

Comment évaluer les impacts environnementaux des ouvrages scientifiques ? Une analyse du cycle de vie (ACV) des ouvrages papier et numériques publiés par les éditions Quæ

Marcia Magnet¹

CORRESPONDANCE

marcia.magnet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Face à l'essor du numérique dans le secteur de l'édition scientifique (41,5 % des ventes en 2021), les éditions Quæ ont souhaité objectiver les impacts environnementaux associés à la production de livres papier et numériques. Le livre imprimé, bien que dominant, est fortement tributaire de l'industrie papetière, générant des pressions environnementales notables : consommation d'eau, émissions de CO₂ (2 % des émissions industrielles mondiales), rejets d'effluents et déforestation partielle (Granger *et al.*, 2019 ; IEA, 2022 ; Pacheco *et al.*, 2021). À l'inverse, le livre numérique, souvent perçu comme « dématérialisé », repose sur des infrastructures matérielles très concrètes (terminaux, *data centers*) aux impacts tout aussi significatifs, notamment en termes de consommation énergétique.

Dans ce contexte, Quæ a conduit une analyse de cycle de vie (ACV) afin d'identifier les principales sources d'impact et de définir des leviers d'écoconception pouvant réduire leur empreinte écologique. L'étude compare notamment les versions papier et numérique d'un même ouvrage pour évaluer, selon le nombre de lectures, à partir de quand l'une devient plus avantageuse. Elle inclut également l'analyse comparative de différentes collections papier, dans une optique d'optimisation des pratiques éditoriales et de fabrication. Réalisée selon les normes ISO 14040 et 14044 à l'aide du logiciel SimaPro, l'étude modélise plusieurs indicateurs d'impact (changement climatique, acidification, toxicité humaine, etc.). L'inventaire repose sur des données spécifiques (issues des éditions Quæ) et génériques, selon le poids environnemental des processus. Ce travail exploratoire, soutenu par la pépinière de projets RSE, vise à expérimenter une approche d'écoconception adaptée au secteur de l'édition scientifique, en dépit de l'absence de revue critique externe pour l'instant.

MOTS-CLÉS

Édition ; analyse du cycle de vie ; environnement

¹ INRAE, SDAR 78000 Versailles France

Environmental impact assessment of scientific publishing: a life cycle analysis (LCA) of print and digital books by editions Quae

Marcia Magnet¹

CORRESPONDENCE

marcia.magnet@inrae.fr

ABSTRACT

In response to the growing role of digital publishing in the scientific sector (41.5% of sales in 2021), Editions Quae set out to objectively assess the environmental impacts of producing both print and digital books. Printed books, though still dominant, depend heavily on the paper industry, which exerts significant environmental pressure: water use, CO₂ emissions (2% of global industrial emissions), effluent discharge, and partial deforestation (Granger *et al.*, 2019; UEA, 2022; Pacheco *et al.*, 2021). Digital books, often seen as “dematerialized” rely on very real infrastructures such as devices and *data centers*, with equally significant energy-related impacts.

In this context, Quae conducted a Life Cycle Assessment (LCA) to identify the main impact sources and define ecodesign strategies to reduce their environmental footprint. The study notably compares print and digital versions of the same book to determine, based on number of readings, which format becomes more advantageous. It also includes a comparison of different print collections, aiming to improve editorial and production practices. Conducted according to ISO 14040 and 14044 standards using SimaPro software, the study models several environmental indicators (climate change, acidification, human toxicity, etc). The inventory combines specific data (from Editions Quae) with generic data, depending on the processes' environmental weight. This exploratory work, supported by the “Pépinière RSE”, aims to test an ecodesign approach tailored to the scientific publishing sector, despite the current lack of an external critical review.

KEYWORDS

Publishing; life cycle assessment; environment

¹ INRAE, SDAR 78000 Versailles France

Introduction

L'industrie du livre est une chaîne complexe reliant auteurs, éditeurs, imprimeurs, distributeurs et lecteurs. Dans l'édition scientifique, la dématérialisation des ouvrages et l'essor de l'accès ouvert (*open access*) ont transformé la manière dont les connaissances scientifiques sont diffusées (Chartron, 2016). Cette évolution favorise un accès élargi et immédiat aux publications, mais amène également à se questionner sur l'impact environnemental de ces transformations. En effet, certaines pratiques comme la réduction de l'usage du papier au profit du numérique, nommée « dématérialisation », est loin d'être immatérielle et sans impact sur l'environnement (Berkhout & Hertin, 2004 ; Suckling & Lee, 2015). En 2019, le secteur du numérique représente 3,8 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales et 4,2 % de la consommation mondiale d'énergie primaire (Bordage, 2019). Comment une maison d'édition peut-elle alors réduire l'empreinte environnementale de ses ouvrages en évitant des transferts d'impact ? Dans une optique d'écoconception de ses ouvrages, les éditions Quæ (Encadré 1) ont décidé de mener une analyse du cycle de vie (ACV) pour quantifier l'impact environnemental de divers scénarios de lecture mais également de différents formats d'ouvrage. Ces scénarios correspondent aux différentes manières dont un livre peut être utilisé (format papier ou numérique, lecture courte ou longue durée), ainsi que des variations des paramètres des ouvrages papier (nombre de pages, grammage du papier, format du livre...). La modélisation ACV permet d'identifier les pôles ayant le plus d'impact et de présenter des alternatives possibles et réalisables. Une fois l'interprétation des résultats de l'étude ACV réalisée avec la direction de Quæ, des mesures concrètes permettront de modifier certaines pratiques afin de limiter l'empreinte environnementale des ouvrages tout au long de la chaîne éditoriale.

Qu'est-ce que l'analyse du cycle de vie (ACV) ?

L'ACV est une méthode d'évaluation environnementale définie par les normes ISO 14040 et ISO 14044 comme la « compilation et l'évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produit tout au long de son cycle de vie ». Elle repose sur une approche dite « fonctionnelle », fondée sur une unité de référence, une approche cycle de vie qui prend en compte toutes les étapes de la vie d'un produit – de l'extraction des matières premières à la fin de vie – ainsi qu'une évaluation multicritère intégrant une diversité d'impacts environnementaux tels que le changement climatique, l'épuisement des ressources ou la toxicité/écotoxicité (Encadré 2). L'ACV modélise le produit comme un système de flux de matières, d'énergie et d'émissions, permettant une vision globale des performances environnementales. Tandis qu'un bilan carbone se focalise sur les émissions de gaz à effet de serre, et que l'étude d'impact environnemental est plus souvent centrée sur la phase de production

Encadré 1. Les éditions Quæ

Les éditions Quæ, fondées en 2006, sont une maison d'édition spécialisée dans la publication d'ouvrages scientifiques et techniques. Elles rassemblent les activités éditoriales de trois instituts de recherche publique : INRAE, le Cirad et l'Ifremer. Le catalogue s'inscrit dans le mouvement pour la science ouverte en proposant des ouvrages au format papier (payant) et numérique (PDF et epub) en accès ouvert.

Encadré 2. Les trois piliers de l'ACV

1. Une approche « du berceau au tombeau », qui est une représentation systémique de l'objet étudié. L'analyse considère l'ensemble des étapes en amont et en aval de l'utilisation.

2. Une approche par la fonctionnalité du système, qui est l'expression d'un service rendu par l'objet étudié, que l'on quantifie. Cette définition d'une « unité fonctionnelle » décrit un référentiel sur lequel l'ensemble des flux de matières et des émissions de polluants sont rapportés afin de mesurer l'impact environnemental pour une quantité de fonction fournie (Jolliet *et al.*, 2017). En effet, la comparaison entre des scénarios alternatifs et le scénario initial ne peut se faire que s'ils fournissent le même service.

3. Une approche multicritère, qui caractérise l'outil comme un moyen de mesurer les impacts environnementaux du système étudié selon plusieurs critères d'impact, comme les émissions de gaz à effet de serre, l'eutrophisation des milieux marins, d'eau douce et terrestres, l'utilisation des ressources fossiles, minières et métalliques, les émissions de rayonnements ionisants, etc. Cette approche est plus exhaustive que des méthodes dites « monocritères » comme le bilan carbone, qui n'évalue que les émissions de gaz à effet de serre.

ou d'implantation d'un projet, l'ACV se distingue par sa capacité à couvrir l'ensemble du cycle de vie et à identifier d'éventuels transferts d'impacts entre étapes ou critères environnementaux.

En permettant une approche systémique, l'ACV constitue un outil d'aide à la décision stratégique pour hiérarchiser les leviers d'action et orienter les choix vers les options les plus pertinentes sur le plan environnemental. Depuis les premiers bilans énergétiques réalisés au cours du choc pétrolier de 1973, les préoccupations initialement centrées sur l'énergie se sont progressivement étendues pour inclure les questions de gestion des ressources, des émissions dans l'air, dans l'eau et dans les sols ou des déchets (Jolliet *et al.*, 2010). Au fur et à mesure du développement de la méthodologie, un besoin de standardisation a été comblé notamment par la définition des normes ISO 14040 et 14044. Ces dernières établissent les lignes directrices pour la pratique des ACV².

1. <https://www.iso.org/fr/standard/37456.html>

2. Pour en savoir plus sur les étapes d'élaboration de l'ACV : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:fr>

L'ACV appliquée aux livres

L'objectif de cette ACV est de quantifier les impacts environnementaux associés à l'édition des ouvrages scientifiques des éditions Quæ, dans une logique d'alignement avec les engagements environnementaux portés par l'éditeur et ses instituts fondateurs. L'objectif est d'identifier les étapes les plus contributrices au sein de la chaîne d'édition, afin de proposer des pistes concrètes d'amélioration, tant sur les choix d'impression et de distribution que sur les pratiques éditoriales elles-mêmes. Les résultats de l'étude ont permis d'orienter des décisions internes, telles que la modification du format des ouvrages, et d'informer plus largement les partenaires de la filière et les lecteurs.

Ainsi, il est primordial d'engager dès le départ un dialogue entre les parties prenantes du système étudié afin que ces définitions reflètent le plus fidèlement la réalité. Le périmètre de l'analyse a été défini en lien étroit avec les acteurs concernés, en commençant avec les équipes de Quæ, mais également avec un imprimeur et un distributeur, afin de refléter la réalité opérationnelle des ouvrages Quæ (Encadré 3).

La figure 1 représente les cinq grandes étapes du cycle de vie d'un ouvrage, qui ont servi de base pour la construction du système étudié.

Les étapes de ce système, composées de processus interconnectés, sont reliées les unes aux autres par des transferts de flux de produit intermédiaire. Chaque processus reçoit des ressources

Encadré 3. Hypothèses du système étudié

La phase d'utilisation d'un livre papier, c'est-à-dire la lecture, n'entraîne pas d'impact environnemental significatif, puisqu'elle ne nécessite aucun intrant, à l'exception de l'électricité pour l'éclairage. Elle ne génère pas non plus de pollution notable.

L'impression peut être en offset ou en impression numérique selon le profil de l'ouvrage sélectionné. L'impression offset, adaptée aux grands tirages, repose sur un procédé de plaques encrées transférant l'image sur le papier, garantissant une haute qualité et un coût unitaire réduit pour les volumes importants. À l'inverse, l'impression numérique, plus flexible et sans besoin de plaques, convient mieux aux petits tirages et permet des personnalisations aisées.

Les livres types évalués sont classés comme des ouvrages de référence, susceptibles de rester en vente pendant plusieurs décennies. De plus, l'analyse intègre les efforts des éditions Quæ pour limiter la destruction des exemplaires invendus, en adaptant progressivement leurs pratiques de pilonnage. Par conséquent, l'étape de fin de vie des ouvrages papier n'affiche pas d'impact significatif.

Les ouvrages types ont été modélisés comme ayant eu un succès commercial, mais n'ayant pas nécessité de second tirage (pas d'impression supplémentaire au tirage initial).

La lecture du livre numérique n'est évaluée que sur ordinateur, smartphone et tablette. L'hypothèse de la liseuse a été écartée estimant que ce support est peu utilisé par les lecteurs de Quæ.

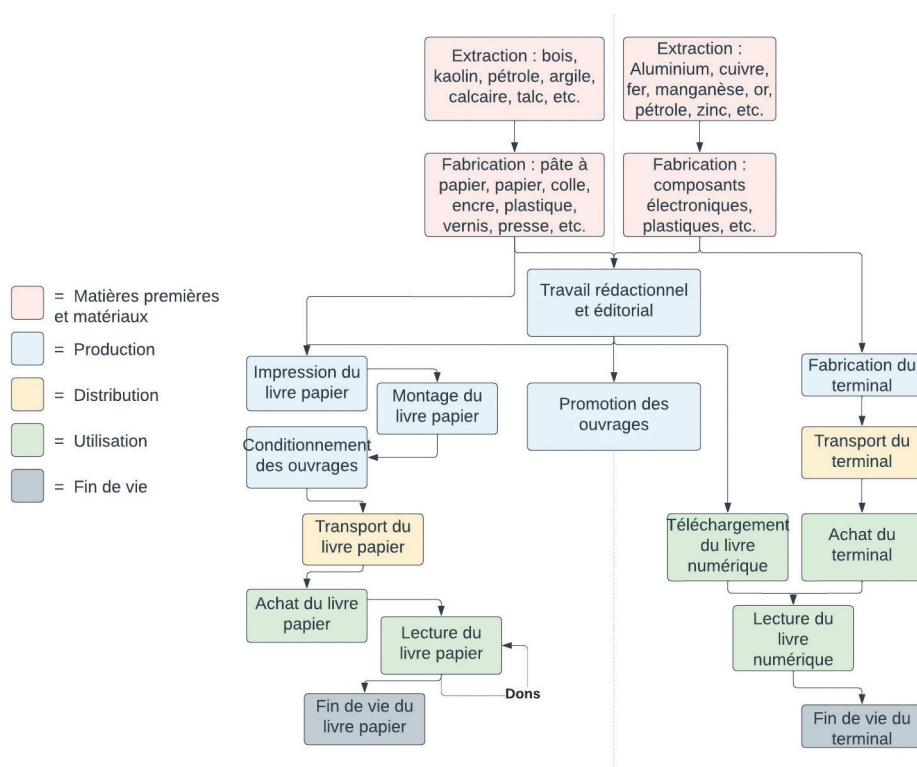


Figure 1. Frontière du système étudié

en provenance des étapes en amont, et en transfère en flux sortants vers les étapes en aval. Le tout représente un service rendu quantifiable. Dans cette étude, le service rendu est la lecture d'un ouvrage papier et/ou numérique scientifique de référence dont la quantification (= l'unité fonctionnelle) est la suivante : « lire un livre publié par les éditions Quæ, en France, en 2023 ».

Description de la chaîne du livre et collecte des données

La vie d'un manuscrit débute sous la plume de son auteur. Une fois qu'il est rédigé, évalué et accepté par l'éditeur, de nombreux acteurs se coordonnent (correcteur, infographiste, maquettiste...) avant l'envoi chez l'imprimeur. En amont, il aura fallu produire du papier, de l'encre, de la colle, du carton, du plastique pour construire la version papier du livre. Tous ces produits intermédiaires nécessitent l'extraction de matières premières comme le bois ou le pétrole, ainsi que la fabrication de composants synthétiques tels que les pigments. Une fois imprimé, le livre doit être conditionné dans des cartons puis transporté jusqu'à son point de vente. Il peut transiter un temps chez le distributeur, avant de cheminer jusqu'à son lieu de lecture, où il peut voyager entre plusieurs mains. Il finira ses jours incinéré, enfoui ou en partie recyclé.

La production des livres numériques, bien que ceux-ci soient considérés comme « dématérialisés », requiert tout de même des infrastructures réseaux pour la diffusion, le téléchargement ainsi que le stockage des ouvrages (dans des centres de données ou *data centers*), mais également un terminal de lecture (ordinateur, smartphone). Autant de composants électroniques gourmands en métaux, terre rares et plastiques (Fangeat *et al.*, 2022).

Chacune de ces étapes de fabrication des ouvrages papier et numériques (succinctement décrites) consomme des ressources naturelles et contribue à la pollution de l'environnement. Ce sont ces « intrants » et « extrants » que l'on comptabilise pour réaliser une ACV.

Six collections représentant la diversité des collections publiées par Quæ ont été étudiées afin d'évaluer les différents formats papier (caractéristiques techniques), les différents modes de diffusion (mixte, tout payant³) ou encore les modes colorimétriques (quadrichromie, bichromie, noir et blanc). Pour chacune, un livre type a été caractérisé précisément pour être utilisé comme « représentant » de cette collection et ses spécificités. Cette analyse tient compte de la proportion d'ouvrages numériques téléchargés par rapport aux ouvrages papier vendus.

Pour illustrer de manière concrète la modélisation, les tableaux 1 et 2 détaillent les données utilisées pour l'ouvrage papier type de la collection Synthèses. Le tableau 1 présente les caractéristiques techniques de cet ouvrage qui servent de base à la définition de l'unité fonctionnelle. Le tableau 2 décrit, pour chaque étape du cycle de vie, les procédés modélisés ainsi que les quantités associées. Chaque flux est exprimé en référence à l'unité fonctionnelle définie précédemment, c'est-à-dire la lecture d'un exemplaire imprimé de la collection Synthèses. Les procédés associés à chaque étape (production des matières premières, impression, distribution, etc.) sont quantifiés en fonction des besoins nécessaires pour satisfaire cette unité fonctionnelle.

Les outils utilisés

Le logiciel d'ACV SimaPro⁴ utilisé pour cette étude réalise des milliers de calculs pour des systèmes regroupant des centaines voire des milliers de processus. Avoir recours à un logiciel d'ACV permet de conserver une transparence des pratiques et de respecter les exigences définies par les normes ISO tout au long de la mise en œuvre de l'ACV⁵. Plusieurs bases de données d'ACV reconnues internationalement, comme Ecoinvent⁶, sont exploitables avec ce logiciel pour construire le système de produit étudié. Le logiciel SimaPro permet également d'intégrer des données provenant de nos propres recherches. La figure 2 représente un arbre des procédés : derrière chaque rectangle se cache un agrégat de données, un inventaire de substances, représentant les quantités de matières premières, de produits

Tableau 1. Tableau des paramétrages de la collection Synthèses dans le logiciel SimaPro V9.4

Paramètres	Description	Synthèses
Nb_pages	Le nombre de page de l'ouvrage	250
P_livre	Le poids du livre papier (en g)	580
Nb_tirage	La quantité de livres papier tirés	400
W_edit	La quantité d'heures de travail éditorial (en h)	500

3. Un ouvrage diffusé en tout payant signifie que ses versions numériques et papier sont payantes, ce qui favorise la vente des versions papier. En diffusion mixte, la version numérique étant gratuite, c'est la diffusion du format numérique qui est favorisée.

4. <https://simapro.com/>. Il existe d'autres logiciels d'ACV, visant également à accompagner les praticiens dans la réalisation de leurs études, comme GaBi, Open LCA, Brightway, Umberto.

5. Précisons que les normes ISO 14040 et 14044 ne permettent pas d'obtenir d'accréditation. Ainsi, ce n'est pas parce que l'étude est menée sur SimaPro, ou sur tout autre logiciel d'ACV, que cela signifie une compatibilité totale aux normes ISO.

6. <https://ecoinvent.org>

Tableau 2. Inventaire de la production d'un ouvrage papier de la collection Synthèses, selon les paramètres issus du tableau 1

Étapes de production		Nom du procédé Ecoinvent 3.9.1	Quantité	Unité	Type de données	Origine
Étape fabrication intérieur			552	g		
input	Encre noir	Encre_noir_numérique_avec_cartouche	8,62	g	Primaire	Données imprimeur
input	Encre couleur	Encre_yellow_numérique_avec_cartouche	0,25	g	Primaire	Données imprimeur
input	Encre couleur	Encre_magenta_numérique_avec_cartouche	0,25	g	Primaire	Données imprimeur
input	Encre couleur	Encre_cyan_numérique_avec_cartouche	0,25	g	Primaire	Données imprimeur
input	Papier intérieur	Paper, woodfree, coated (RER) market for Cut-off, U_NonIntMill	0,63	kg	Primaire	Données imprimeur
input	Imprimante	Industrial machine, heavy, unspecified (RoW) market for industrial machine, heavy, unspecified Cut-off, U	3,9E-05	kg	Secondaire	Base Ecoinvent v3.9.1
output	Chute de papier	Paper (waste treatment) (GLO) recycling of paper Cut-off, U	0,08	kg	Primaire	Données imprimeur
Étape fabrication couverture			22,38	g		
input	Film plastique	Polypropylene, granulate (GLO) market for Cut-off, U	0,06	g	Primaire	Données internes Quæ
input	Transport couverture	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro5 (RER) market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 Cut-off, U	1,1E-04	tkm	Primaire	Données imprimeur
input	Vernis	Alkyd resin, long oil, without solvent, in 70 % white spirit solution state (RER) market for alkyd resin, long oil, without solvent, in 70 % white spirit solution state Cut-off, U	4,8E-06	kg	Primaire	Données internes Quæ
Étape conditionnement du livre			580	g		
input	Carton	Corrugated board box (RER) market for corrugated board box Cut-off, U	17,05	g	Secondaire	Konstantas, 2018
input	Film plastique	Packaging film, low density polyethylene (GLO) market for packaging film, low density polyethylene Cut-off, U	0,89	g	Secondaire	Données internes Quæ
output	Déchets carton	Core board (waste treatment) (GLO) recycling of core board Cut-off, U	11	g	Secondaire	Citéo, 2021
output	Déchets carton	Waste paperboard (FR) market for waste paperboard Cut-off, U	6,06	g	Secondaire	Citéo, 2021
output	Déchets film plastique	Disposal, plastic film, to municipal waste treatment (FR) S	0,89	g	Secondaire	Données internes Quæ
Électricité						
input	Électricité - consommée pour la production du livre	Electricity, low voltage (FR) market for Cut-off, U	1,81	kWh	Primaire	Données imprimeur
Transport du livre						
input	Transport - mouvements de stocks	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 (RER) transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	0,22	tkm	Primaire	Données imprimeur
input	Transport - livraisons de la librairie aux clients	Transport, passenger car, EURO 5 (RER) transport, passenger car, EURO 5 Cut-off, U	0,03	km	Secondaire	Commission européenne, 2021
input	Transport - déplacements des clients vers les lieux de vente	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 (RER) transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 Cut-off, U	4,7E-05	tkm	Secondaire	Commission européenne, 2021

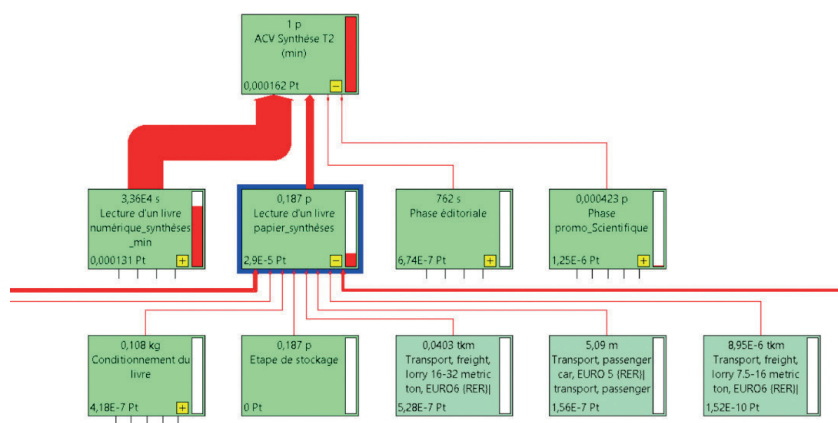


Figure 2. Arbre des procédés d'une collection d'ouvrages des éditions Quæ. Capture d'écran du logiciel SimaPro

transformés et de ressources naturelles ainsi que l'ensemble des pollutions associées à la production du processus affiché.

C'est à partir de ces agrégats de données qu'est conduite l'évaluation des impacts du système étudié. Dans le cadre de cette étude, la méthode sélectionnée est celle développée par la Commission européenne dans le cadre du « Product Environmental Footprint » (PEF)⁷, à savoir la méthode EF 3.0 (European Commission, 2021). Brièvement, l'ensemble des flux de substances inventoriés sont multipliés par des facteurs de caractérisation, pour obtenir un résultat exprimé sous la forme d'impacts intermédiaires à l'aide de 16 critères environnementaux couvrant des domaines tels que le changement climatique, l'acidification des sols, la toxicité humaine ou encore la consommation d'eau.

Qualité des données et limites de l'étude

La récolte de données précises et complètes pour l'ensemble des étapes identifiées n'est pas toujours possible, obligeant parfois à recourir à des approximations. L'interprétation des résultats obtenus doit donc tenir compte des choix subjectifs effectués au début de l'étude, tels que la méthodologie, les frontières du système, les scénarios d'utilisation, ou encore l'unité fonctionnelle. Par conséquent, les conclusions d'une étude ACV sont à recontextualiser plutôt qu'à généraliser à d'autres situations.

Trois types de données peuvent être utilisées : des données de production, de consommation et d'émissions ; celles-ci peuvent provenir de différentes sources : mesure, estimation, statistiques, facteurs d'émissions ; enfin, elles peuvent être de premier plan (données spécifiques) ou d'arrière-plan (données génériques⁸). Pouvoir les reconnaître et les caractériser est important pour assurer la transparence des analyses réalisées.

Afin de trouver un équilibre entre les données d'arrière-plan (qui ne permettraient pas une représentation correcte de la réalité de nos ouvrages), et les données de premier plan (qui nécessiteraient

une collecte intense sur l'ensemble du cycle de vie et qui surtout risqueraient d'augmenter l'incertitude des données collectées), on peut s'appuyer sur trois critères :

- le degré de contrôle que l'éditeur peut exercer sur les processus élémentaires en question. En effet, plus l'éditeur a le contrôle, plus la récolte de données de premier plan a un intérêt. Ceci concerne par exemple les activités au sein de la maison d'édition comme le travail éditorial, la promotion ou encore la commercialisation, mais aussi l'impression ou la diffusion. Les données de ces activités sont récoltées au travers d'échanges qui permettent d'identifier les différents processus à l'œuvre, et les flux qui les relient.
- la contribution au résultat final. Ceci sous-entend d'avoir une idée de ce qui pèsera le plus dans la balance des impacts, en se basant sur des études préalables par exemple. Pour un processus qui influence fortement les résultats, il est préférable de collecter des données de premier plan, puisqu'un trop grand écart entre des données génériques et notre réalité risque de fausser les résultats pour une part importante des impacts. Dans le secteur de l'édition, la spécificité réside dans le fait que l'étape ayant le plus d'impact, à savoir la production de pâte à papier et de papier (Laulhère & Dubus, 2012), est également un secteur opaque en matière de données. Il faut choisir judicieusement les données à utiliser.
- la sensibilité induite sur les résultats par le processus en question. Lorsqu'un processus est caractérisé par une variabilité intrinsèque, il aura tendance à influencer sur les résultats, comme c'est le cas du mix énergétique utilisé lors de la fabrication. Il sera alors préférable d'avoir des données de premier plan pour diminuer les risques d'incertitude.

Par ailleurs, l'exigence à l'égard des données (âge, portée géographique, type de technologie ou encore mix de technologies utilisées) est tout aussi important, pour notamment être en phase avec l'unité fonctionnelle définie, mais aussi avec les spécificités du système évalué. Par exemple, la comparaison entre une

7. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html>

8. Les données accessibles dans la base de données Ecoinvent sont des moyennes, ce sont des données d'arrière-plan puisqu'elles ne sont pas spécifiques à un cas particulier mais génériques. Les processus dans les bases de données sont alimentés par des informations sur une quantité exhaustive, ou s'en rapprochant, des émissions dans l'air, l'eau, le sol, sur les composés chimiques et organiques utilisés ou émis. Ces données, complètes, sont finalement agrégées afin de simplifier leur utilisation dans les logiciels. Elles s'opposent donc aux données de premier plan, qui sont issues de récoltes directes auprès des acteurs concernés.

impression numérique et une impression offset a nécessité des données spécifiques et à jour pour chacune de ces technologies d'impression telles que la taille moyenne de chaque type d'imprimante, la production moyenne de gâche de papier (perte de papier à l'impression), ou encore la consommation énergétique.

Les pôles majeurs d'impacts

Les premiers résultats montrent que la fabrication du papier est le principal facteur d'impact environnemental dans la production des livres papier, représentant en moyenne plus de 50 % des contributions, suivi par l'électricité utilisée pendant la production. Parce qu'il est difficile, pour une maison d'édition, d'agir sur ce levier en raison des spécificités des processus et du matériel de l'imprimeur, les éditions Quæ ont pris des mesures de réduction de la quantité de papier pour certaines collections (par exemple en supprimant les rabats).

Pour les livres numériques, plus de 90 % des impacts proviennent de la fabrication des terminaux, un aspect également hors du contrôle de l'éditeur. Néanmoins, des réflexions pertinentes sur l'hébergement des données sont à creuser. En effet, même si le flux de fichier textuel est bien moindre que les flux de vidéos (Sandvine, 2023), il existe un enjeu global autour de la consommation énergétique des centres de données et du trafic internet (Morley *et al.*, 2018 ; Obringer *et al.*, 2021 ; Freitag *et al.*, 2021).

Enfin, la comparaison entre livre papier et livre numérique donne des résultats nuancés car dépendants de l'usage : le format numérique est à privilégier pour une consultation brève, tandis que le format papier a moins d'impact pour une utilisation fréquente. Ces constats ouvrent la voie à des analyses plus approfondies qui testeraient des hypothèses d'usage permettant d'identifier les leviers d'action les plus pertinents.

Conclusion

L'étude ACV fournit une perspective globale sur les impacts environnementaux, mais elle présente des limites. L'une des principales concerne la disponibilité et la qualité des données. En effet, l'accès à des données spécifiques et précises a pu représenter un obstacle lors de la phase de collecte. Par conséquent, la qualité des données peut varier considérablement, et les différences dans la fiabilité des informations utilisées peuvent introduire des incertitudes dans les résultats obtenus. Des données plus précises sur la fabrication des pâtes à papier et des papiers, par exemple, auraient pu permettre d'affiner les comparaisons des différents types de papiers utilisés (couché, non couché, bouffant, etc.).

Une autre limite concerne la base de donnéescoinvent 3.9.1. Celle-ci est enrichie de milliers de procédés, mais certains n'existent pas encore, notamment ceux liés au numérique. Il n'a, par exemple, pas été possible de modéliser le cycle de vie des réseaux ou des centres de données (*data centers*) dans l'hypothèse d'une lecture en ligne des ouvrages numériques.

De plus, des approximations ont parfois été nécessaires, comme pour les quantités d'électricité consommée pour produire un ouvrage. En effet, il n'a pas été possible d'obtenir des données précises de la consommation d'électricité pour chacune des étapes de fabrication des ouvrages papier, les quantités ayant été estimées à partir de la consommation totale du bâtiment divisé par la quantité de travaux produits⁹. Les quantités sont alors surestimées puisque des activités tertiaires sont aussi hébergées dans le même bâtiment.

Par ailleurs, les données brutes récoltées n'étaient spécifiques ni aux différentes étapes de fabrication ni à un seul ouvrage, ce qui a nécessité une mise à l'échelle de l'unité fonctionnelle pouvant altérer la qualité des données. D'autres données récoltées pourraient aussi bénéficier d'améliorations, notamment sur la production des pâtes à papier et du papier, sur l'impression offset ainsi que celles relatives aux usages numériques.

Par ailleurs, le champ de l'étude a exclu certaines étapes pouvant avoir un impact sur le cycle de vie des ouvrages, par exemple la fin de vie des livres papier ou encore le stockage des données des ouvrages numériques. Ces exclusions, qui ont été justifiées au vu des utilisations des ouvrages ou de la fiabilité des données sur le sujet, peuvent créer des biais dans l'évaluation des impacts.

Les objectifs de l'étude étaient d'évaluer les impacts environnementaux de l'activité éditoriale des éditions Quæ pour identifier et activer des leviers d'action concrets et viables pour les réduire. Les suggestions proposées à partir des résultats obtenus sont une première étape dans la démarche d'écoconception que souhaite poursuivre Quæ. Ces suggestions concernent pour l'essentiel :

- la diminution du grammage des papiers intérieur et de couverture (propositions spécifiques par collection)
- le choix du type de papier utilisé (origine pulpe, origine bois, recyclé vs vierge...)
- le choix du design des maquettes
- le pelliculage des couvertures
- les matériaux du conditionnement
- le choix des technologies d'impression (propositions spécifiques par collection)
- le choix de l'imprimeur (effets sur le mix énergétique, les pratiques de production et les distances de transport des matières premières et produits finis).

L'évaluation pourrait être affinée afin de répondre à des questionnements encore non abordés, comme sur le traitement des ouvrages en fin de vie ou encore la gestion des données numériques par les hébergeurs, et pouvoir comparer les résultats actuels avec ceux d'une évaluation mise à jour. Par ailleurs, un approfondissement de la réflexion, à l'aide d'une étude d'analyse du cycle de vie organisationnelle (ACVo) par exemple, permettrait d'appréhender aussi les impacts environnementaux issus du fonctionnement même de la maison d'édition. ■

9. L'imprimeur a fourni les données de sa consommation électrique globale (atelier + bureaux) pour l'année 2020, qui s'élevait à 585 748 kWh. Sur la même période, la quantité d'ouvrages imprimés représente 187 584 073,04 g. Ainsi, pour 1 g de livre, la consommation énergétique est de 0,00312 kWh.

Références

- Berkhout, F., Hertin, J. (2004). De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment. *Futures*, 36(8), 903-920.
- Bordage, F. (2019). *Empreinte environnementale du numérique mondial*. Green IT. <https://www.greenit.fr/etude-empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/#introduction>
- Carbon Trust (2021). *Carbon impact of video streaming*.
- CEPI (2022). *Key statistics 2021: European pulp & paper industry*. <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2022/07/Key-Statistics-2021-Final.pdf>
- Chartron, G. (2016). Stratégie, politique et reformulation de l'open access. *Revue française des sciences de l'information et de la communication* (8).
- Citéo (2021). *Sorting and recycling of household packaging. Key figures 2020*. https://bo.citeo.com/sites/default/files/2021-09/20210930_Infographie_Chiffres_cles_2020_EN.pdf
- European Commission (2021). Commission recommendation 2021/2279 of 15 December 2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021H2279&from=EN>
- Fangeat, E., Eskenazi, L., Fourboul, E., Orgelet-Delmas, J., Lees Perasso, E., Domon, F. (2022). Évaluation de l'impact environnemental d'un ensemble de produits reconditionnés. Synthèse intermédiaire smartphone. <https://librairie.ademe.fr/economie-circulaire-et-dechets/5241-evaluation-de-l-impact-environnemental-d-un-ensemble-de-produits-reconditionnes.html#product-presentation>
- Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S., Friday, A. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9).
- Granger, M., Marnane, I., & Martin-Montalvo Alvarez, D. (2019). *Industrial Waste Water Treatment—Pressures on Europe's Environment*. Publications Office of the European Union.
- Horner, N. C., Shehabi, A., & Azevedo, I. L. (2016). Known unknowns: Indirect energy effects of information and communication technology. *Environmental Research Letters*, 11(10), 103001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/103001>
- Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M. F. et al. (2017). ReCiPe2016: a harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22, 138-147.
- International Energy Agency (2022). *Pulp and Paper*. <https://www.iea.org/reports/pulp-and-paper>.
- Jolliet, O., Saadé, M., Crettaz, P. (2010). *Analyse du cycle de vie. Comprendre et réaliser un écobilan* (Vol. 23). EPFL Press.
- Konstantas, A., Agatha, M., Donetello, S., Wolf, O., & Riera, M. R. (2018). *Revision of European Ecolabel Criteria for printed paper products. Preliminary report*. European Commission.
- Lauthère, C., Dubus, T. (2012). Le papier. Dans *La fabrication* (pp. 41-56). Éditions du Cercle de la Librairie. <https://shs.cairn.info/la-fabrication--9782765410133-page-41?lang=fr>
- Morley, J., Widdicks, K., Hazas, M. (2018). Digitalisation, energy and data demand: The impact of Internet traffic on overall and peak electricity consumption. *Energy Research & Social Science*, 38, 128-137.
- Obringer, R., Rachunok, B., Maia-Silva, D., Arbabzadeh, M., Nateghi, R., Madani, K. (2021). The overlooked environmental footprint of increasing Internet use. *Resources, Conservation and Recycling*, 167(4), 105389.
- Pacheco, P., Mo, K., Dudley, N., Shapiro, A., Aguilar-Amuchastegui, N., Ling, P.Y., Anderson, C. and Marx, A. (2021). Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world. WWF.
- Sandvine (2023). Global Internet Phenomena Report. https://www.appligicnetworks.com/hubfs/Sandvine_Redesign_2019/Downloads/2023/reports/Sandvine%20GIPR%202023.pdf
- Shift Project (2021). *Décarbonons la culture ! Plan de transformation de l'économie française*. <https://theshiftproject.org/article/decarboner-culture-rapport-2021>
- Suckling, J., Lee, J. (2015). Redefining scope: the true environmental impact of smartphones?. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1181-1196.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.