



« Ce document est la version traduite en français de la version originale en anglais réalisée par Four Elements. En cas de conflit entre les deux versions, la version en anglais sera la version officielle. »

Étude de l'impact environnemental du cycle de vie Pour l'Amérique du Nord

**Cartouches de toner HP LaserJet
C.
cartouches remises à neuf**

Rapport de synthèse

Four Elements Consulting, LLC

Janvier 2014

Sommaire

Résumé	3
Rapport de synthèse	3
Introduction	3
Méthodologie.....	3
Produits étudiés	3
Respect des normes ISO.....	4
Limites du système	4
Sources de données	4
Fonction et unité fonctionnelle.....	4
Modélisation et hypothèses	5
Production.....	5
Fabrication	5
Distribution	5
Utilisation.....	5
Fin de vie	6
Résultats.....	7
Résultats de la base de référence.....	7
Analyse de contribution des étapes du cycle de vie	8
Analyses de sensibilité	9
Sensibilité de la répartition par usages du papier	9
Sensibilité des hypothèses du modèle sélectionné	9
Sensibilité du recto-verso.....	11
Spécifications et évaluation relatives à la qualité des données	11
Représentativité temporelle, géographique et technologique.....	11
Cohérence	12
Reproductibilité.....	12
Précision et exhaustivité.....	12
Limites et incertitude	12
Limites et incertitude générales.....	12
Données de fabrication manquantes.....	12
Conclusion	13
Annexe 1 : <i>SpencerLab</i> Exemples de catégories de pages.....	14
Annexe 2 : Récapitulatif des données	15
Annexe 3 : Descriptions des indicateurs.....	18

Tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des cartouches étudiées	3
Tableau 2 : Répartition de la qualité d'impression	6
Tableau 3 : Répartition de l'usage des pages.....	6
Tableau 4 : Pages imprimées pour obtenir 100 pages utilisables.....	6
Tableau 5 : Résultats de la base de référence	7
Tableau 6 : Analyse de contribution - Cycle de vie d'une cartouche HP	8
Tableau 7 : Analyse de contribution - Cycle de vie d'une cartouche remise à neuf.....	8
Tableau 8 : Récapitulatif des analyses de sensibilité	10
Tableau 9 : Analyse de sensibilité – Recto-verso.....	11
Tableau 10 : Récapitulatif des données sur les cartouches utilisées dans l'étude	15

Figures

Figure 1 : Limites du système.....	4
Figure 2 : Résultats des cartouches remises à neuf par rapport aux HP.....	7
Figure 3 : Analyse de contribution par étape de cycle de vie – Changement climatique.....	9
Figure 4 : Sensibilité - Changement d'usage des pages – Changement climatique	9
Figure 5 : Analyses de sensibilité – Changement climatique	10
Figure 6 : Catégories de qualité d'impression ^{iv}	14

RÉSUMÉ

Hewlett-Packard (HP) a chargé Four Elements Consulting, LLC de réaliser une étude environnementale sur l'analyse du cycle de vie (ACV). Ce rapport ACV 2014 montre l'impact environnemental des cartouches de toner d'origine HP LaserJet par rapport aux cartouches remises à neuf vendues comme compatibles. Cette ACV est conforme à la série 14400 des normes de l'Organisation internationale de normalisation (ISO); elle évalue toutes les phases de la vie des cartouches, de l'approvisionnement en matières premières à l'élimination en fin de vie, en passant par la fabrication, et l'utilisation.

L'objectif de cette étude était de fournir une évaluation environnementale comparative utilisant les recherches et informations les plus récentes sur les pratiques de production, d'élimination et la qualité des cartouches de toner d'origine HP par rapport aux cartouches compatibles remises à neuf en Amérique du Nord. L'étude a démontré, comme dans les précédentes études ACV HP, que la consommation de papier pendant l'impression est le premier facteur de pollution à travers toutes les phases du cycle de vie des cartouches de toner d'origine HP ainsi que des cartouches remises à neuf.

De plus, l'étude montre que la cartouche d'origine HP a un impact environnemental inférieur ou égal à l'alternative remise à neuf, dans toutes les catégories évaluées. La qualité d'impression optimisée des cartouches d'origine HP réduit leur impact environnemental, car moins de pages sont réimprimées. Par conséquent, les clients qui impriment des documents à usage interne et externe et qui sont soucieux de l'impact environnemental de leurs cartouches préfèrent les cartouches d'origine HP aux alternatives remises à neuf. Pour les utilisateurs moins exigeants en termes de qualité, l'impact environnemental des cartouches HP et remises à neuf est comparable.

RAPPORT DE SYNTHÈSE

INTRODUCTION

Cela fait une décennie que HP évalue l'impact environnemental du cycle de vie de ses cartouches de toner LaserJet; l'étude d'ACV la plus récente a été réalisée en 2011 par Four Elements Consulting, LLC pour HP en Amérique du Nord. L'étude de 2011 a fait l'objet d'un processus d'examen par des pairs externes pour garantir une méthodologie saine, la crédibilité et l'objectivité des données et résultats, ainsi que la conformité aux normes ISO de l'ACV. Cette ACV partage la méthodologie et les objectifs de celle de 2011, et utilise les recherches et données les plus récentes sur la production, l'élimination et la qualité des cartouches de toner d'origine HP et celles remises à neuf vendues sur les marchés d'Amérique du Nord. Les résultats sont résumés ci-dessous.

MÉTHODOLOGIE

Produits étudiés

HP a sélectionné les cartouches de toner CE285A (85A) et CE505A (05A), qui sont utilisées dans les imprimantes HP LaserJet Pro P1102 et LaserJet P2035. Ces modèles ont été choisis car ils sont courants sur les marchés d'Amérique du Nord et disposent d'un large choix de cartouches de remplacement compatibles. Pour l'ACV, une moyenne de ces deux cartouches a été réalisée pour former un modèle hypothétique d'une même cartouche. La pondération des données du cycle de vie de ces deux cartouches repose sur le nombre de cartouches livrées au cours des 12 mois précédant septembre 2013 et leur rendement ISO en nombre de pages.ⁱ

Tableau 1 : Récapitulatif des cartouches étudiées

Référence de cartouche	Imprimante	Rendement en nombre de pages	Part moy. pond.	Pertinence pour cette étude
CE285A (85A)	LaserJet P1102	1 600	33 %	Contribution significative à son marché cible : télétravail et petites entreprises
CE505A (05A)	LaserJet P2035	2 300	67 %	Contribution significative à son marché cible : PME et grandes entreprises

Les cartouches HP 85A et 05A ont été comparées à des cartouches remises à neuf. Selon cette étude, une cartouche remise à neuf est une cartouche HP vide qui a été démontée, inspectée, nettoyée, réparée et dont certaines pièces ont été remplacées. La cartouche est par la suite remplie avec du toner ne provenant pas de HP, puis assemblée de nouveau. Cette analyse n'est pas destinée à refléter une marque spécifique de cartouches remises à neuf.

Un analyste du secteur de l'impression, InfoTrends Research (InfoTrends), a découvert que 78 % des cartouches de toner d'origine HP du marché d'Amérique du Nord ne sont recyclées qu'une seule fois.ⁱⁱ Par conséquent, cette étude compare une cartouche d'origine HP à une cartouche remise à neuf une seule fois.

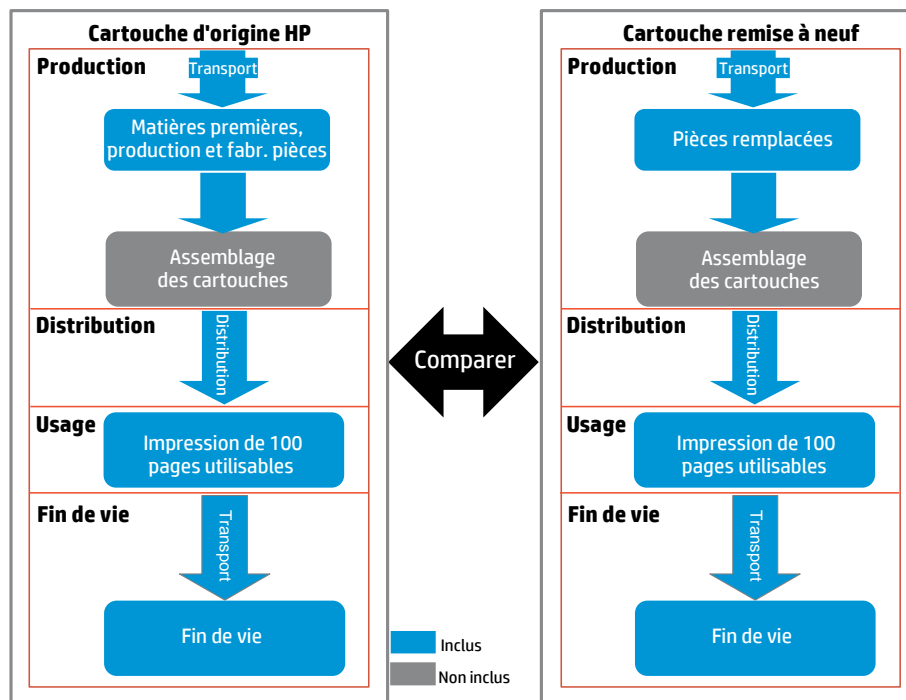
Respect des normes ISO

Cette ACV adhère aux principes et directives structurelles des normes ISO 14040 et 14044,ⁱⁱⁱ c'est un outil d'évaluation systématique de l'impact environnemental d'un produit à travers toutes les étapes de son cycle de vie, qui incluent sa production, sa distribution au client, l'utilisation de la cartouche et sa fin de vie.

Limites du système

Figure 1 présente les limites du modèle d'étude. Les phases du cycle de vie incluent la production, la distribution au client, l'utilisation de la cartouche et sa fin de vie.

Figure 1 : Limites du système



Sources de données

HP a fourni des informations sur les cartouches HP, dont la nomenclature, le lieu de fabrication, les caractéristiques du conditionnement, les spécifications d'impression et les modalités de recyclage de la cartouche. InfoTrends a fourni des informations sur les pratiques actuelles de recyclage pour remise à neuf,ⁱⁱ et ces données ont été utilisées pour les principaux postulats relatifs à la cartouche remise à neuf. HP a commandité *SpencerLab*, chef de file reconnu mondialement en tant qu'expert indépendant en recherche et analyse comparative des performances des systèmes d'impression, pour tester la qualité d'impression et la fiabilité des cartouches d'origine HP 85A et 05A et les comparer aux principales marques de cartouches remises à neuf.^{iv} En 2012, HP a commandité Photizo Group pour conduire une étude sur l'expérience vécue par les clients^v qui utilisent des imprimantes HP LaserJet, afin d'obtenir des informations sur la consommation de pages. De plus, une étude de suivi en ligne a été commanditée par HP et conduite en 2012 par HANSA-GCR^{vi} pour obtenir des informations sur la consommation de pages des utilisateurs d'imprimantes HP LaserJet. Une moyenne pondérée des résultats des deux études a été utilisée pour l'ACV. L'étude comparative de *SpencerLab* sur la fiabilité des cartouches et les études de Photizo Group/HANSA-GCR ont été utilisées pour établir le nombre de pages à imprimer pour obtenir 100 pages imprimées utilisables, base sur laquelle la comparaison est effectuée (prochaine section). La sensibilité des principales hypothèses a été vérifiée.

Des sources de données secondaires ont été évaluées en matière de couverture temporelle, géographique et technologique. Les données disponibles dans les bases de données logicielles de l'ACV ont été évaluées, et les données les plus récentes et/ou pertinentes au moment de l'étude ont été utilisées. SimaPro, un logiciel d'ACV du commerce, a servi à modéliser et à calculer l'ACV.^{vii} Cette étude incluait les données les plus récentes des bases de données EcoInvent^{viii} et LCI.^{ix} L'utilisation des données les plus récentes, en particulier d'une base de données connue et reconnue, améliore la qualité, la transparence, la fiabilité et la confiance accordée à l'étude.

Fonction et unité fonctionnelle

Pour mener une ACV conforme aux normes ISO, tous les flux à l'intérieur du système doivent être normalisés selon une unité récapitulant la *fonction* du système, pour permettre la comparaison de produits ou systèmes sur une base équivalente. La fonction d'une cartouche est d'imprimer des pages. Étant donné que la qualité d'impression des cartouches a été évaluée, la fonction intègre ces différences. Donc, la fonction définie pour le système est d'imprimer pour obtenir des pages utilisables pour l'utilisation prévue.

Avec la fonction définie, une unité fonctionnelle, ou flux de référence, est choisie pour évaluer les systèmes selon cette base quantitative. Pour cette étude, l'unité fonctionnelle définie est l'impression de 100 pages monochromes.

L'étude de *SpencerLab* a défini la qualité d'impression en termes d'acceptabilité des pages imprimées. Le fait d'intégrer la répartition de l'utilisation des pages de l'étude de Photizo Group/HANSA-GCR à la définition de l'unité fonctionnelle est importante. La relation entre la façon dont chacun utilise une page imprimée et la qualité d'impression requise détermine la quantité de réimpressions nécessaires.

MODÉLISATION ET HYPOTHÈSES

Les sections ci-dessous récapitulent la modélisation et les hypothèses de chaque étape du cycle de vie. L'annexe 2 fournit des détails sur les données et les hypothèses.

Production

La phase de production des cartouches HP inclut la production de plus de 99,5 % (en masse) des matières constituant les cartouches 85A et 05A, y compris le formage des pièces (le moulage par injection de plastique, le formage de l'aluminium et de l'acier, par exemple). Le modèle à cartouche remise à neuf inclut le transport des cartouches usagées jusqu'à l'entreprise de remise à neuf, le remplacement des pièces nécessaires, le remplacement du toner et la préparation pour la commercialisation. La phase de production doit également prendre en compte l'impact des cartouches collectées impropres à une remise à neuf, qui sont éliminées suite à l'étape de tri et rejet précédant la remise à neuf. Le modèle inclut par conséquent la gestion de ces cartouches inutilisables ainsi que les pièces de cartouches d'origine qui ont été remplacées. Les matériaux d'emballage pour le transport sont inclus pour les deux types de cartouches.

Fabrication

La phase de fabrication des cartouches HP inclut le formage des pièces de métal et de plastique ainsi que l'assemblage intermédiaire et final. Plus de 99,5 % de la fabrication des pièces des cartouches a été incluse à l'ACV, ce qui inclut l'extraction des matières premières, la production des matières et le formage des pièces. Aucune donnée n'était disponible sur l'assemblage des pièces dans la cartouche finale. Le processus d'assemblage est automatisé, et même s'il consomme de l'énergie, la quantité est négligeable par rapport à la fabrication des pièces. La remise à neuf inclut le démontage de la cartouche vide, la suppression du toner restant par aspiration, le nettoyage des pièces, le remontage et/ou la reconstruction similaire au neuf, ainsi que l'essai des pièces et cartouches relatif à leur réutilisation. Comme pour la cartouche HP, la production et le formage des matières premières des pièces remplacées a été incluse, mais aucune information n'est disponible sur la consommation d'énergie de l'entreprise de remise à neuf. Les implications et limites relatives aux lacunes liées à l'information sur la consommation et le traitement sont mentionnées dans la section Limites.

Distribution

La phase de distribution se réfère à la livraison de la cartouche d'origine HP emballée et à l'assemblage final de la cartouche remise à neuf jusqu'à l'utilisateur.

Utilisation

La phase d'utilisation concerne la quantité de papier et d'énergie utilisées par l'imprimante pour imprimer 100 pages utilisables. Des informations sur les pages imprimées et la consommation électrique des imprimantes se trouvent dans le Tableau 10. Le modèle de papier, basé sur une ACV complète sur le papier et l'impression réalisée en 2010,^x est décrit dans la section Qualité des données (p. 11) : La qualité des pages a été évaluée dans l'étude de *SpencerLab*, dans laquelle un échantillon de cartouches d'origine HP et de cartouches remises à neuf ont été analysées, où 64 pages ont été prélevées à intervalles réguliers pendant la durée de vie de chaque cartouche testée. Les pages de l'échantillon ont été classées selon la qualité globale d'impression à l'aide d'un barème créé à partir d'une étude psychométrique des utilisateurs professionnels d'imprimantes laser. L'étude psychométrique a fourni un barème permettant de trier la qualité d'impression selon quatre catégories d'acceptabilité, décrites ci-après et récapitulées avec les résultats des tests de *SpencerLab* dans le Tableau 2.^{iv}

1. **Tous usages, y compris externes** : Acceptable pour tous les usages, y compris la distribution hors de la société à des clients, fournisseurs, prestataires, etc. Exemples : documents marketing pour promouvoir l'entreprise ou ses produits, correspondance officielle de l'entreprise, factures.
2. **Usage interne** : Acceptable pour une distribution à l'intérieur de l'entreprise, mais pas à l'extérieur, à des clients ou autres. Exemples : documents à distribuer aux collègues, supérieurs immédiats ou subordonnés dans le cadre de la communication professionnelle.
3. **Usage individuel** : Réservé à l'usage interne; utilisable en tant que copie à lire, classer ou annoter, mais inacceptable en diffusion, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de l'entreprise.
4. **Inutilisable** : Inacceptable pour quelque fonction professionnelle que ce soit.

Tableau 2 : Répartition de la qualité d'impression

	Usage externe	Usage interne	Usage individuel	Inutilisable
Cartouches HP testées	94,7 %	4,4 %	0,9 %	0 %
Moyenne des cartouches remises à neuf testées	65,3 %	32,8 %	1,9 %	0 %

L'étude de *SpencerLab* permettait à HP d'apprendre que l'acceptabilité de la qualité d'impression dépendait de l'usage prévu pour les pages imprimées. L'étude psychométrique a démontré que dans l'entreprise, un niveau minimal de qualité d'impression est requis pour l'usage externe, interne ou individuel. Si ce niveau minimum de qualité d'impression pour l'usage prévu n'est pas atteint, la page peut être réimprimée. Les catégories d'acceptabilité permettent de comprendre le besoin du client de réimprimer une page qui ne convient pas à l'usage prévu. Par exemple :

1. Les pages classées « usage externe » n'ont aucune raison d'être réimprimées car elles sont de la qualité la plus élevée.
2. Les pages classées « usage interne » ne doivent être réimprimées que si elles sont destinées à être distribuée à l'extérieur de l'entreprise.
3. Les pages classées « usage individuel » ne doivent être réimprimées que si elles sont destinées à une distribution interne ou externe.
4. Les pages inutilisables doivent être réimprimées quel que soit leur usage prévu.

L'étude de Photizo Group a observé le comportement des utilisateurs d'imprimantes HP LaserJet dans l'environnement professionnel, et l'étude de HANSA-GCR a suivi le comportement des utilisateurs d'impression dans l'environnement professionnel.^{v,vi} La moyenne pondérée des deux études a permis de déterminer la répartition de l'usage des pages à travers trois catégories. Ces catégories incluaient « usage externe », « usage interne » et « usage individuel ».^{iv} Ces catégories correspondent aux catégories d'usages de l'étude de *SpencerLab* illustrées dans le Tableau 2. La moyenne pondérée de la répartition de l'usage des pages a été utilisée pour l'analyse de la base de référence. Des analyses de sensibilité ont été réalisées pour observer le cas où un utilisateur effectue uniquement des impressions à usage externe, exigeant une réimpression de toutes les pages n'affichant pas la qualité la plus élevée, et un autre cas où un utilisateur imprime uniquement pour usage individuel, se satisfaisant donc d'une qualité peu élevée. Tableau 3 récapitule la répartition pour chaque scénario.

Tableau 3 : Répartition de l'usage des pages

		Usage externe Acceptable pour tous les usages	Usage interne Usage limité : Impropre à la distribution externe	Usage individuel Usage limité : Impropre à la distribution
Base de référence	Photizo Group / HANSA-GCR	30,2 %	36,0 %	33,8 %
Sensibilité	100 % Usage externe	100 %	0 %	0 %
	100 % Usage individuel	0 %	0 %	100 %

L'usage des pages a été combiné à la qualité d'impression pour calculer le nombre de pages nécessitant une réimpression pour satisfaire à l'usage prévu, et ainsi le nombre total de pages imprimées pour obtenir l'unité fonctionnelle de 100 pages utilisables.

Tableau 4 : Pages imprimées pour obtenir 100 pages utilisables

		Total de pages imprimées pour obtenir une unité fonctionnelle		% en plus avec cartouches remises à neuf
		HP	Remises à neuf	
Base de référence	Études Photizo Group / HANSA-GCR	102	117	15 %
Sensibilité	100 % Usage externe	106	153	45 %
	100 % Usage individuel	100	100	0 %

Fin de vie

La phase de fin de vie correspond à l'épuisement du toner de la cartouche. La cartouche HP vide est supposée être retournée au service de recyclage HP Planet Partners. La cartouche remise à neuf est supposée être retournée pour reconditionnement.

Des analyses de sensibilité ont porté sur des résultats dans lesquels les cartouches HP et remises à neuf étaient jetées dans le flux des déchets solides municipaux, qui finissent en décharge et en incinération avec récupération d'énergie.

RÉSULTATS

Résultats de la base de référence

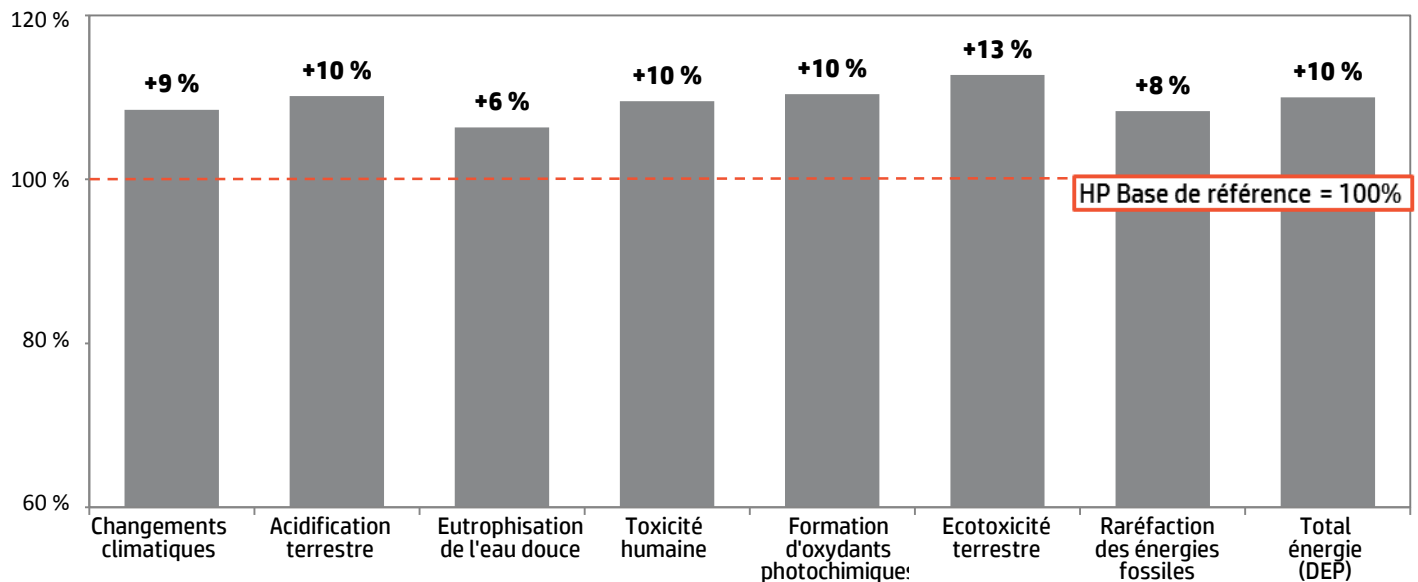
Tableau 5 et Figure 2 présentent les résultats de la base de référence. La dernière colonne du tableau montre que l'impact environnemental de la cartouche remise à neuf est supérieur d'au moins 6 % dans toutes les catégories, et supérieur d'au moins 10 % dans la moitié des catégories. Comme les modèles mathématiques des systèmes complexes, toutes les analyses de cycle de vie ont des limites inhérentes résultant d'un certain niveau d'incertitude (voir la section des limites pour en savoir davantage). Par conséquent, on ne peut établir avec certitude qu'une solution est meilleure que l'autre sans tenir compte d'une marge d'erreur, de +/- 10 % qui a été appliquée à ces résultats. Il convient donc de dire que pour ces résultats de la base de référence, la cartouche remise à neuf a un impact supérieur ou égal à la HP dans les catégories mesurées.

Tableau 5 : Résultats de la base de référence

Catégorie d'impact	Unité	Cartouche HP	Cartouche remise à neuf	Remise à neuf par rapport à HP*
Changements climatiques	kg éq. CO2	1,0 E+00	1,1 E+00	8,5 %
Acidification terrestre	kg éq. SO2	8,4 E-03	9,2 E-03	10,1 %
Eutrophisation de l'eau douce	kg éq. P	2,0 E-04	2,2 E-04	6,3 %
Toxicité humaine	kg éq. 1,4-DB	9,0 E-02	9,8 E-02	9,5 %
Formation d'oxydants photochimiques	kg COVM	7,4 E-03	8,1 E-03	10,4 %
Écotoxicité terrestre	kg éq. 1,4-DB	1,6 E-04	1,8 E-04	12,7 %
Raréfaction des énergies fossiles	kg éq. pétrole	3,0 E-01	3,2 E-01	8,3 %
Total énergie (DEP)	MJ	2,1 E+01	2,3 E+01	10,0 %

* % supérieur (valeur positive) ou inférieur (valeur négative) des cartouches remises à neuf par rapport aux HP

Figure 2 : Résultats des cartouches remises à neuf par rapport aux HP



Analyse de contribution des étapes du cycle de vie

Tableau 6 et Tableau 7 présentent la répartition des résultats par catégorie d'impact à travers les quatre étapes de cycle de vie définies pour les cartouches. Ces résultats sont cohérents avec la précédente étude, à savoir que l'utilisation du papier, la phase d'utilisation, est la plus polluante dans la vie d'une cartouche de toner. C'est le cas pour les cartouches d'origine HP et les cartouches remises à neuf.

Tableau 6 : Analyse de contribution - Cycle de vie d'une cartouche HP

Catégorie d'impact	Unité	Total HP	Production HP	Distribution à l'utilisateur HP	Phase d'utilisation HP	Programme de recyclage en fin de vie
Changements climatiques	kg éq. CO2	1,0 E+00	20 %	2 %	89 %	-11 %
Acidification terrestre	kg éq. SO2	8,4 E-03	12 %	2 %	93 %	-7 %
Eutrophisation de l'eau douce	kg éq. P	2,0 E-04	31 %	0 %	86 %	-18 %
Toxicité humaine	kg éq. 1,4-DB	9,0 E-02	19 %	0 %	92 %	-11 %
Formation d'oxydants photochimiques	kg COVNM	7,4 E-03	9 %	3 %	93 %	-5 %
Écotoxicité terrestre	kg éq. 1,4-DB	1,6 E-04	6 %	0 %	95 %	-2 %
Raréfaction des énergies fossiles	kg éq. pétrole	3,0 E-01	22 %	2 %	90 %	-13 %
Total énergie (DEP)	MJ	2,1 E+01	15 %	1 %	92 %	-9 %

Remarque : 0 % implique une valeur inférieure à 0,1 %

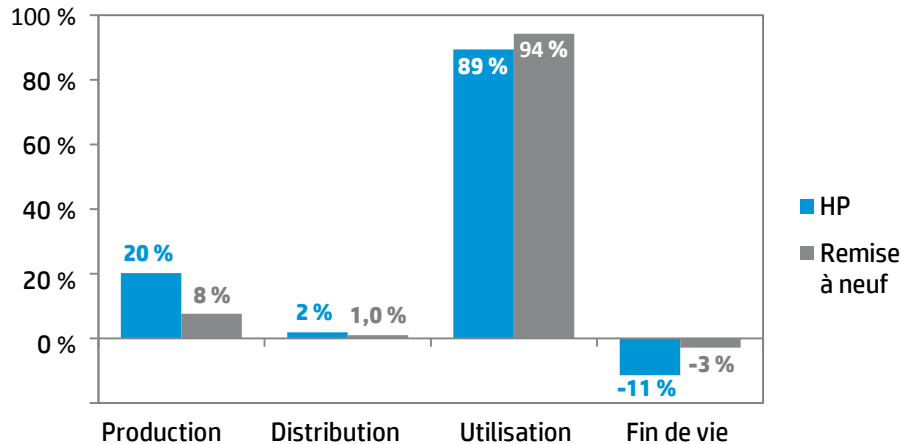
Tableau 7 : Analyse de contribution - Cycle de vie d'une cartouche remise à neuf

Catégorie d'impact	Unité	Total remise à neuf	Production remises à neuf	Distribution à l'utilisateur remises à neuf	Remise à neuf Phase d'utilisation	Remise à neuf Fin de vie - Rejet aux DSM
Changements climatiques	kg éq. CO2	1,1 E+00	8 %	1 %	94 %	-3 %
Acidification terrestre	kg éq. SO2	9,2 E-03	5 %	0,6 %	96 %	-2 %
Eutrophisation de l'eau douce	kg éq. P	2,2 E-04	14 %	0 %	93 %	-6 %
Toxicité humaine	kg éq. 1,4-DB	9,8 E-02	8 %	0 %	96 %	-4 %
Formation d'oxydants photochimiques	kg COVNM	8,1 E-03	4 %	1 %	96 %	-1 %
Écotoxicité terrestre	kg éq. 1,4-DB	1,8 E-04	4 %	0 %	97 %	-0,1 %
Raréfaction des énergies fossiles	kg éq. pétrole	3,2 E-01	8 %	1 %	95 %	-3 %
Total énergie (DEP)	MJ	2,3 E+01	5 %	0,6 %	96 %	-2 %

Remarque : 0 % implique une valeur inférieure à 0,1 %

L'importance de la phase d'utilisation, illustrée ci-avant et dans la Figure 3, à l'aide de la mesure du changement climatique, souligne la nature stratégique des performances d'une cartouche. Puisque les impacts de la phase d'utilisation sont si prépondérants par rapport aux autres phases (89 % pour HP et 94 % pour les remises à neuf dans les tableaux d'analyse de contribution et la Figure 3), une qualité d'impression médiocre peut influencer considérablement sur les résultats du cycle de vie. Dans ce cas, les avantages liés aux économies de matières premières pour les cartouches remises à neuf sont effacés par un impact supérieur pendant la phase d'utilisation, à cause de la qualité d'impression inférieure et la nécessité de réimprimer (voir le Tableau 4). Notez que les valeurs négatives pour la fin de vie représentent la compensation due au recyclage des cartouches et à l'électricité produite par incinération (voir les hypothèses de fin de vie dans le Tableau 10).

Figure 3 : Analyse de contribution par étape de cycle de vie – Changement climatique



ANALYSES DE SENSIBILITÉ

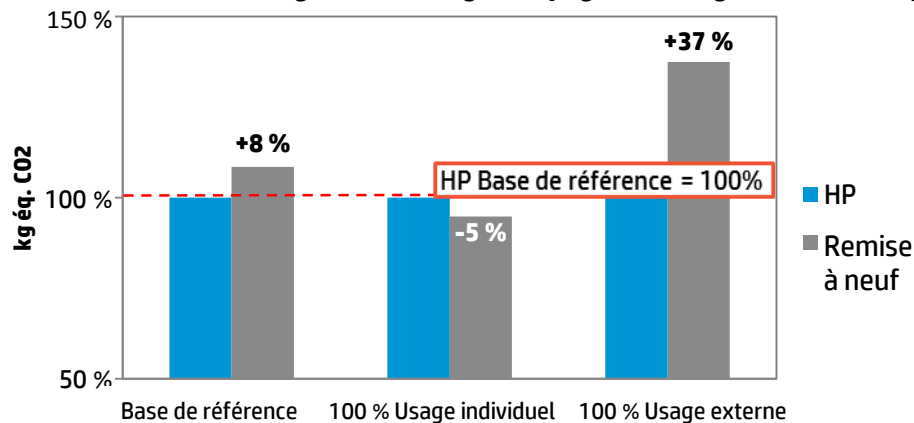
Sensibilité de la répartition par usages du papier

Comme cela a été démontré, les performances de la cartouche et l'usage du papier ont une incidence considérable sur les mesures environnementales du cycle de vie de la cartouche. Pour observer le degré d'incidence de l'usage du papier sur les résultats, deux analyses de sensibilité ont été réalisées : une dans laquelle toutes les impressions ont été utilisées pour usage externe (distribution hors de la société ou supports marketing) et une dans laquelle toutes les impressions étaient à usage individuel (utilisables comme copies à lire, classer ou annoter).

La catégorie du changement climatique sert à représenter les résultats de sensibilité dans la Figure 4. En cas d'usage externe uniquement, la nécessité d'une qualité supérieure (impressions prêtes pour le client) oblige l'utilisateur à imprimer davantage de pages s'il utilise une cartouche remise à neuf : 45 % de pages de plus qu'avec une cartouche d'origine HP. Par conséquent, l'impact de la cartouche remise à neuf grimpe à 37 % de plus que la HP. Lorsque les impressions sont à usage individuel uniquement, d'une qualité nettement inférieure, les deux cartouches impriment globalement le même nombre de pages. Par conséquent, l'impact environnemental de la cartouche remise à neuf est inférieur de 5 % à celui de la HP, ce qui la met à égalité avec la HP, compte tenu de la marge d'erreur de +/- 10 %.

Bien que ces deux usages des pages extrêmes soient peu communs, les résultats démontrent que plus la qualité d'impression exigée est élevée, plus l'avantage environnemental de la cartouche d'origine HP est grand. Lorsqu'une qualité d'impression inférieure est acceptable, l'avantage lié au recyclage de la cartouche d'origine HP en fin de vie, à travers le service HP Planet Partners, compense une partie des impacts de la production.

Figure 4 : Sensibilité - Changement d'usage des pages – Changement climatique



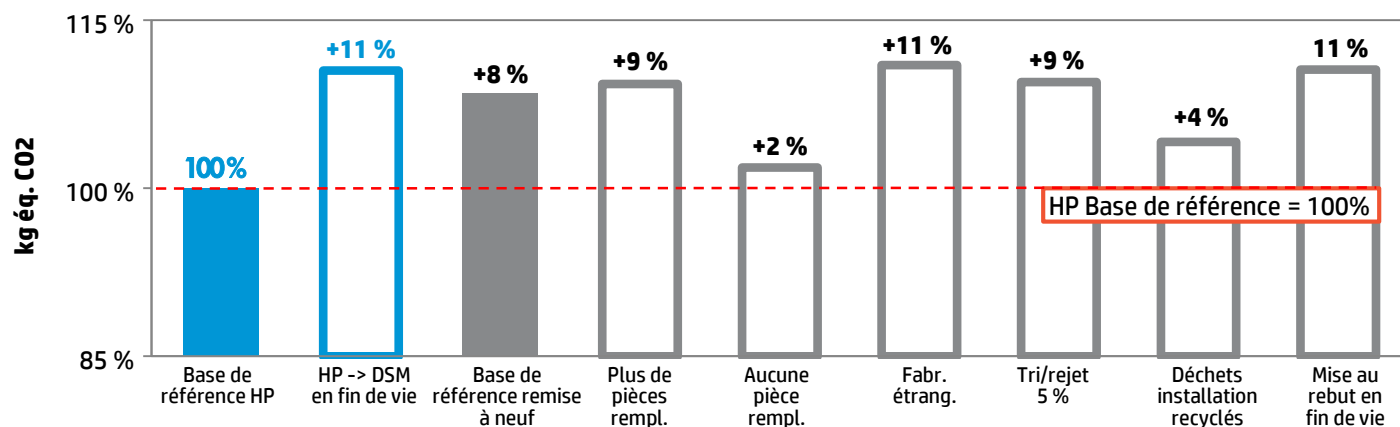
Sensibilité des hypothèses du modèle sélectionné

La sensibilité des hypothèses du modèle sélectionné a été évaluée, et résumée dans le Tableau 8. La catégorie du changement climatique a servi à représenter les résultats dans la Figure 5.

Tableau 8 : Récapitulatif des analyses de sensibilité

Modèles concernés	Hypothèse de la base de référence	Hypothèses de sensibilité
HP	La cartouche est recyclée par l'intermédiaire du service HP en fin de vie	La cartouche est jetée avec les déchets solides municipaux en fin de vie.
Remise à neuf	Pièces remplacées : Tambour OPC, lame de nettoyage, lame de développeur, puce, toner et scellement du toner.	1) Pièces supplémentaires remplacées : Rouleau pour le chargement primaire et gaine du rouleau de développement 2) remplacement du toner uniquement. ^{xi}
Remise à neuf	L'« installation » est une moyenne agrégée des principales entreprises de remise à neuf fournissant l'Amérique du Nord, situées au Mexique, en Virginie occidentale, en Arizona et au Canada. ^{xii}	Les installations de remise à neuf se trouvent en Chine. Une cartouche de toner vide est transportée de St. Louis jusqu'en Chine, et la cartouche remise à neuf est ensuite réexpédiée vers St. Louis.
Remise à neuf	Le taux de tri et rejet est de 23 %.	Le taux de tri et rejet est de 5 %. L'impact du transport vers les installations de remise à neuf est donc inférieur et moins de déchets sont gérés.
Remise à neuf	La gestion des cartouches inutilisables (tri et rejet) et des pièces remplacées est basée sur une étude de marché (mélange de recyclage, mise en décharge et incinération des déchets avec valorisation énergétique).	Les cartouches inutilisables (tri et rejet) et les pièces remplacées sont recyclées.
Remise à neuf	La cartouche est renvoyée à l'entreprise de remise à neuf dans l'intention de la recycler.	La cartouche est jetée avec les déchets solides municipaux en fin de vie.

Figure 5 : Analyses de sensibilité – Changement climatique



La base de référence HP (en bleu) est à l'extrême gauche, avec l'analyse de sensibilité correspondante à sa droite. De même, la base de référence des cartouches remises à neuf est en gris, avec le scénario correspondant à sa droite. Tous les résultats sont normalisés par rapport à la base de référence HP (100 %), et les pourcentages affichés sont la différence nette.

Lorsque la cartouche HP est jetée au lieu d'être recyclée en fin de vie, l'impact sur le changement climatique global augmente de 11 %. Lorsque la cartouche remise à neuf est jetée en fin de vie, son impact sur le changement climatique est égal à celui de la cartouche HP lorsqu'elle est jetée (11 % supérieur à la base de référence HP pour les deux), ce qui prouve que les économies en matières premières d'une cartouche remise à neuf lors de la production sont contrebalancées par son impact supérieur pendant la phase d'utilisation, à cause de sa qualité d'impression inférieure (et des réimpressions nécessaires).

Les autres résultats des tableaux augmentent ou baissent sans surprise, selon l'hypothèse. Par rapport à la base de référence des cartouches remises à neuf, puisque davantage de pièces sont remplacées, l'impact environnemental augmente de 1 %. Lorsque seul le toner est remplacé, l'impact baisse de 6 %, mais il faut noter qu'aucun ajustement de la phase d'utilisation n'a été fait malgré la baisse de qualité d'impression attendue si seul le toner est remplacé et aucune pièce changée. La fabrication à l'étranger entraîne une augmentation de 3 %, et lorsque les cartouches et pièces de cartouches inutilisables sont recyclées, le résultat baisse de 4 %. Contre toute attente, lorsque le taux de tri et rejet baisse de 23 % à 5 %, les résultats augmentent d'un point de pourcentage. Ceci est dû à la moindre quantité de pièces inutilisables recyclées et incinérées avec récupération d'énergie

(qui créditent le système), limitant ainsi la compensation. Ce qui ressort clairement de ce tableau, c'est que même si les résultats augmentent ou baissent plus ou moins, les modifications de ces hypothèses de modèle ne changent pas le résultat de l'étude et le renforcent même : c'est la production de papier qui fait la différence, et les autres aspects de la vie des cartouches passent au second plan.

Sensibilité du recto-verso

Les effets du recto-verso ont été évalués à l'aide des résultats de la base de référence et de données d'InfoTrends liées à l'utilisation du recto-verso. Le volume d'impression mensuel et le taux de recto-verso des imprimantes HP LaserJet Pro P1102 et P2035 ont été utilisés pour calculer le pourcentage de pages économisées à l'aide du recto-verso. Une moyenne pondérée globale de 10 % de pages économisées a été utilisée.^{xiii}

Tableau 9 : Analyse de sensibilité – Recto-verso

Catégorie d'impact	Unité	Résultats recto-verso			Base de référence % de différence (remise à neuf/HP)
		Cartouche HP	Cartouche remise à neuf	% de différence (remise à neuf/HP)	
Changements climatiques	kg éq. CO2	9,20 E-01	9,93 E-01	8 %	9 %
Acidification terrestre	kg éq. SO2	7,58 E-03	8,31 E-03	10 %	10 %
Eutrophisation de l'eau douce	kg éq. P	1,85 E-04	1,95 E-04	6 %	6 %
Toxicité humaine	kg éq. 1,4-DB	8,15 E-02	8,88 E-02	9 %	10 %
Formation d'oxydants photochimiques	kg COVNM	6,68 E-03	7,34 E-03	10 %	10 %
Écotoxicité terrestre	kg éq. 1,4-DB	1,42 E-04	1,60 E-04	13 %	13 %
Raréfaction des énergies fossiles	kg éq. pétrole	2,71 E-01	2,91 E-01	8 %	8 %
Total énergie (DEP)	MJ	1,87 E+01	2,05 E+01	10 %	10 %

Avec le recto-verso, les différences relatives entre les deux cartouches étaient similaires à celles de la base de référence (représentées à nouveau dans la colonne de droite du Tableau 9). La seule exception est la baisse de 1 % relative au changement climatique et à la toxicité humaine.

SPÉCIFICATIONS ET ÉVALUATION RELATIVES À LA QUALITÉ DES DONNÉES

Cette ACV adhère aux normes ISO sur la qualité des données pour assurer l'homogénéité, la fiabilité et l'évaluation claire des résultats.

Représentativité temporelle, géographique et technologique

La représentativité temporelle décrit l'âge des données et la durée minimale (par exemple un an) pendant laquelle les données doivent être collectées. Les données utilisées pour cette étude représentent des produits et pratiques actuels. Les cartouches HP05A et 85A et leurs cartouches équivalentes remises à neuf sont utilisées dans des modèles d'imprimantes populaires. Les listes de pièces et matières premières fournies par HP sont actuelles et représentatives. Les pratiques de gestion de l'élimination des cartouches sont actuelles, de même que les pourcentages de rejet aux déchets solides municipaux, de mise en décharge et d'incinération des déchets avec valorisation énergétique. Les données sur les performances des cartouches proviennent d'une étude publiée récemment. Les autres caractéristiques des cartouches (consommation électrique, etc.) sont actuelles. Les données relatives à la consommation et au transport datent du milieu des années 2000, et les données de production des matières premières datent de la fin des années 2000. Les données relatives à la production de papier ont été collectées dans les années 2006 et 2007.

La représentativité géographique décrit la zone géographique à partir de laquelle les données sont collectées pour répondre aux objectifs de l'étude. Les données relatives à la consommation, aux matières premières, aux processus et au transport reposent principalement sur des sources d'Amérique du Nord et sur quelques sources européennes. La production de papier provient de producteurs de papier aux États-Unis et au Canada et représente la production moyenne en Amérique du Nord, et la qualité de cette source de données est jugée élevée, elle représente les technologies et données actuelles.

La couverture technologique, correspondant à la période des jeux de données, est actuelle. Les données technologiques pour la plupart des matières premières et processus sont dans la moyenne du secteur, c'est-à-dire typiques.

Cohérence

L'homogénéité est une compréhension qualitative de la façon dont la méthodologie est appliquée uniformément aux différents composants de l'étude. Cette homogénéité a été assurée dans la manipulation des produits ainsi que dans l'approche vis-à-vis des précédentes études du cycle de vie des cartouches de toner.

Reproductibilité

Le niveau de détail et de transparence de ce rapport permet à un autre spécialiste de l'ACV d'en reproduire les résultats, dans la mesure où les jeux de données sont similaires.

Précision et exhaustivité

La précision représente le degré de variabilité des valeurs des données pour chaque catégorie de données. La précision ne peut pas être quantifiée pour cette étude car un seul ensemble de données a été fourni pour chaque cartouche HP. En ce qui concerne l'industrie du reconditionnement, la variabilité est telle dans les pratiques que la précision n'a pu être quantifiée; cependant, des analyses de sensibilité ont été menées sur la variation. L'exhaustivité est le pourcentage de flux qui ont été mesurés ou estimés. Les listes de pièces et matières premières contiennent des données précises. Cependant, aucune autre donnée primaire n'a été collectée, l'exhaustivité est donc impossible à évaluer.

LIMITES ET INCERTITUDE

Limites et incertitude générales

Il faut garder à l'esprit que l'ACV, comme toute étude scientifique ou quantitative, a ses limites. Bien qu'elle apporte une indication sur l'impact environnemental et les attributs associés aux systèmes de produits, ce n'est pas un outil parfait pour évaluer les impacts et attributs réels. Ceci est vrai pour toutes les études d'ACV. Comme c'est le cas habituellement pour les analyses du cycle de vie, la plupart des données utilisées pour la modélisation des matériaux sont secondaires. La qualité de ces données secondaires est inférieure à celle des données primaires, l'utilisation de ces données secondaires introduit donc un niveau d'incertitude, car elles peuvent couvrir un large éventail de technologies et de situations géographiques. De même, l'interconnexion de centaines d'ensembles de données et l'ignorance de l'écart des informations secondaires utilisées par rapport au système spécifique étudié rendent très compliquée la quantification de l'incertitude des données pour le système complet. Il est donc impossible de fournir une évaluation quantifiée précise sur l'incertitude globale des données pour l'étude, mais il est entendu que chacun des produits comparés possède le même type d'incertitude. Compte tenu de l'incertitude de cette étude, les résultats s'approchant à +/- 10 % sont jugés équivalents.

Données de fabrication manquantes

Comme dans les études précédentes, il manque des données relatives au traitement et à l'assemblage des deux types de cartouches, faute d'être disponibles.^{xiv} Tandis que l'étape de production des cartouches 85A et 05A incluait plus de 99,5 % des matériaux dans la liste de pièces et matières premières, plus le formage des pièces génériques, aucune donnée n'était disponible sur le fabricant de matériel informatique d'origine quant à l'assemblage/démontage, au nettoyage, au test ou autres traitements relatifs aux cartouches remises à neuf. Cependant, puisque l'inclusion de la production et du formage des matériaux est conséquente, et que la nomenclature complète a souvent un impact environnemental supérieur à la fabrication, l'exclusion des données d'assemblage (qui représente seulement une partie de l'étape de production) a peu d'incidence sur le modèle global.

De plus, à la lumière des pratiques de remise à neuf très variables à travers la multitude d'organisations de reconditionnement, ce manque d'informations sur la fabrication/l'assemblage peut accroître l'incertitude. Cependant, InfoTrends a fourni des informations mises à jour sur le remplacement des pièces et le modèle de production choisi pour les pièces neuves et la gestion de l'élimination des pièces remplacées, deux aspects importants de la remise à neuf.

Les impacts de différents traitements manquent pour les deux cartouches. Néanmoins, ceci réduit d'une certaine façon l'incertitude pour les raisons suivantes :

1. L'ACV normalise les produits par unité fonctionnelle; les différences d'impact relatives, et non absolues, des produits comparés sont donc mesurées. Par conséquent, lorsqu'il manque une information similaire pour les deux produits, l'écart s'en trouve limité.
2. Les analyses des résultats et de la sensibilité ont démontré que le principal contributeur environnemental du cycle de vie des cartouches est la consommation de papier pendant la phase d'utilisation; l'exclusion de l'impact de l'assemblage et autres processus n'aura donc qu'un impact limité, même s'il est impossible d'en évaluer l'incertitude.

CONCLUSION

Toute décision relative à la préservation de l'environnement doit prendre en compte l'intégralité du cycle de vie de la cartouche, et en particulier les phases d'utilisation et de fin de vie. Les dernières études et données sur les pratiques de production, la qualité des produits et les tendances en matière d'élimination des déchets ont été utilisées pour modéliser les cycles de vie des cartouches d'origine HP et des cartouches remises à neuf les plus courantes. Les tests de fiabilité ont démontré que les cartouches d'origine HP offraient une meilleure qualité d'impression que leurs alternatives remises à neuf. À partir de ces données, les pages dont la qualité était jugée inacceptable pour leur utilisation prévue nécessitaient une réimpression, entraînant une consommation supérieure de papier et d'électricité. Dans la phase d'utilisation, la contribution de la consommation de papier lors de l'impression s'est révélée prépondérante pour les cartouches HP et remises à neuf. Les facteurs qui influent sur la consommation de papier, la qualité d'impression dans le cas présent, pèsent considérablement sur l'impact environnemental du cycle de vie.

Les résultats de la base de référence ont démontré que la médiocre qualité d'impression des cartouches remises à neuf accroît l'impact environnemental dans la moitié des catégories mesurées, tandis que les autres catégories sont comparables à la cartouche d'origine HP. Pour les utilisateurs qui exigent une haute qualité, des impressions prêtes pour le client, la cartouche d'origine HP offre un net avantage environnemental. Pour les utilisateurs nettement moins exigeants en matière de qualité d'impression, qui impriment pour un usage individuel, l'impact environnemental des cartouches HP et remises à neuf est comparable, en particulier lorsque les utilisateurs profitent du programme de recyclage HP Planet Partners.

L'étude a permis les autres découvertes suivantes :


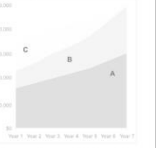
- Dans les analyses de sensibilité d'autres paramètres du modèle, aucune des hypothèses testées n'a eu d'effet significatif sur le résultat global de l'étude, tout en soulignant l'importance de la phase d'utilisation.
- Dans la phase de fin de vie, le recyclage et la récupération des matériaux peut réduire considérablement l'impact environnemental d'une cartouche de toner.
- Il est possible d'améliorer le profil environnemental de la cartouche remise à neuf par davantage de qualité d'impression et de recyclage à l'usine de reconditionnement.

Pour conclure, l'observation complète du cycle de vie révèle une image plus complexe et va à l'encontre des croyances habituelles selon lesquelles les cartouches remises à neuf sont meilleures pour l'environnement. Au contraire, les mesures démontrent que la qualité d'impression médiocre des cartouches remises à neuf a un impact environnemental supérieur ou égal à celui des cartouches d'origine HP dans toutes les catégories étudiées.

Le papier continue à être le principal facteur d'impact environnemental de l'impression, et la qualité d'impression des cartouches joue un rôle considérable dans la consommation de papier. Il en résulte que l'utilisation de cartouches d'origine HP est judicieuse, car leur meilleure qualité d'impression permet de réduire le nombre de réimpressions et la quantité de papier consommé, ce qui limite l'impact environnemental.

ANNEXE 1 : SPENCERLAB EXEMPLES DE CATÉGORIES DE PAGES

Figure 6 : Catégories de qualité d'impression^{iv}

<p> Lorem Ipsum Ltd. </p> <p>January 12, 2012</p> <p>Mr. Black,</p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p>  <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Regards, </p> <p> Mrs. White Vice President Sales Lorem Ipsum Ltd.</p>	<p> Lorem Ipsum Ltd. </p> <p>January 12, 2012</p> <p>Mr. Black,</p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p>  <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Regards, </p> <p> Mrs. White Vice President Sales Lorem Ipsum Ltd.</p>	<p> Lorem Ipsum Ltd. </p> <p>January 12, 2012</p> <p>Mr. Black,</p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p>  <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Regards, </p> <p> Mrs. White Vice President Sales Lorem Ipsum Ltd.</p>	<p> Lorem Ipsum Ltd. </p> <p>January 12, 2012</p> <p>Mr. Black,</p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p>  <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip. </p> <p> Regards, </p> <p> Mrs. White Vice President Sales Lorem Ipsum Ltd.</p>
--	--	---	--

<p>Référence externe</p>	<p>Limite externe/interne Qualité d'impression inférieure - Interne</p>	<p>Limite interne/individuel Qualité d'impression inférieure - Individuel</p>	<p>Limite individuel/inutilisable</p>
---------------------------------	--	--	--

* Remarque : La reproduction des pages numérisées peut manquer de fidélité lors de l'impression à partir du présent rapport.

**Les pages numérisées sont présentées à des fins de démonstration uniquement, elles ne correspondent pas à une imprimante ou une marque spécifique de l'étude.

ANNEXE 2 : RÉCAPITULATIF DES DONNÉES

Tableau 10 : Récapitulatif des données sur les cartouches utilisées dans l'étude

	Base de référence		Analyses de sensibilité	
			Limite inférieure	Limite supérieure
	Cartouche HP	Cartouche remise à neuf	Cartouche remise à neuf	Cartouche remise à neuf
PRODUCTION				
Production des matériaux en amont	La nomenclature a été fournie par HP dans les listes de pièces et matières premières actuelles. Plus de 99,5 % des matériaux de la cartouche étaient inclus dans la modélisation.	<ul style="list-style-type: none"> Le tambour photoconducteur organique (OPC), la lame de nettoyage, le toner et le scellement du toner sont remplacés.ⁱⁱ Sort des pièces remplacées aux installations des États-Unis.ⁱⁱ <ul style="list-style-type: none"> Mise en décharge : 50 % Incineration avec valorisation énergétique : 15 % Recyclage : 35 % 	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilité : Aucun matériau n'est remplacé à l'exception du toner. Sensibilité du sort des pièces remplacées aux installations des États-Unis : <ul style="list-style-type: none"> 100 % recyclées 	<ul style="list-style-type: none"> Certains composants supplémentaires sont remplacés : rouleau pour le chargement primaire et gaine du rouleau de développement.ⁱⁱ Sort des pièces remplacées aux installations des États-Unis.ⁱⁱ <ul style="list-style-type: none"> Mise en décharge : 50 % Incineration avec valorisation énergétique : 15 % Recyclage : 35 %
Transport au lieu de fabrication	<ul style="list-style-type: none"> Les HP05A et 85A sont fabriquées au Japon. Le transport des matériaux et composants jusqu'au lieu de fabrication final est de 483 km par camion. 	<ul style="list-style-type: none"> Les principales entreprises de remise à neuf fournissant l'Amérique du Nord sont au Mexique, en Virginie occidentale, en Arizona et en Californie.^{xiii} La cartouche vide est transportée sur une distance moyenne pondérée de 2,224 km par camion depuis l'utilisateur final à St. Louis jusqu'à l'usine de reconditionnement. Distance calculée à l'aide d'une moyenne pondérée des installations basée sur leur contribution au marché nord-américain. 		<ul style="list-style-type: none"> Remise à neuf en Chine Les cartouches sont transportées 2976 km par camion jusqu'à un port de la côte ouest (San Diego), puis 10 740 km par bateau jusqu'en Chine.
Fabrication et assemblage	<ul style="list-style-type: none"> Aucune information n'était disponible sur les étapes finales de la fabrication. Cependant, des données approximatives relatives au moulage par injection et au formage des pièces en plastique, en acier et en aluminium ont été incluses à la fabrication des pièces des cartouches. <p>Reportez-vous à la section Limites.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Données très restreintes sur les processus de remise à neuf. Aucun assemblage modélisé. La même modélisation a été donnée aux pièces remplacées (moulage par injection, formage des pièces, etc.). <p>Reportez-vous à la section Limites</p>		
Cartouches vides jetées	Taux de cartouches vides inutilisables (tri et rejet) : S/O	Taux de cartouches vides inutilisables (tri et rejet) : <ul style="list-style-type: none"> 23 % des cartouches collectées sont impropres à la remise à neuf.ⁱ Gestion des cartouches vides inutilisables aux installations des États-Unis :ⁱⁱ <ul style="list-style-type: none"> Mise en décharge : 50 % Incineration avec valorisation énergétique : 15 % Recyclage : 35 % 	Taux de cartouches vides inutilisables (tri et rejet) : <ul style="list-style-type: none"> Sensibilité : Le taux de tri et rejet est estimé à 5 %. Sensibilité : Gestion des cartouches vides inutilisables : <ul style="list-style-type: none"> Recyclées 	

Emballage	L'emballage est inclus : ^{xv} – Boîte / carton : carton ondulé (de sources recyclées) – Sac de plastique composite – Embouts en pâte à papier : pâte à papier moulée / papier, supposés provenir de sources recyclées – Languette et autres pièces en plastique diverses : polypropylène	L'emballage est inclus, sa modélisation est identique à celle de la cartouche HP.		
DISTRIBUTION				
Distribution à l'utilisateur final	<ul style="list-style-type: none"> • Les HP 05A et 85A sont fabriquées au Japon. • Japon : 7 953 km par bateau et 2 976 km par camion jusqu'à l'utilisateur final à St. Louis 	<ul style="list-style-type: none"> • Les principales entreprises de remise à neuf fournissant l'Amérique du Nord sont au Mexique, en Virginie occidentale, en Arizona et en Californie. ^{xii} • La cartouche remise à neuf est transportée sur une moyenne pondérée de 2 224 km par camion jusqu'à l'utilisateur final à St. Louis. 		Opérations de remise à neuf en Chine : 10 780 km par bateau et 2976 km par camion jusqu'à l'utilisateur final à St. Louis
PHASE UTILISATION				
Impression	<p>Type de papier : Papier standard 8,5 x 11 (21,59 x 27,94), 20lb (75 g/m²).</p> <p>L'utilisation d'électricité par cartouche pour l'impression a été modélisée à l'aide des spécifications de HP sur la consommation d'énergie :^{xvi}</p> <ul style="list-style-type: none"> – LaserJet P2035 (05A) : 550 Watts en mode impression, sortie de 30 ppm. – LaserJet Pro P1102 (85A) : 360 Watts en mode impression, sortie de 19 ppm. 	<p>Type de papier : Papier standard 8,5 x 11 (21,59 x 27,94), 20lb (75 g/m²).</p> <p>L'électricité utilisée par la cartouche pour l'impression a été modélisée à l'aide des caractéristiques de l'imprimante HP</p>		
Données sur la qualité d'impression	<p>Étude comparative SpencerLab 2013 sur la fiabilité du toner.</p> <p>Répartition de la qualité d'impression^{iv}</p> <ul style="list-style-type: none"> – 94,7 % Usage externe – 4,4 % Usage interne – 0,9 % Usage individuel – 0,0 % Inutilisable 	<p>Étude comparative SpencerLab 2013 sur la fiabilité du toner.</p> <p>Répartition de la qualité d'impression^{iv}</p> <ul style="list-style-type: none"> – 65,3 % Usage externe – 32,8 % Usage interne – 1,9 % Usage individuel – 0,0 % Inutilisable 		
Pages imprimées pour 100 pages utilisables	<p>Études Photizo Group Customer Experience, 2012 et HANSA-GCR, 2012 ^{v,vi}</p> <p>Données sur l'usage des pages</p> <ul style="list-style-type: none"> – 30,2 % usage externe – 36,0 % usage interne – 33,8 % usage individuel <p>Nombre total de pages imprimées pour obtenir une unité fonctionnelle : 102</p>	<p>Études Photizo Group Customer Experience, 2012 et HANSA-GCR, 2012 ^{v,vi}</p> <p>Données sur l'usage des pages</p> <ul style="list-style-type: none"> – 30,2 % usage externe – 36,0 % usage interne – 33,8 % usage individuel <p>Nombre total de pages imprimées pour obtenir une unité fonctionnelle : 117</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Usage des pages : 100 % pour l'usage individuel. • Nombre total de pages imprimées pour obtenir une unité fonctionnelle : <ul style="list-style-type: none"> – Cartouche HP : 100 – Cartouche remise à neuf : 100 <p>Le recto-verso est inclus. Une moyenne pondérée de 10 % de pages a été économisée à l'aide du recto-verso sur les imprimantes LJ P2035 et LJ Pro P1102.^{xiii}</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Usage des pages : 100 % pour l'usage externe. • Nombre total de pages imprimées pour obtenir une unité fonctionnelle : <ul style="list-style-type: none"> – Cartouche HP : 106 – Cartouche remise à neuf : 153

Scénario de réutilisation	Utilisée 1 fois, c'est-à-dire qu'une cartouche d'origine HP est utilisée une fois dans l'imprimante.	Utilisée 1 fois, c'est-à-dire qu'une cartouche d'origine HP épuisée est remise à neuf puis utilisée une fois dans l'imprimante. (Selon Infotrends, 78 % des cartouches de toner sont remises à neuf 1 fois). ⁱⁱ		
FIN DE VIE				
	<p>Base de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cartouche HP est envoyée à l'usine de recyclage, qui y sera broyée, démontée/triée et recyclée. • 88 % de la cartouche est recyclé, le reste est incinéré avec valorisation énergétique.^{xvii} Aucune matière n'est mise en décharge.^{xviii} • Inclut le transport de la cartouche épuisée au centre de recyclage régional à Gloucester, en Virginie. <p>Sensibilité : La cartouche HP est jetée avec les déchets solides municipaux selon la moyenne aux États-Unis (voir Sensibilité à droite).</p>	<p>Base de référence : La cartouche est renvoyée à l'entreprise de remise à neuf (dans l'intention de la remettre à neuf).</p> <ul style="list-style-type: none"> • C'est le cas pour 22 % des remises à neuf (selon Infotrends, 78 % des cartouches de toner sont remises à neuf 1 fois).ⁱⁱ • Partie restante :ⁱⁱ <ul style="list-style-type: none"> – Mise en décharge : 50 % – Incinération avec valorisation énergétique : 15 % – Recyclage : 35 % <p>Sensibilité : La cartouche est jetée par l'utilisateur final et le taux moyen de rejet avec les déchets solides municipaux aux États-Unis est utilisé.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Moyenne aux États-Unis = 82 % de mise en décharge et 18 % d'incinération avec valorisation énergétique.^{xix} 		

ANNEXE 3 : DESCRIPTIONS DES INDICATEURS

Les catégories d'évaluation des impacts du cycle de vie (EICV) analysées dans cette étude proviennent de la méthodologie ReCiPe^{xx} (sauf exceptions indiquées ci-dessous), et reflètent un ensemble complet d'aspects environnementaux (à savoir les émissions dans l'air, effluents d'eau usée, déchets, effets sur la végétation, santé humaine, etc.). La présentation des résultats pour un ensemble complet de problèmes permettra au lecteur de comprendre les compromis des différents systèmes. Ceci limite la subjectivité des choix réalisés lors de la sélection des catégories.

- **Le changement climatique** mesure les émissions de gaz à effet de serre qui ont été produites par les systèmes et inclut la production des matériaux, la production du papier, la consommation d'électricité pendant l'utilisation, le transport et la distribution, etc. L'effet de serre se réfère à la capacité de certains gaz atmosphériques à absorber l'énergie du rayonnement thermique dégagé par la Terre, piégeant ainsi la chaleur et provoquant un réchauffement global des températures. Le changement climatique est également appelé potentiel de réchauffement de la planète ou empreinte carbone. Le changement climatique est comptabilisé en kilogrammes d'équivalents de dioxyde de carbone.
- **Toxicité humaine et écotoxicité terrestre** : La toxicité humaine apporte une indication sur le risque pour la santé humaine, tandis que l'écotoxicité terrestre indique les risques de détérioration des écosystèmes terrestres. Celles-ci sont comptabilisées en termes d'équivalents de 1,4-dichlorobenzène.
- **La formation d'oxydants photochimiques** quantifie la formation potentielle de gaz générateurs de smog pouvant produire des oxydants photochimiques. Celle-ci est comptabilisée en kg de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).
- **L'acidification terrestre** quantifie les gaz acidifiants pouvant se dissoudre dans l'eau (à savoir les pluies acides) ou se fixer sur des particules solides et dégrader la qualité de la végétation, du sol, des matériaux de construction, et la santé des animaux et des hommes. L'acidification est mesurée en termes de kg d'équivalents de dioxyde de soufre.
- **L'eutrophisation de l'eau douce** quantifie les éléments nutritifs libérés dans les plans d'eau qui entraînent une mutation des espèces dans un écosystème et un potentiel appauvrissement de la diversité de l'écosystème. Une conséquence commune de l'eutrophisation est la prolifération des algues, qui épuise l'oxygène de l'eau et provoque la mort des poissons. L'eutrophisation est mesurée en équivalents-phosphore.
- **La raréfaction des énergies fossiles** est la mesure de l'utilisation ou de l'épuisement des énergies fossiles utilisées dans un système, elle est mesurée en équivalents-pétrole. Le facteur de raréfaction des énergies fossiles observe les énergies fossiles utilisées à des fins énergétiques ainsi que celles constituant les produits, en plastique par exemple.
- **L'énergie totale**, exprimée en mégajoules et basée sur la méthodologie des besoins en énergie cumulés,^{xxi} inclut non seulement l'énergie utilisée par la cartouche pour imprimer, mais aussi l'énergie nécessaire pour produire le papier utilisé, toutes les pièces et matériaux de la cartouche, et les transports à travers l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. L'énergie totale englobe l'énergie fossile ou non, telle que l'énergie nucléaire, hydraulique et la biomasse, ainsi que l'énergie intégrée à la cartouche, telle que les hydrocarbures constituant le plastique.

Notes en fin de texte

- ⁱ Le rendement en pages repose sur une couverture de 5 %, selon la méthode ISO normalisée pour déterminer le rendement des cartouches de toner des imprimantes laser monochromes. Voir les normes ISO/IEC 19752:2004 -- Méthode pour la détermination du rendement des cartouches de toner pour les imprimantes électrophotographiques monochromatiques et pour les dispositifs multifonctionnels qui contiennent des composants d'imprimantes. L'utilisation réelle varie considérablement. Le rendement en nombre de pages est fourni par HP dans les caractéristiques des produits sur www.hp.com.
- ⁱⁱ Étude sur le recyclage des consommables aux États-Unis en 2014 commanditée par HP à InfoTrends. Résultats basés sur des entrevues avec 13 entreprises et intermédiaires de recyclage. Pour obtenir des informations détaillées, voir www.hp.com/go/NA-2014InfoTrends.
- ⁱⁱⁱ ISO 14040:2006, la norme internationale de l'Organisation internationale de normalisation, gestion environnementale. Évaluation du cycle de vie. Principes et structure. ISO 14044:2006, Gestion environnementale – Évaluation du cycle de vie – Spécifications et directives.
- ^{iv} Une étude de *SpencerLab*, commanditée par HP en 2013, comparait les cartouches de toner d'origine HP Mono LaserJet à 9 marques de cartouches remises à neuf vendues en Amérique du Nord, pour les imprimantes HP LaserJet P2035 et P1102, les cartouches HP 05A et 85A. Pour obtenir des informations détaillées, voir www.spencerlab.com/reports/HP-Reliability-NA-RM-2013.pdf.
- ^v 2012 NA Photizo Group, commandité par HP. Résultats basés sur 1009 utilisateurs d'imprimantes monochromes HP LaserJet qui ont utilisé à la fois des cartouches de toner d'origine HP et d'autres marques, parmi lesquels 424 ont rencontré des problèmes avec des cartouches non HP. Pour obtenir des informations détaillées, rendez-vous sur www.photizogroup.com/information-hub/
- ^{vi} L'étude de suivi 2012 HANSA-GCR, commanditée par HP, est basée sur 377 échantillons en provenance des États-Unis pour des utilisateurs d'imprimantes monofonctions et multifonctions. Le nombre total de pages monochromes a été obtenu en imprimant la page de configuration.
- ^{vii} Pre Consultants, SimaPro version 8 LCA Software (Analyst). Des renseignements complémentaires sont disponibles sur www.pre.nl.
- ^{viii} Ecoinvent Centre, *Ecoinvent data v3* (Dübendorf: Swiss Centre for Life Cycle Inventories, 2013), extrait de : www.ecoinvent.org.
- ^{ix} Données d'inventaire sur le cycle de vie des processus et matières en Amérique du Nord, extraites de www.nrel.gov/lci/.
- ^x Juin 2010, National Council for Air and Stream Improvement, Inc., Life Cycle Assessment of North American Printing and Writing Paper Products – Rapport final, préparé pour American Forest and Paper Association (AF&PA) et Forest Products Association of Canada (FPAC), disponible à l'adresse [www.afandpa.org/docs/default-source/default-document-library/life-cycle-assessment-\(lca\)-final-report.pdf](http://www.afandpa.org/docs/default-source/default-document-library/life-cycle-assessment-(lca)-final-report.pdf)
- ^{xi} Lorsque seul le toner est remplacé, il s'agit d'une cartouche rechargée, pas d'une cartouche remise à neuf. Même si les cartouches rechargées n'ont pas été évaluées dans cette étude, il est intéressant de voir l'impact global d'une cartouche HP usagée dont seul le toner a été remplacé pour comprendre la sensibilité des pièces remplacées.
- ^{xii} Les estimations de HP reposent sur une étude du secteur réalisée en 2013 par HP et InfoTrends.
- ^{xiii} Août 2013 InfoTrends, prévision des consommables et papier pour imprimantes et multifonctions.
- ^{xiv} Remarque : Un rapport EcoInvent indique que 7,9 kWh d'électricité sont consommés par cartouche remise à neuf (Hischier, R. et al., Life cycle inventories of Electric and Electronic Equipment: Production, Use & Disposal, ecoinvent report No.18. Empa / Technology & Society Lab, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, 2007). Cette information n'a pas été utilisée car elle avait plus de 10 ans, et son utilisation pour la cartouche remise à neuf et non pour la cartouche HP aurait faussé la comparaison avec le système de remise à neuf.
- ^{xv} 2013, données internes HP.
- ^{xvi} Spécifications disponibles sur www.hp.com.
- ^{xvii} 2013, données internes HP.
- ^{xviii} Rapport de HP sur la citoyenneté mondiale, 2012 : www8.hp.com/us/en/hp-information/global-citizenship/reporting.html
- ^{xix} Source : U.S. EPA. Génération, recyclage et élimination des déchets solides municipaux aux États-Unis : Faits et chiffres pour 2011, Tableau 4 (MSWcharacterization_508_053113_fs.pdf), disponible sur www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/pubs/MSWcharacterization_508_053113_fs.pdf. Notez que cette moyenne est ajustée sans les pourcentages de recyclage et de compostage.
- ^{xx} ReCiPe a été développé en 2008 par RIVM, CML, PRé Consultants, et Radboud Universiteit Nijmegen. Reportez-vous à www.lcia-recipe.net ou www.pre.nl pour en savoir plus.
- ^{xxi} L'énergie totale est basée sur EcoInvent version 2.0 et a été étendue pour inclure des éléments de la base de données SimaPro. Frischknecht R., Jungbluth N., et al. (2003). Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. Final report ecoinvent 2000, Swiss Centre for LCI. Dübendorf, CH, www.ecoinvent.ch. Reportez-vous à www.pre.nl pour en savoir plus.

c04122163