2019, 97-116.