



CIRAIG^{MC}

Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services



RAPPORT TECHNIQUE

ANALYSE DU CYCLE DE VIE DE TASSES RÉUTILISABLES ET DE Gobelets à café à usage unique

OCTOBRE 2014

Préparé pour :

RECYC-QUÉBEC

À l'attention de
Monsieur **Jérôme Cliche**
Agent de développement industriel

420, boul. Charest Est, bureau 200
Québec (Québec) G1K 8M4



CHAIRE INTERNATIONALE
SUR LE CYCLE DE VIE



UQAM

PARTENAIRES DE LA CHAIRE INTERNATIONALE SUR LE CYCLE DE VIE



Chaire internationale sur le cycle de vie

Polytechnique Montréal
Département de génie chimique
2900, Édouard-Montpetit
Montréal (Québec) Canada
C.P. 6079, Succ. Centre-ville
H3C 3A7

www.chaire-cycledevie.org

Rapport soumis par :
BUREAU DE LA RECHERCHE ET CENTRE DE
DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE (B.R.C.D.T.)
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Université de Montréal Campus
C.P. 6079, Succ. Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3A7

Ce rapport a été préparé par la Chaire internationale sur le cycle de vie (Chaire ICV), unité de recherche principale du Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits procédés et services de Polytechnique Montréal (CIRAIG) et de l'École des sciences de la gestion de l'UQAM (ESG-UQAM).

La Chaire ICV a démarré ses activités de recherche le 1^{er} janvier 2012. Elle est dirigée par quatre co-titulaires issus de Polytechnique Montréal et de l'École des sciences de la gestion de l'UQAM, alliant l'ingénierie et les sciences sociales. Elle rassemble 13 partenaires industriels leaders en matière de développement durable : ArcelorMittal, Bombardier, le Mouvement Desjardins, Hydro-Québec, LVMH, Michelin, Nestlé, RECYC-QUÉBEC, SAQ, Solvay, Total, Umicore et Veolia. La Chaire ICV demeure à ce jour un des plus importants investissements privés dans la recherche en cycle de vie à l'échelle mondiale.

AVERTISSEMENT

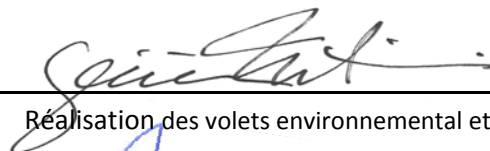
À l'exception des documents entièrement réalisés par le CIRAIG et/ou l'ESG-UQAM, tel que le présent rapport, toute utilisation du nom de la Chaire ICV, du CIRAIG, de Polytechnique Montréal ou de l'ESG-UQAM lors de communication destinée à une divulgation publique associée à ce projet et à ses résultats doit faire l'objet d'un consentement préalable écrit d'un représentant dûment mandaté du CIRAIG, de Polytechnique Montréal ou de l'ESG-UQAM.

Équipe de travail

Réalisation

Geneviève Martineau, M.Sc.A.

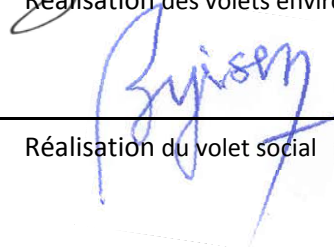
Analyste senior



Réalisation des volets environnemental et économique

Georges Lanmafankpotin

Analyste



Réalisation du volet social

Collaboration

Sophie Fallaha, ing., M. Ing.

Directrice des affaires industrielles

Coordination du projet, volet environnemental

Sara Russo Garrido

Coordonnatrice volet social

Support technique et révision du volet social

Gaël Kijko

Étudiant M.Sc.A.

Support à la recherche de données

Gabrielle van Durme

Analyste ACV

Révision du volet environnemental

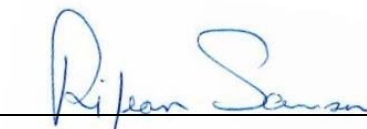
Direction du projet

Réjean Samson,

Directeur général, CIRAIG-Poly

Titulaire principal, Chaire ICV

Direction du volet environnemental



Direction du volet environnemental

Jean-Pierre Revéret, Ph.D.

Co-titulaire de la Chaire ICV



Direction des volets social et économique

Sommaire

RECYC-QUÉBEC a mandaté la Chaire internationale sur le cycle de vie afin de comparer l'utilisation de produits à usage unique à l'option du réemploi du point de vue environnemental, puis de déterminer les enjeux et leviers économiques et sociaux permettant de mettre en place les meilleures pratiques identifiées. Pour ce faire, le cas spécifique de la consommation de café sur place dans les points de restauration québécois a été étudié, en comparant l'utilisation de gobelets jetables et de tasses lavables.

Les **objectifs** de l'étude sont de :

1. Comparer le profil environnemental de différents systèmes de consommation de café dans un contexte de consommation sur place dans des services de restauration et ce, en tenant compte de l'ensemble de leur cycle de vie.
 - o identifier les paramètres clés/points chauds des systèmes analysés;
 - o évaluer l'influence de certaines variables clés telles que le nombre de réutilisations des tasses et la consommation d'eau chaude pour leur lavage.
2. Comparer les coûts directs que représentent les différents systèmes de consommation de café pour le restaurateur.
3. Étudier le discours des commerçants et des consommateurs et analyser les enjeux liés à l'acceptabilité sociale d'une transition de l'utilisation de gobelets à usage unique vers une utilisation plus répandue de tasses réutilisables.
4. Identifier les leviers d'amélioration possibles quant aux systèmes de consommation de café dans les points de restauration, afin de recommander des ajustements dans les pratiques d'acquisition et d'utilisation des contenants à café :
 - o pour réduire les impacts environnementaux potentiels
 - o pour assurer la rentabilité économique des changements pour les restaurateurs
 - o pour en favoriser l'acceptabilité sociale

En premier lieu, une revue des publications pertinentes (études ACV ou autres) portant sur la comparaison environnementale de la vaisselle réutilisable et jetable, et plus spécifiquement sur les contenants pour boissons chaudes, a été effectuée. À la lumière de cette revue bibliographique, il ressort **qu'aucune des études publiées à ce jour ne permet de statuer sur le type de contenant à café représentant le moins d'impacts environnementaux potentiels dans un contexte de consommation en restaurant**. La présente étude compte répondre à ce besoin, en plus d'apporter un éclairage sur les éléments suivants, jusqu'à maintenant jamais publiés :

- dans quelles conditions est-il préférable d'utiliser une tasse lavable en restaurant ?
- qu'en est-il de l'utilisation de tasses de voyage, apportées par le client ?
- les conclusions seraient-elles les mêmes ailleurs qu'au Québec ?
- combien en coûte-t-il aux restaurateurs de servir du café dans des gobelets jetables ou des tasses lavables ?
- quels enjeux sociaux doit-on considérer pour effectuer un changement dans le service du café en restaurants ?

Les types de contenants retenus pour l'étude et leurs caractéristiques sont les suivants :

Systèmes	Caractéristiques	Flux de référence
1. Gobelet jetable en carton doublé de polyéthylène (PE), avec couvercle en polystyrène (PS)	Envoyé à l'enfouissement	365 gobelets et couvercles
2. Tasse en céramique fournie par le restaurateur	Nombre de réutilisations variable, en fonction des bris, des pertes et des vols Lavage au lave-vaisselle commercial après chaque utilisation	Nombre de tasses : 365/nombre de réutilisations 365 lavages au lave-vaisselle
3. Tasses de voyage avec couvercle et poignée en polypropylène (PP) a. en acier inoxydable b. en polypropylène c. en polycarbonate	Nombre de réutilisations variable, en fonction des bris et des pertes. Lavage à la main après chaque utilisation	Nombre de tasses : 365/nombre de réutilisations 365 lavages à la main

Outre ces contenants, deux autres options de gobelets à usage unique ont été évalués en analyse de sensibilité :

- l'option « écologique » comprenant le gobelet compostable en carton doublé de PLA à contenu recyclé (10%) avec couvercle en PLA, tous deux envoyés au compostage industriel en fin de vie.
- l'option « en styromousse », comprenant le gobelet jetable en polystyrène expansé (PSE) et un couvercle en PS, tous deux envoyés à l'enfouissement en fin de vie.

Les flux de référence mentionnés au tableau ci-haut sont en lien avec l'**unité fonctionnelle** choisie pour évaluer et comparer les options : « *Servir un café de format « moyen » (équivalant à 16 oz ou 475 ml) par jour, pour consommation sur place dans un point de restauration québécois, pendant un an (2013)* ».

Ainsi, la quantité de matières et d'énergie consommées et les émissions générées lors de la production, de la distribution, de l'utilisation et de la fin de vie des contenants ont été considérées au prorata du nombre d'utilisations de chacune des options évaluées (et non en fonction de leur durée de vie sur une base temporelle).

Des analyses de sensibilité ont également été réalisées sur plusieurs des caractéristiques évoquées ci-haut : nombre de réutilisations des tasses; quantités d'eau et de détergent employées pour le lavage des tasses; contexte énergétique; masse et lieu de production des tasses de voyage; masse des gobelets jetables, etc.

Les données employées proviennent de banques de données ACV commerciale (*ecoinvent*), de rapports publiés, d'informations commerciales disponibles sur Internet et de mesures directes sur des échantillons. Dans la mesure du possible, les modules de données génériques employés dans le cadre de cette étude ont été adaptés de manière à augmenter leur représentativité des produits et du contexte analysés.

La méthode d'évaluation environnementale européenne IMPACT 2002+ (Jolliet et coll., 2003), reconnue internationalement, a été choisie pour effectuer l'évaluation des impacts du cycle de vie des options comparées. Quatre indicateurs de dommage et un indicateur d'inventaire ont servi à l'évaluation des options : *Santé humaine, Qualité des écosystèmes, Ressource,*

Changement climatique et *Utilisation d'eau* (flux d'inventaire - ne représente donc pas le dommage associé à l'utilisation de l'eau, mais uniquement le volume prélevé de l'environnement). Pour la catégorie *Changement climatique*, l'évaluation des impacts a été réalisée à partir de la méthode « IPCC 2007 ». La méthode du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC en anglais) pour un horizon de temps de 100 ans a été choisie, car elle correspond aux pratiques employées dans les lignes directrices et normes les plus récentes (WBCSD et WRI, 2013 ; ISO, 2013).

Profil environnemental des options

La Figure 1 présente la répartition des impacts environnementaux potentiels liés à l'utilisation de cinq contenants permettant de servir un café par jour pendant un an à un point de restauration. Dans cette première analyse, il a été posé que les tasses de céramique et les tasses de voyage sont réutilisées 500 fois¹ avant d'être remplacées (bris, vol, perte).

L'objectif de cette première analyse est principalement d'illustrer la contribution des différentes étapes du cycle de vie de chacun des contenants à leur impact environnemental. Elle permet également une comparaison entre les options évaluées sur la base des considérations posées, notamment :

- une masse moyenne pour les gobelets de carton et PE de 16 oz disponibles dans les chaînes de restauration au Québec. Idem pour les couvercles de PS;
- le contexte énergétique québécois pour le chauffage de l'eau nécessaire au lavage des tasses;
- le lavage des tasses de céramique dans un lave-vaisselle commercial consommant 0,0221 kWh, 0,23 litres d'eau et 0,8 g de savon par tasse;
- le lavage à la main des tasses de voyage, consommant 3 litres d'eau chaude et 2 g de savon par tasse. *Remarque : le lavage à la main consomme donc environ 10 fois plus d'énergie et d'eau et 2,5 fois plus de savon que le lave-vaisselle industriel.*

À la Figure 1, les trois tasses de voyage modélisées ont été regroupées afin que puissent être présentés les résultats des gobelets à usage unique compostables et en styromousse (PSE). Ces dernières options ne faisaient cependant pas partie de la comparaison de base et n'ont été évaluées que dans le cadre d'analyses de sensibilité. Par conséquent, les discussions et analyses comparatives qui suivent couvrent uniquement le gobelet de carton-PE, la tasse de céramique et les tasses de voyage.

¹ Valeur jugée conservatrice puisque les tasses d'un restaurant peuvent être utilisées et lavées plusieurs fois par jour. Dans le cadre de l'enquête réalisée auprès de restaurateurs (présentée dans le volet social, au chapitre 5) il n'a pas été possible d'obtenir l'information permettant d'évaluer le nombre de réutilisations des tasses de céramique. Il a cependant été possible de constater une très grande variabilité dans leur taux de remplacement, celui-ci variant de 1 à 100 % annuellement, selon les répondants. Notons que l'étude de Ligthart et Ansems (2007) posait 3 000 utilisations dans un contexte de consommation de café au bureau.

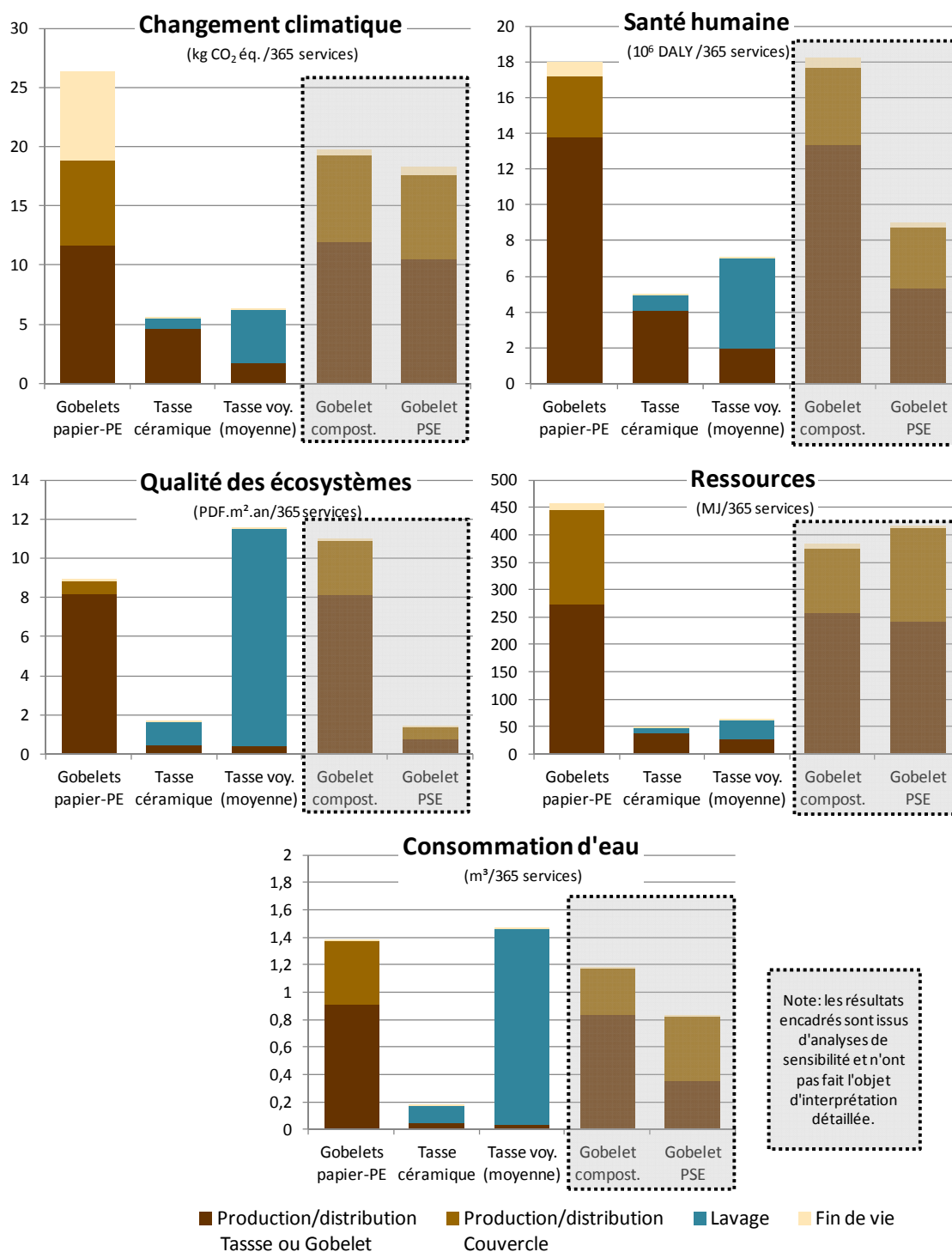


Figure 1: Profil environnemental de cinq options pour servir un café par jour pendant un an (méthode IMPACT 2002+)
(tasse en céramique et tasses de voyage réutilisées 500 fois).

Pour les gobelets à usage unique, le profil environnemental est dominé par l'étape de production-distribution des gobelets et des couvercles. Dans le cas des tasses de céramique et

des tasses de voyage, plus le nombre de réutilisations des tasses sera grand et plus les étapes de production et de fin de vie auront des contributions faibles, car leurs impacts seront divisés par un plus grand nombre d'utilisations. L'étape de lavage des tasses est cependant directement proportionnelle à l'unité fonctionnelle, puisqu'il a été considéré que les tasses sont lavées après chaque utilisation.

Dans le contexte spécifique posé (hypothèses décrites plus haut), la tasse en céramique présente de 4 à 9 fois moins d'impacts environnementaux potentiels que l'utilisation de gobelets à usage unique en carton-PE avec couvercle. Cette proportion diminue à entre 3 et 6 fois lorsqu'on considère l'utilisation de gobelets jetables sans couvercle. Selon les hypothèses posées, la tasse de céramique présente également un bénéfice environnemental par rapport aux tasses de voyage, principalement grâce à son mode de lavage plus économique.

Toujours dans le contexte posé, la comparaison des gobelets jetables et des tasses de voyage est plus nuancée. Ces dernières sont favorisées selon les indicateurs *Changement climatique*, *Santé humaine* et *Ressources*, avec des impacts potentiels de 2 à 9 fois moindre. Les tasses de voyage présentent cependant des résultats équivalents aux gobelets à usage unique pour les indicateurs *Qualité des écosystèmes* et *Consommation d'eau* (différences non suffisantes pour être jugées significatives).

Consommation d'eau : il peut paraître étonnant que le scénario d'utilisation de gobelets jetables consomme plus d'eau sur l'ensemble de son cycle de vie que la tasse de céramique et presque autant d'eau que les tasses de voyage, qui nécessitent un lavage après chaque utilisation. Dans le système jetable, l'eau sert principalement à la production du gobelet de carton (66 %) et à son couvercle (34 %). C'est la production de carton (processus générique « Solid Bleached Board »), la production de PS et le processus de thermoformage du couvercle qui affectent cette demande (les précipitations nécessaires à la croissance des arbres (activités forestières) ne sont pas incluses dans le bilan). En comparaison, un lave-vaisselle commercial récent consomme en moyenne 0,2 litre d'eau par morceau lavé.

Afin d'évaluer l'influence du choix du processus de production du carton sur les résultats, un autre processus générique a été testé. Les analyses présentées à la section qui suit prennent en considération cette variabilité provenant des choix de modélisation des gobelets jetables.

Analyses de sensibilité sur le modèle de gobelet à usage unique : il en ressort que, par rapport aux gobelets en carton-PE, les gobelets compostables présentent de légères baisses des indicateurs *Changement climatique*, *Ressources* et *Consommation d'eau*. Ces réductions ne sont cependant pas suffisantes pour modifier les tendances par rapport aux tasses réutilisables (voir sous-section 3.4.7 pour le détail). Le fait d'utiliser des gobelets compostables et compostés en fin de vie ne suffit donc pas pour modifier les conclusions de l'étude.

En ce qui a trait au gobelet en polystyrène expansé, ses résultats d'indicateurs sont tous plus faibles que ceux du gobelet de carton-PE, tendant à montrer que le choix de gobelets à usage unique en carton n'est pas nécessairement plus environnemental que la styromousse. Par rapport aux options lavables, le gobelet de PSE présente les mêmes tendances générales que les autres alternatives jetables pour les indicateurs *Changement climatique*, *Ressources* et *Consommation d'eau*. Pour ces catégories, la tasse de céramique reste l'option à privilégier (dès qu'elle est utilisée plus de 180 fois). Pour ce qui est de l'indicateur *Santé humaine*, les tasses réutilisables sont préférables aux gobelets de PSE lorsqu'elles sont réutilisées au moins 420 fois.

Comparaison des options en fonction du nombre de réutilisations des tasses

Puisque le nombre de réutilisations des tasses est variable et a une influence sur les conclusions de l'étude, l'analyse qui suit reprend l'évaluation des cinq options comparées selon les mêmes indicateurs environnementaux, mais en faisant varier le nombre de réutilisations des tasses de 5 à 3 000.

Également, les masses des gobelets de carton-PE et de leurs couvercles sont variables selon les modèles. Une plage de variabilité a donc été établie compte-tenu de la variabilité observée dans les échantillons de gobelets et de couvercles pesés. Cette plage de variabilité a également été étendue afin de considérer deux processus différents pour la modélisation du carton.

Les valeurs présentées à la Figure 2 couvrent l'ensemble du cycle de vie de chaque option de consommation de café, incluant la production et la distribution du contenant et de son couvercle, son lavage au lave-vaisselle ou à la main et sa fin de vie, le tout ramené à un an (365 services de café).

Il ressort de cette analyse que :

- la **tasse de céramique** est préférable aux gobelets à usage unique dès qu'elle est réutilisée plus de 210 fois (ou 240 fois dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle);
- la **tasse de voyage en acier inoxydable** est généralement préférable à l'option jetable si elle est utilisée 220 fois avant d'être remplacée. Dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle, 270 réutilisations sont nécessaires, mais la consommation d'eau sera toujours plus importante pour la tasse de voyage, à cause des 3 litres requis pour son nettoyage après chaque utilisation;
- la **tasse de voyage en polypropylène** ne nécessite que 50 utilisations avant de représenter moins d'impacts potentiels que les gobelets jetables. Dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle, 60 réutilisations sont nécessaires, mais la consommation d'eau sera toujours plus importante pour la tasse de voyage, à cause des 3 litres requis pour son nettoyage après chaque utilisation;
- la **tasse de voyage en polycarbonate** doit être réutilisée 110 fois pour devenir préférable à l'utilisation de gobelets à usage unique. Dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle, 230 réutilisations sont nécessaires, mais la consommation d'eau sera toujours plus importante pour la tasse de voyage, à cause des 3 litres requis pour son nettoyage après chaque utilisation.

Globalement on retient que...

- Les **tasses en céramique** présentent un impact environnemental potentiel moindre que les gobelets jetables avec couvercle lorsqu'elles sont réutilisées plus de 210 fois.
- Les **tasses de voyage** deviennent généralement préférables aux gobelets jetables après un nombre raisonnable d'utilisations, sauf pour les indicateurs *Consommation d'eau* et *Qualité des écosystèmes* (pour lequel il n'est pas possible de trancher).

La majorité des impacts potentiels attribuables aux tasses de voyage proviennent de leur lavage à la main. Un rinçage à l'eau froide ramènerait le bilan de ces tasses proche de celui de la tasse en céramique en ce qui a trait à la consommation d'eau.

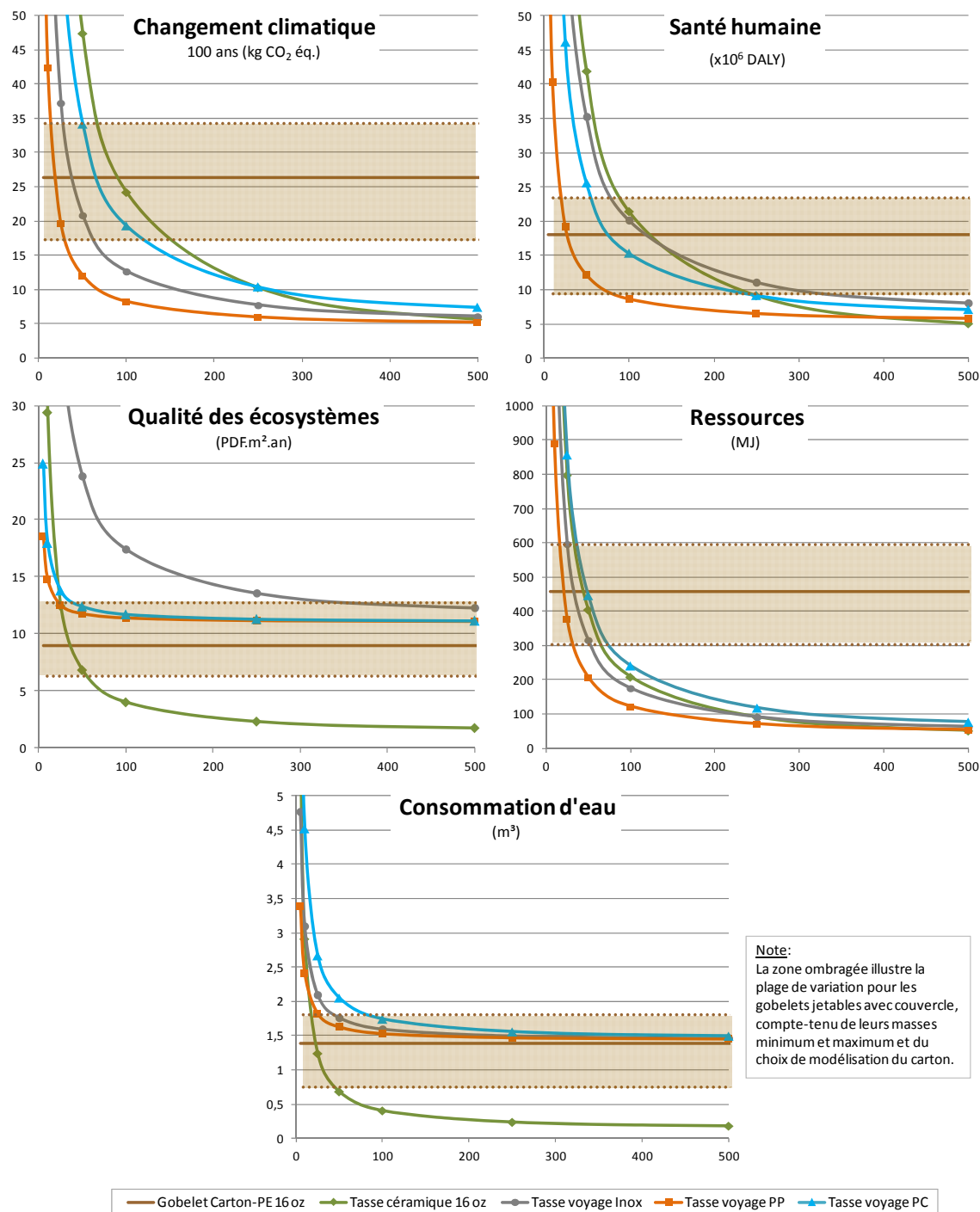


Figure 2: Comparaison de cinq options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthode IMPACT 2002+).

À l'issue de toutes les analyses de sensibilité, il ressort que lorsque **les tasses en céramique fournies par le restaurateur** sont réutilisées plus de 440 fois, elles présentent moins d'impacts que toutes les options jetables de consommation de café (avec ou sans couvercle, en carton doublé de polyéthylène ou en styromousse, à paroi double ou simple, etc.). Par rapport aux gobelets de carton-PE servis avec couvercle (ce qui est souvent la norme dans les cafés), les

tasses sont à privilégier dès qu'elles peuvent être réutilisées 200 à 300 fois, soit quelques mois d'utilisation en considérant plusieurs utilisations par jour.

Les **tasses de voyage appartenant au client**, lorsqu'elles sont lavées de manière « écologique », peuvent représenter un avantage environnemental par rapport aux gobelets de carton-PE avec couvercles dès qu'elles sont réutilisées 30 à 110 fois (selon le type de tasse). Ainsi, il faut moins d'un an d'utilisation quotidienne pour amortir les impacts potentiels de la tasse de voyage.

Les éléments à retenir sont :

- La façon de laver les tasses de voyage a une influence majeure sur leur bilan environnemental : le lavage de type « gros consommateur » rend les tasses de voyage pire que les gobelets jetables, peu importe leur nombre d'utilisations.
- Dans un contexte énergétique nord-américain moyen, il est préférable d'utiliser des gobelets jetables plutôt que des tasses de voyage, lorsque ces dernières sont lavées quotidiennement à l'eau chaude (3 litres) et au savon (2 g).

Notons que l'utilisation de gaines de carton pour isoler les gobelets à parois simple augmente peu leurs impacts potentiels et est préférable à l'utilisation de gobelets à parois double ou de deux gobelets emboîtés.

Afin de minimiser les impacts environnementaux potentiels associés à la consommation de café en restaurant, il est recommandé de :

- Réutiliser les tasses de céramique et les tasses de voyage le plus longtemps possible. Deux à trois cents utilisations assurent à la tasse de céramique lavée par le restaurateur un bilan plus favorable que les gobelets jetables avec couvercles, mais une utilisation encore plus longue en réduit encore davantage les impacts.
- Pour les tasses de voyage, il s'agit de réduire la quantité d'eau chaude et de savon employée lors des lavages à la main. Lorsque lavées individuellement, un rinçage avec une petite quantité d'eau froide est à privilégier. Le lavage de la tasse de voyage en même temps que la vaisselle familiale quotidienne est également une option valable pour réduire la consommation d'eau et de détergent associée à son utilisation.
- Éviter la multiplication des tasses de voyage. En effet, il n'est pas nécessaire d'en posséder plusieurs, et pour représenter un avantage environnemental, chacune d'entre elle devra avoir remplacé plusieurs centaines de gobelets jetables.
- Pour les restaurateurs qui tiennent à offrir une option jetable à leurs clients, privilégier les gobelets à parois simple et ne fournir un couvercle et une gaine isolante que lorsque nécessaire. Cette dernière n'ajoute pas beaucoup à l'impact potentiel du gobelet, mais elle y contribuera encore moins si on la réutilise plusieurs fois avant de la jeter.

Analyse économique préliminaire

Dans l'objectif de documenter la viabilité économique d'une éventuelle réduction de l'utilisation des gobelets jetables au profit de tasses réutilisables, une analyse économique préliminaire a été réalisée.

Les coûts directs assumés par le restaurateur sont estimés à environ 56 \$ pour le service de 365 cafés dans des gobelets à usage unique. Ceci comprend l'achat et la livraison des gobelets et couvercles, de même que les frais de gestion des matières résiduelles.

Le coût du service de cafés dans des tasses en céramique est pour sa part fonction de leur **nombre d'utilisations** avant leur remplacement. L'achat de nouvelles tasses compte en effet pour 66 à 89 % des coûts, selon que les tasses soient réutilisées 500 ou 100 fois (l'achat du lave-vaisselle et son utilisation comptant pour le reste).

Il ressort de cette analyse que l'option des tasses réutilisables engendre des coûts nettement inférieurs aux gobelets jetables : une tasse utilisée 100 fois se traduit par des économies de l'ordre de 67 % au restaurateur. Si la tasse est réutilisée 500 fois, c'est une économie de plus de 90 % qui a lieu. Considérant un prix d'achat de 4,50 \$ à l'unité, les tasses deviennent économiquement avantageuses dès qu'elles sont réutilisées 45 fois.

Afin de minimiser le coût d'utilisation des tasses en céramique, il est recommandé :

- d'acheter les tasses en grandes quantités, afin d'en réduire le prix unitaire;
- d'augmenter, dans la mesure du possible, le nombre de réutilisations des tasses avant leur remplacement.

Dans un contexte québécois, l'utilisation du lave-vaisselle n'a pas une influence marquée sur le coût du service de cafés. Il est néanmoins intéressant de noter que le modèle à haute efficacité considéré dans l'analyse permet de réduire de plus de 40% la consommation électrique liée au lavage des tasses. Il est donc recommandé aux restaurateurs d'opter pour un appareil à haute efficacité, afin de réduire leur consommation énergétique globale.

Analyse de l'acceptabilité sociale

L'analyse du cycle de vie a ainsi clairement montré l'avantage de l'utilisation des tasses réutilisables par rapport aux gobelets jetables de carton et polyéthylène. Ce volet de l'étude présente une analyse de l'acceptabilité sociale qui vise à déterminer les enjeux et leviers sociaux permettant de mettre en place les meilleures pratiques identifiées.

Afin de parvenir à ces fins, une collecte d'informations en trois étapes a été réalisée, incluant : une revue préliminaire de littérature, l'observation du service du café dans des commerces et une enquête auprès de restaurateurs ciblés.

Les tableaux 1 et 2 ci-dessous font état de l'ensemble des obstacles et leviers identifiés à l'issue de l'enquête.

Tableau 1 : Les obstacles à l'adoption des contenants réutilisables dans le service du café sur place

Acteurs concernés	Obstacles (détail à la sous-section 5.2.3)
Consommateurs	Manque d'information quant à la disponibilité des contenants réutilisables, lorsque ceux-ci sont offerts dans un établissement.
	Mobilité du consommateur et désir de garder le café chaud pendant longtemps.
	Craintes par rapport à l'hygiène des contenants réutilisables (volonté d'éviter les risques d'infection ou de goût).
Service de restauration	Contraintes matérielles : demande en espace et investissement initial dans le matériel de lavage et rinçage (volonté de limiter les coûts d'achat de la vaisselle et de la main-d'œuvre pour le lavage).
	Craintes d'atteinte à l'image et à la crédibilité due à la question de l'hygiène des tasses réutilisables.
	Opportunité d'utiliser les contenants jetables comme support publicitaire
	Méconnaissance des coûts et des bénéfices liés à l'utilisation des contenants jetables et réutilisables.

Source : Données d'enquête.

Tableau 2 : Leviers pour l'adoption généralisée des tasses réutilisables

Acteurs concernés	Leviers (détail aux sous-sections 5.3.1, 5.3.2 et 5.3.3)
Consommateurs	Sécuriser les consommateurs sur les questions d'hygiène des tasses réutilisables
	Améliorer la connaissance du consommateur sur les impacts environnementaux des contenants jetables
	Agir sur les valeurs positives des consommateurs (campagne de promotion sur les bienfaits des tasses réutilisables)
	Responsabiliser le consommateur en lui faisant assumer le coût ou le bénéfice associé à son choix
Fournisseurs	Promouvoir la conception de tasses de voyage qui répondent aux besoins des consommateurs
Services de restauration	Récompenser et mettre en valeur les bonnes pratiques
	Accompagner les restaurateurs dans leur adoption des meilleures pratiques
	Encourager les restaurateurs à rendre disponibles les tasses réutilisables

Source : Données d'enquête.

Le diagnostic établi dans le cadre de la présente étude fait apparaître une homogénéité de discours autour de l'utilisation des contenants réutilisables dans le service de café, la préférence des consommateurs pour les gobelets réutilisables et les tasses en céramique et la présence d'initiatives de sensibilisation des consommateurs et des commerces impliqués. Il met également en relief le manque d'intérêt et, ultimement, la non-disponibilité des grandes chaînes de restauration pour participer à cette enquête. Les données ont mis à jour des freins à l'adoption des meilleures pratiques dans le service de café sur place. Ils sont relatifs au manque d'information des consommateurs, leur grande mobilité et leurs craintes par rapport à l'hygiène. Ils sont aussi liés à des contraintes matérielles chez les restaurateurs, à leur crainte d'atteinte à

la réputation dues aux questions d'hygiène et à la disponibilité des tasses pour les consommateurs au sein des établissements. Les freins sont enfin relatifs à la difficulté de mise en place d'aménagements nécessaires pour l'utilisation des tasses dans les commerces de grande taille et la volonté des restaurateurs d'utiliser les contenants jetables comme supports publicitaires.

L'étude a aussi mis en évidence quelques leviers pouvant servir de facilitateurs à l'élaboration d'une stratégie de transition de la substitution des tasses réutilisables aux contenants jetables. Ceux-ci sont identifiés par les restaurateurs interviewés, qui sont peu favorables à la possibilité d'éventuelles réglementations à ce sujet.

Table des matières

MISE EN CONTEXTE	1
1 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1 COMPARAISON ENVIRONNEMENTALE DE LA VAISSELLE RÉUTILISABLE ET JETABLE.....	3
1.1.1 <i>Les études de Hocking</i>	3
1.1.2 <i>Ligthart et Ansems (2007)</i>	4
1.1.3 <i>Simon et coll. (2012)</i>	4
1.1.4 <i>Refiller (2013)</i>	5
1.1.5 <i>Ziada (2009)</i>	5
1.1.6 <i>Conclusion</i>	6
1.2 ACCEPTABILITÉ SOCIALE DE LA SUBSTITUTION DU JETABLE PAR LE RÉUTILISABLE	6
1.2.1 <i>Homogénéité du discours</i>	7
1.2.2 <i>Préférences des consommateurs</i>	7
1.2.3 <i>Initiatives associatives et commerçantes</i>	8
1.3 PERTINENCE DE LA PRÉSENTE ÉTUDE.....	8
VOLET ENVIRONNEMENTAL.....	11
2 MODÈLE D'ÉTUDE ACV – VOLET ENVIRONNEMENTAL	12
2.1 OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET APPLICATION ENVISAGÉE	12
2.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PRODUITS À L'ÉTUDE	13
2.3 FONCTION ÉTUDIÉE ET UNITÉ FONCTIONNELLE.....	14
2.4 TRAITEMENT DES FONCTIONS SECONDAIRES ET RÈGLES D'IMPUTATION.....	15
2.5 FRONTIÈRES DES SYSTÈMES	16
2.5.1 <i>Description générale des systèmes</i>	16
2.5.2 <i>Frontières géographiques et temporelles</i>	21
2.6 SOURCES, HYPOTHÈSES ET DONNÉES D'INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE (ICV)	21
2.6.1 <i>Hypothèses</i>	24
2.7 ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	25
2.8 INTERPRÉTATION.....	28
2.8.1 <i>Analyse de l'inventaire</i>	28
2.8.2 <i>Évaluation de la qualité des données d'inventaire</i>	29
2.8.3 <i>Contrôles de cohérence et de complétude</i>	29
2.8.4 <i>Analyses de sensibilité et analyses de scénarios</i>	30
2.8.5 <i>Analyse d'incertitude</i>	32
2.9 REVUE CRITIQUE	33

3	RÉSULTATS ET DISCUSSION – VOLET ENVIRONNEMENTAL	35
3.1	PROFIL ENVIRONNEMENTAL DES OPTIONS	35
3.1.1	<i>Gobelets de carton-PE à usage unique</i>	<i>37</i>
3.1.2	<i>Tasse en céramique et tasses de voyage</i>	<i>37</i>
3.1.3	<i>Comparaison des options dans un contexte spécifique</i>	<i>39</i>
3.2	COMPARAISON DES OPTIONS EN FONCTION DU NOMBRE D'UTILISATIONS DES TASSES.....	40
3.3	QUALITÉ, COHÉRENCE ET COMPLÉTUDE DES DONNÉES D'INVENTAIRE	44
3.3.1	<i>Évaluation de la qualité des données d'inventaire</i>	<i>44</i>
3.3.2	<i>Contrôles de cohérence et de complétude.....</i>	<i>48</i>
3.4	ANALYSES DE SENSIBILITÉ	48
3.4.1	<i>Évaluation des impacts avec une autre méthode ÉICV.....</i>	<i>48</i>
3.4.2	<i>Taux de bris des tasses lors du transport.....</i>	<i>50</i>
3.4.3	<i>Quantités d'eau chaude et de détergent utilisées pour le lavage des tasses</i>	<i>51</i>
3.4.4	<i>Contexte énergétique de l'étude.....</i>	<i>52</i>
3.4.5	<i>Masse des tasses de voyage</i>	<i>52</i>
3.4.6	<i>Lieu de production des tasses de voyage en PP</i>	<i>53</i>
3.4.7	<i>Utilisation d'autres types de gobelets jetables.....</i>	<i>53</i>
3.4.8	<i>Masse et isolation thermique des gobelets jetables.....</i>	<i>56</i>
3.4.9	<i>Frontières de fin de vie : recyclage et remplacement de matière vierge (cas idéal).....</i>	<i>58</i>
3.4.10	<i>Résumé des analyses de sensibilité</i>	<i>58</i>
3.5	APPLICATIONS ET LIMITES DE L'ACV ENVIRONNEMENTALE.....	60
3.6	CONCLUSION DU VOLET ENVIRONNEMENTAL	61
	VOLET ÉCONOMIQUE	63
4	ANALYSE ÉCONOMIQUE PRÉLIMINAIRE	64
4.1	IDENTIFICATION DES COÛTS DIRECTS ET INDIRECTS	64
4.2	COÛTS DIRECTS DE L'UTILISATION DES GOBELETS À USAGE UNIQUE ET DES TASSES RÉUTILISABLES.....	65
4.3	CONCLUSION DU VOLET ÉCONOMIQUE	68
	VOLET SOCIAL	69
5	ANALYSE DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE.....	70
5.1	MÉTHODOLOGIE	70
5.1.1	<i>Observation des services.....</i>	<i>70</i>
5.1.2	<i>Enquête auprès de restaurateurs ciblés.....</i>	<i>70</i>
5.2	ENJEUX DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE	72
5.2.1	<i>Retour sur l'état des lieux</i>	<i>72</i>
5.2.2	<i>Perceptions des restaurateurs quant à l'utilisation des tasses réutilisables.....</i>	<i>72</i>

5.2.3	<i>Les obstacles à l'adoption généralisée de tasses réutilisables</i>	74
5.3	LES LEVIERS POUR L'ADOPTION GÉNÉRALISÉE DE TASSES RÉUTILISABLES	76
5.3.1	<i>Agir sur le consommateur</i>	76
5.3.2	<i>Travailler avec les fournisseurs</i>	78
5.3.3	<i>Encourager les restaurateurs</i>	78
5.4	LIMITES DE L'ANALYSE DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE.....	79
5.5	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE	79
6	CONCLUSIONS GÉNÉRALES	81
6.1	RECOMMANDATIONS	81
6.2	RETOUR SUR LES QUESTIONS SPÉCIFIQUES DE RECYC-QUÉBEC	81
7	RÉFÉRENCES	83
ANNEXE A : MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU CYCLE DE VIE (ACV)		A-1
ANNEXE B : MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS DU CYCLE DE VIE.....		B-1
ANNEXE C : DONNÉES ET HYPOTHÈSES DU VOLET ENVIRONNEMENTAL.....		C-1
ANNEXE D : ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES DONNÉES D'INVENTAIRE.....		D-1
ANNEXE E : RÉSULTATS BRUTS – VOLET ENVIRONNEMENTAL.....		E-1
ANNEXE F : ANALYSE DE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE		F-1
ANNEXE G : REVUE CRITIQUE.....		G-1

Liste des tableaux

Tableau 2-1 : Caractéristiques de performance et flux de référence des systèmes comparés.....	15
Tableau 2-2 : Processus inclus et exclus des frontières de l'ACV	19
Tableau 2-3 : Mélanges d'approvisionnement énergétique utilisés	22
Tableau 2-4 : Principales données, sources et hypothèses utilisées dans l'établissement de l'ICV d'avant-plan	23
Tableau 2-5 : Membres constituants du comité de revue critique	34
Tableau 3-1 : Répartition des impacts potentiels associé au lavage à la main des tasses (conditions « moyennes »).....	38
Tableau 3-2 : Nombre d'utilisations à partir duquel les tasses réutilisables sont équivalentes ou préférables aux gobelets jetables de masse moyenne.....	43
Tableau 3-3 : Principaux contributeurs, qualité des données et effet potentiel sur les conclusions de l'étude	46

Tableau 3-5 : Nombre d'utilisations à partir duquel les tasses réutilisables sont équivalentes ou préférables aux gobelets jetables de masses variables	57
Tableau 3-6 : Résumé des analyses de sensibilité	59
Tableau 4-1 : Coûts des systèmes de consommation de café	64
Tableau 4-2 : Coûts directs pour les restaurateurs – Service du café dans des gobelets à usage unique ou des tasses de céramique	66
Tableau 5-1 : Les obstacles à l'adoption des contenants réutilisables dans le service du café sur place	76
Tableau 5-2 : Leviers pour l'adoption généralisée des tasses réutilisables	79

Liste des figures

Figure 2-1 : Tasses et gobelets faisant l'objet d'une comparaison.....	14
Figure 2-2 : Frontières des systèmes de gobelets à usage unique (haut) et tasses lavables fournies par le restaurateur ou par le client (bas).	17
Figure 2-3 : Catégories de dommage et catégories d'impacts de la méthode IMPACT 2002+.	26
Figure 3-1 : Profil environnemental de cinq options pour servir un café par jour pendant un an (méthodes IMPACT 2002+ et IPCC 2007) (tasse en céramique et tasses de voyage réutilisées 500 fois).	36
Figure 3-2 : Comparaison de cinq options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthodes IMPACT 2002+ et IPCC 2007).	42
Figure 3-3 : Comparaison des options pour servir un café par jour pendant un an, selon les méthodes ReCiPe et IMPACT 2002+ / IPCC 2007.....	49
Figure 3-4 : Comparaison d'options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthodes IPCC 2007 et IMPACT 2002+) – Analyse de sensibilité avec les gobelets compostables et les gobelets jetables en styromousse.	55
Figure 4-1 : Coûts directs, pour les restaurateurs, associés à l'utilisation de gobelets jetables ou de tasses lavables.	67
Figure 4-2 : Coûts directs du service de 365 cafés pour les restaurateurs, en fonction du nombre de réutilisations des tasses en céramique.	68
Figure 5-1 : Divers types de contenants utilisés dans le service de café.....	73

Liste des abréviations et sigles

ACV	Analyse du cycle de vie
CC	Changement climatique (catégorie de dommage environnemental)
CIRAIG	Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services
CO ₂	Dioxyde de carbone
DALY	Disabled Adjusted Life Years
ÉICV	Évaluation des impacts du cycle de vie (appelé ACVI par ISO)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC en anglais)
GPPS	<i>General Purpose Polystyrene</i> (Polystyrène standard)
HIPS	<i>High-Impact Polystyrene</i> (Polystyrène choc)
ICV	Inventaire du cycle de vie
ISO	Organisation internationale de normalisation
kg CO ₂ éq.	Kilogramme de dioxyde de carbone équivalent
kg PO ₄ éq.	Kilogramme de phosphate équivalent
kg SO ₂ éq.	Kilogramme de dioxyde de soufre équivalent
LCA	<i>Life cycle assessment</i>
MJ	Mégajoules d'énergie
PC	Polycarbonate
PDF*m ² *an	« Potentially Disappeared Fraction » sur une certaine surface et sur une durée donnée
PE	Polyéthylène
PEBD	Polyéthylène basse densité
PEHD	Polyéthylène haute densité
PET	Polyéthylène téréphtalate
PLA	Acide polylactique
PP	Polypropylène
PRG	Potentiel de réchauffement global (GWP en anglais)
PS	Polystyrène
PSE	Polystyrène expansé
QE	Qualité des écosystèmes (catégorie de dommage environnemental)
R	Ressources (catégorie de dommage environnemental)
SH	Santé humaine (catégorie de dommage environnemental)
UF	Unité fonctionnelle

Mise en contexte

Souhaitant lutter contre le gaspillage des ressources par la réduction à la source et la consommation écoresponsable, RECYC-QUÉBEC a entrepris une réflexion sur les produits de courte vie et jetables dans le but de soutenir solidement d'éventuels gestes de réduction à la source dans ce domaine. Son plan stratégique 2012/2017 comporte notamment un objectif visant à « élaborer des mesures sur les produits à courte vie pour imputer les coûts sociaux et environnementaux, et encourager l'utilisation des produits durables » (RECYC-QUÉBEC, 2012).

C'est dans cette optique que l'organisme désirait réaliser une analyse du cycle de vie (ACV) comparant un produit à usage unique à sa version réutilisable. Parmi les nombreux produits jetables pouvant être étudiés sous l'angle d'une ACV, un choix devait être effectué et les aspects suivants ont servi à la sélection :

- Des articles de la vie courante, bien connus, consommés régulièrement;
- Des produits représentant une quantité significative (en volume ou en nombre);
- Des produits pouvant servir de cas modèle pour éventuellement l'étendre à d'autres produits similaires/connexes;
- Des produits pour lesquels des substituts existent et sont déjà couramment employés et acceptés par des commerçants et consommateurs.

La pause-café : le cas des gobelets à usage unique

Le secteur de la restauration rapide est fort pertinent pour ce genre d'étude. Plus spécialement, le cas des gobelets à usage unique de café destinés à une consommation sur place². En effet, ils sont consommés en quantité importante, dans de multiples contextes, partout au Québec et au-delà. Également, ils sont généralement achetés par des commerçants et manipulés par des consommateurs, ce qui se traduit par deux leviers possibles au sens communicationnel. De plus, les gobelets jetables ont une recyclabilité plutôt restreinte, sont couramment remplacés par des tasses conventionnelles en céramique, et sont associés à une activité quotidienne et même sociale, qui rejoint un nombre appréciable de personnes.

RECYC-QUÉBEC a donc mandaté la Chaire internationale sur le cycle de vie afin qu'elle réalise une ACV comparative sur diverses options pour la consommation de café dans les points de restauration. De plus, une analyse économique préliminaire et une analyse de l'acceptabilité sociale du passage du gobelet jetable à la tasse lavable viennent compléter l'étude environnementale.

² Au Québec, les contenants ou emballages de restauration accompagnant la nourriture consommée sur place dans un restaurant sont exclus du système de financement de la collecte sélective municipale (Éco Entreprises Québec, 2013) et ne bénéficient d'aucun incitatif pour favoriser leur recyclage.

Objectifs de l'étude

Les objectifs, couvrant les trois volets de l'étude, sont de :

1. Comparer le profil environnemental de différents systèmes de consommation de café à des points de restauration, en tenant compte de l'ensemble de leur cycle de vie.
 - o identifier les paramètres clés/points chauds des systèmes analysés;
 - o évaluer l'influence de certaines variables clés telles que le nombre de réutilisations des tasses et la consommation d'eau chaude pour leur lavage.
2. Comparer les coûts directs que représentent les différents systèmes de consommation de café pour le restaurateur.
3. Étudier le discours des commerçants et des consommateurs et analyser les enjeux liés à l'acceptabilité sociale d'une transition de l'utilisation de gobelets à usage unique vers une utilisation plus répandue de tasses réutilisables.
4. Identifier les leviers d'amélioration possibles quant aux systèmes de consommation de café dans les points de restauration, afin de recommander des ajustements dans les pratiques d'acquisition et d'utilisation des contenants à café :
 - o pour réduire les impacts environnementaux potentiels
 - o pour assurer la rentabilité économique des changements pour les restaurateurs
 - o pour en favoriser l'acceptabilité sociale

En parallèle, on souhaite répondre aux questions suivantes :

- Est-il encore justifié pour les restaurateurs d'offrir des contenants à usage unique lors de consommation sur place ?
- Quel système procure le moins d'impacts potentiels pour un café consommé sur place : une tasse fournie par le commerçant ou la tasse réutilisable du consommateur ?
- Quels parallèles faire avec l'usage de vaisselle réutilisable dans les ménages dotés de lave-vaisselle ?
- Une généralisation des résultats de la tasse à café à d'autres couverts réutilisables serait-elle envisageable ?

Ce rapport présente :

- Une revue de la littérature couvrant les publications comparant les impacts environnementaux de la vaisselle réutilisable et de la vaisselle à usage unique, de même que l'acceptabilité sociale de la substitution du jetable par le réutilisable (**Chapitre 1**).
- Une analyse environnementale (ACV)
 - o Les objectifs et le champ de l'étude (**Chapitre 2**)
 - o Les résultats de l'analyse (**Chapitre 3**)
- Une analyse économique préliminaire (**Chapitre 4**)
- Une analyse de l'acceptabilité sociale (**Chapitre 5**)
- Les conclusions générales de l'étude (**Chapitre 6**)

L'analyse du cycle de vie présentée dans le premier volet de l'étude a été réalisée en conformité avec les normes ISO 14 040 et 14 044 (2006a; 2006b).

1 Revue bibliographique

Une revue de littérature couvrant deux volets distincts a été réalisée. Le premier volet touche la comparaison des gobelets à usage unique et des tasses réutilisables du point de vue environnemental. Le second volet s'intéresse plus spécifiquement aux éléments pouvant influencer l'acceptabilité sociale d'un type de contenant plutôt qu'un autre.

1.1 Comparaison environnementale de la vaisselle réutilisable et jetable

Une revue des publications pertinentes (études ACV ou autres) portant sur la comparaison environnementale de la vaisselle réutilisable et jetable a été effectuée.

Ceci a permis de dresser un portrait des travaux déjà réalisés à l'échelle internationale en ce qui a trait à l'analyse environnementale du cycle de vie dans ce secteur. Une attention particulière a été portée aux études ayant évalué les contenants pour boissons chaudes, telles que le café. L'analyse des études pertinentes répertoriées a aussi permis de comparer divers choix méthodologiques et sources de données employées, ainsi que les principales conclusions auxquelles elles arrivent.

À l'annexe C sont présentés des tableaux synthèses des études répertoriées sur les contenants pour boissons chaudes et froides et d'autres produits jetables du domaine de la restauration. Les quelques documents les plus pertinents à la présente étude sont résumés dans les sections qui suivent.

1.1.1 Les études de Hocking

Hocking est probablement le premier auteur à s'être penché sur la question des gobelets jetables et des tasses réutilisables. Bien que ses travaux datent des années 1990, soit avant la publication des normes ISO pour la réalisation d'ACV, il a été jugé pertinent de les résumer ici, car ils sont très largement cités, notamment dans la littérature grise (sites Internet et documents en ligne). Cet intérêt particulier tient au fait que l'auteur y conclut que les gobelets de styromousse sont environnementalement préférables aux gobelets de carton, allant à l'encontre de la croyance générale que les fibres naturelles sont plus écologiques. Cette conclusion est d'ailleurs confirmée par Franklin Associates (2006b).

Dans l'étude de Hocking de 1994, cinq types de contenants pour la consommation de boissons chaudes (une tasse de céramique, une tasse en verre trempé, une tasse en polystyrène réutilisable, des gobelets jetables de styromousse (PSE) et de carton non doublé) ont été analysés sur la base de leurs coûts énergétiques globaux durant les phases de fabrication et d'utilisation. La provenance de l'électricité et l'efficacité des centrales électriques ont été identifiées comme étant des facteurs clés dans la consommation d'énergie pour le lavage des tasses réutilisables, et de moindre importance pour la fabrication de ces mêmes tasses.

Hocking (1994) arrive ainsi à la conclusion qu'au Canada et aux États-Unis, les tasses réutilisées 500 fois ou plus représentent la même consommation énergétique par utilisation, ou même un peu plus que les gobelets en styromousse utilisés une seule fois.

Dans les résultats détaillés de l'article, on peut cependant voir que les tasses de céramique deviennent préférables aux gobelets de carton sur le plan énergétique dès qu'elles sont réutilisées 39 fois (1 009 fois dans le cas des gobelets en styromousse). Ces conclusions sont

tirées en considérant un mélange d'approvisionnement électrique canadien ou américain, qui consomme plus d'énergie primaire par kJ d'électricité que le celui du Québec, majoritairement basé sur l'hydro-électricité. Enfin, les gobelets jetables ont été évalués sans couvercle, alors que les points de restauration servant le café dans ce type de contenant fournissent généralement un couvercle de polystyrène au client. Les conclusions de Hocking ne peuvent donc pas être extrapolées au contexte québécois.

Note : pour fins de validation, une analyse de sensibilité comparant un gobelet en styromousse (avec couvercle de PS) aux autres options a été réalisée dans le cadre de la présente étude (voir sous-section 3.4.7).

1.1.2 Lighthart et Ansems (2007)

Cette étude ACV, réalisée par le groupe TNO pour le compte du *Benelux Disposables Foundation*, est l'une des plus fréquemment citées lorsqu'il est question du choix environnemental qui se pose entre les contenants jetables et réutilisables pour le café et les boissons chaudes. Elle compare cinq types de « systèmes de consommation » de café à partir de distributrice de bureau, dont des tasses réutilisables et divers gobelets jetables.

Les auteurs arrivent à la conclusion que l'utilisation de tasses réutilisables présente plus d'impacts environnementaux potentiels que les gobelets à usage unique (sauf dans la catégorie *Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone – Méthode CML2*).

Cette conclusion inattendue a donc été largement reprise par des producteurs de vaisselle jetable et des blogues environnementaux (dont certains sont listés à l'annexe C).

Il doit cependant être précisé que les résultats obtenus sont tributaires des hypothèses employées pour modéliser les systèmes comparés :

- les analyses de sensibilité montrent que le nettoyage des tasses réutilisables (et de la soucoupe le cas échéant) a une très forte influence sur la charge environnementale de ces options, avec une contribution allant de 90 à 100 % de l'impact potentiel. C'est que le mélange d'approvisionnement énergétique employé dans la modélisation est majoritairement basé sur des sources d'énergie fossiles (charbon, gaz naturel) et nucléaire. Le nombre de réutilisations des tasses (entre 500 et 3 000) affecte peu les résultats, puisqu'il est de toute façon très élevé, ce qui rend la phase de production des matières premières peu contributrice, que les tasses soient utilisées 500 ou 3 000 fois.
- pour les gobelets à usage unique, c'est la production des matières premières qui contribue à leur impact potentiel. La réutilisation des gobelets plus d'une fois, mais surtout les crédits environnementaux attribués aux systèmes jetables contribuent très fortement à leur bonne performance environnementale. Il a en effet été posé que le polystyrène était recyclé pour remplacer de la matière vierge, et que la partie non récupérée était brûlée en incinérateur municipal avec récupération d'énergie (évitant ainsi de la production d'électricité et de la chaleur industrielle qui aurait autrement été produite à partir de gaz naturel).

1.1.3 Simon et coll. (2012)

Cette étude, réalisée dans un contexte nord-américain, avait pour objectif premier de comparer les outils ACV et leurs conclusions, lorsque appliqués au domaine de l'emballage. Différents produits ont ainsi été évalués et comparés entre eux sur la base de cinq outils : GaBi 4, SimaPro 7.3.3, le Wal-Mart Stores Inc. Package Modeling 3, Sustainable Minds et COMPASS version 2.0.

Une des comparaisons réalisée concernait les gobelets à usage unique de 16 oz. Sept modèles ont été évalués, dont les gobelets de carton doublé de PE pour boissons chaudes. Des données concernant les quantités de matériaux et d'emballage y ont été mesurées et sont applicables à la présente étude.

Selon l'outil ACV employé, l'ordre de préférence en termes de choix de gobelet le plus environnemental varie. Cette constatation n'a cependant rien de surprenant, puisque les hypothèses et frontières de systèmes employées par les outils ne sont pas les mêmes. En conclusion, les auteurs font ressortir les paramètres clés influençant le plus les conclusions comparatives des produits jetables évalués, dont la masse, l'utilisation d'énergie renouvelable, les hypothèses quand aux matériaux agrosourcés, à la fin de vie et aux méthodes d'imputation.

1.1.4 Refiller (2013)

Le document publiquement disponible consiste en une présentation résumant une étude ACV réalisée pour le compte de *Refiller*, une entreprise suisse qui fabrique des tasses de voyage en plastique (faites de PE, PP, polyuréthane et silicone). Son objectif était de comparer l'utilisation de tasses réutilisables (leur tasse de voyage ou une tasse générique en céramique) à des gobelets jetables en carton doublé de PE ou en styromousse. L'analyse ne semble pas avoir fait l'objet d'une revue critique.

La fin de vie des contenants a été exclue de l'analyse et deux indicateurs environnementaux ont été retenus aux fins de comparaison : le potentiel de réchauffement climatique et l'utilisation de ressources non renouvelables. Les principales hypothèses posées pour l'étude sont :

- Les tasses de céramique et de voyage sont réutilisées 500 fois
- Les gobelets jetables ne sont utilisés qu'une seule fois
- Les tasses de céramique sont lavées en lave-vaisselle industriel
- Les tasses de voyage sont lavées à la main (0,5 litre d'eau, à 50 % chaude)

La présentation conclut que les deux types de tasses réutilisables sont préférables à l'utilisation de gobelets à usage unique, tant sur le plan de l'énergie que des émissions de GES. Les résultats chiffrés sont cependant difficiles à valider et la méthodologie détaillée n'est pas présentée.

1.1.5 Ziada (2009)

Cette étude n'est pas une analyse du cycle de vie, mais plutôt une comparaison de différents contenants pour café sur la base d'ACV déjà réalisées, de statistiques issues de sondages et d'entrevues, auprès de propriétaires de cafés notamment. Elle s'inscrit dans le cadre d'un plan de réduction des déchets de la Ville de Toronto, où plus d'un million de gobelets à café est envoyé à l'enfouissement chaque jour.

Plusieurs options de réduction des rejets associés aux gobelets de café jetables y sont explorées : recyclage des gobelets de carton doublé de PP, compostage municipal de gobelets en PLA, recyclage des gobelets en PSE (disponible à Toronto) et utilisation de tasses réutilisables.

Bien qu'elle ne présente pas de données ICV spécifiques, l'analyse se rapproche beaucoup plus du contexte québécois que celle de TNO (Ligthart et Ansems, 2007).

L'auteure présente un portrait de la vision qu'ont les consommateurs de gobelets jetables quant au recyclage, ainsi que de la réalité dans les centres de tri et chez les recycleurs. Il ressort notamment que les gobelets de carton sont identifiés comme étant recyclables, mais dans la réalité, ils sont considérés comme des contaminants dans les ballots de papiers mixtes. Ainsi,

s'ils ne sont pas rejetés lors du tri, ils le seront probablement par le recycleur qui achète les ballots.

Quant aux gobelets compostables, ils sont difficilement dégradés, même dans des installations municipales de traitement des résidus organiques. De même, étant donné les conditions spécifiques permettant la dégradation du PLA, il se pourrait qu'il ne se décompose pas plus rapidement que le PET en sites d'enfouissement.³

Une approche sociale pour la réduction des déchets dus aux gobelets à café est également testée, dont : mettre en place de panneaux informatifs dans les cafés (encourageant notamment les clients à amener leur propre tasse), demander verbalement aux clients s'ils désirent une tasse ou un gobelet et vendre ou fournir des tasses réutilisables. Pour chacune des options, les réactions des marchands sont présentées et discutées.

1.1.6 Conclusion

En plus des études citées à l'annexe C, une méta-analyse (van der Harst et Potting, 2013) a récemment été réalisée afin de comparer les résultats de dix études ACV ayant porté sur les gobelets à usage unique et d'en évaluer la robustesse. En se basant sur le potentiel de réchauffement climatique (seul indicateur commun à l'ensemble des études), il est notamment ressorti qu'aucun matériau n'est toujours mieux ou pire que les autres. Les différences perçues sont attribuables à plusieurs facteurs, dont le matériau et la masse du gobelet, les procédés de fabrication et ceux de gestion des déchets, les méthodes d'imputation et les données utilisées.

La revue de la littérature fait donc ressortir l'importance de certains paramètres clés sur les conclusions des études. Les études existantes se basant sur des paramètres ne reflétant pas le contexte québécois, elles ne permettent pas de statuer sur le type de contenant à café représentant le moins d'impacts environnementaux potentiels dans un contexte de consommation en restaurant.

1.2 Acceptabilité sociale de la substitution du jetable par le réutilisable

La revue de littérature sur l'acceptabilité sociale de la substitution des gobelets à usage unique par des tasses réutilisables a été articulée autour du discours ambiant sur l'utilisation des services de café, les contenants privilégiés, la représentation populaire, les initiatives locales connues et les perspectives. Elle est essentiellement constituée d'écrits intuitifs⁴, de rapports d'activités et de développement durable et de discussions sur les réseaux sociaux (blogs, groupes thématiques, etc.); tous obtenus à partir de recherches sur internet.

L'ampleur et l'effort alloué à la collecte d'informations ont été fondés sur la notion de saturation de l'information. Plus explicitement, on n'ajoute pas de source d'information supplémentaire lorsque l'on observe qu'il n'apparaît plus d'information nouvelle. La recherche a ciblé les

³ Les gobelets comprenant une pellicule de plastique ne peuvent être qualifiés de « compostables », cependant certains sites de compostage du Québec acceptent les gobelets à café dans les résidus organiques alimentaires (jusqu'à concurrence d'un certain pourcentage), car le papier finit par se biodégrader et le plastique est simplement retiré en fin de processus, lors de l'affinage.

⁴ Au sens où il est utilisé dans ce rapport, écrit intuitif signifie tout texte écrit et publié dans un support non scientifique et qui n'est pas passé par un comité de lecture, fruit de l'intuition, de l'inspiration et de la créativité de son auteur.

consommateurs organisés en une sorte de « planète-café » où se font les échanges et discussions sur la qualité et les bonnes pratiques. Cette revue a permis d'établir un état des lieux sur l'homogénéité du discours autour de l'utilisation des contenants réutilisables dans le service de café, des préférences des consommateurs et des initiatives de sensibilisation des consommateurs et des commerces.

1.2.1 Homogénéité du discours

Le discours recensé par rapport aux contenants réutilisables est majoritairement en faveur de leur utilisation. Il y a néanmoins beaucoup d'interrogations soulevées sur la faisabilité de la substitution des gobelets jetables par des tasses réutilisables et des demandes d'informations sur des expériences connues de sa réussite. Une grande ouverture à l'adoption de ce comportement est surtout perceptible chez les consommateurs. Fait marginal mais important, la revue a mis en évidence une réaction à contre-courant constituée de justifications au discours contre l'adoption des contenants réutilisables. Mais cette réaction marginale ressemble davantage à une stratégie de recherche de conformation à la « norme » sociale pour corriger une disharmonie interne que vit l'individu qui l'exprime.

1.2.2 Préférences des consommateurs

Interchangeabilité des contenants

Les gobelets réutilisables et les tasses sont interchangeableables en fonction des événements, bien que ces dernières soient plus fragiles pour être utilisées lors de manifestations impliquant beaucoup de monde. Les tasses réutilisables sont jugées plus agréables pour boire et leurs utilisateurs sont disposés à payer une consigne pour son usage.

Représentation populaire de la tasse

La représentation populaire confère à la tasse certaines qualités pour donner bon goût aux breuvages chauds. Des études faites en Espagne et au Royaume-Uni par des équipes des Université Polytechnique d'Oxford et de Valence révèlent que les consommateurs peuvent modifier leur perception du goût du chocolat chaud dès lors qu'il est servi dans une tasse. « *Les participants à l'étude ont jugé meilleur le goût du chocolat lorsqu'il se trouvait dans les tasses de couleur orange ou crème, et ce, même s'il était identique dans toutes les tasses.* » (Radio-Canada (2013), citant l'étude de Piqueras-Fiszman et Spence (2012)).

On note également chez les consommateurs une prise de conscience accrue de l'impact sur l'environnement des gobelets à usage unique et une idée claire qu'utiliser une tasse à café réutilisable garde chaud le liquide, permet de sauver de l'argent, d'économiser les gobelets jetables et qu'il est possible de minimiser la corvée du lavage de la tasse (souvent, il suffit de rincer la tasse une fois en fin de journée, sans la nettoyer entre chaque remplissage). En témoignent les énoncés suivant, tirés d'une expérience réalisée au CÉGEP de Chicoutimi par l'émission *La vie en vert* consistant à remplacer les gobelets jetables pour boissons chaudes par des tasses réutilisables (Tremblay, 2009) : « *on consomme 350 gobelets de boissons chaudes par jour à la cafétéria. Si chaque étudiant jette [un gobelet] par jour, cela fait 164 [gobelets] par année multiplié par 2 500 étudiants réguliers, cela représente 25 conteneurs de 6 mètres cube* » (Pierre-Luc Dessureault, éco-conseiller du Cégep de Chicoutimi); « *C'est une idée merveilleuse, avant les [gobelets] en carton se retrouvaient la plupart du temps dans des bacs où ils n'étaient pas récupérés* » (Étudiante); « *C'est sûr que je vais le faire. Je vais garder ma tasse dans mon sac.* » (Étudiant).

Faisabilité du réutilisable

Il est également mis en évidence que le passage à la tasse réutilisable est compliqué compte tenu des problèmes d'hygiène : l'option « tasse » ne marcherait que pour le travail de bureau et très difficilement pour un opérateur en usine ou un travail nécessitant beaucoup de déplacement. En trame de fond de cette position exprimée par les consommateurs, il y a l'acceptation de la possibilité de l'usage des tasses pour un service de café chez les restaurateurs. Ils perçoivent des limites du passage du jetable au réutilisable dues à la demande en espace, à l'investissement de base sur l'installation du matériel de rinçage et à l'impact sur l'eau. La tasse serait donc une solution intéressante à condition de fonctionner avec un lave-vaisselle « économique en eau » et des produits nettoyants biodégradables et d'être conscient de la « *nécessité d'aménagements en entreprises [qui n'est] pas toujours facile à mettre en place dans les grandes structures de plus de trente personnes* » (Versoo, 2013). D'autres mesures sont mises en avant pour contrôler l'usage important d'eau pour le lavage et le rinçage. Il s'agit de l'installation de filtre pour diminuer la consommation d'eau, de l'utilisation de savon biodégradable et de la diffusion de communiqués par voie électronique aux fins de sensibilisation.

1.2.3 Initiatives associatives et commerciales

Plusieurs initiatives ont eu cours pour sensibiliser les consommateurs de divers milieux à l'utilisation des contenants réutilisables pour le café, parmi lesquelles :

- « On TASSE le gaspillage » d'Éco-quartier Saint-Laurent de Montréal impliquant des universités et des partenaires commerciaux intéressés (éco-quartier Saint-Laurent, 2009);
- « Au cégep AVEC ma tasse ! » au Cégep de Limoilou (CNW, 2010).
- Mission « Prenez une tasse » au Cégep de Chicoutimi (Tremblay, 2009).
- Offre de rabais sur les cafés achetés avec sa tasse chez de nombreux commerces⁵.

Ces initiatives, en général accompagnées de beaucoup d'enthousiasme par les organisateurs et participants, indiquent que l'adoption de la tasse réutilisable en remplacement du gobelet jetable est une possibilité acquise pour les consommateurs. Ces initiatives mettent également en évidence la nécessité de mener une enquête auprès des restaurateurs pour mieux cerner leur position sur le sujet à l'étude. En effet, la revue de littérature n'a pas révélé de prise de position particulière des restaurateurs en ce qui concerne les facteurs qui pourraient servir de leviers pour une stratégie de transition vers les tasses réutilisables.

1.3 Pertinence de la présente étude

Depuis plus de deux décennies, l'évaluation environnementale des gobelets jetables pour boissons a fait couler beaucoup d'encre. Une part importante des études répertoriées a

⁵ En 2009, c'était notamment le cas de : *Couche-Tard, Café plantation, la Maison de Torréfaction des cafés du monde, Café Crème Caramel, L'Estaminet, Café Aroma Paninoteca, Coop la maison verte, Couleur café, Collège Jean-de-Brébeuf, Café Chaos, Café Santropol, Mon p'tit café du quartier, Jardin botanique de Montréal, Biodôme de Montréal, In Vivo, bistro culturel, Café Zaza, CÉGEP Saint-Laurent Café Étudiant, Le Café-librairie À la Chasse-Galerie* (éco-quartier Saint-Laurent, commerces participants au projet « On TASSE le gaspillage ! », en ligne : www.eqsl.ca/fr/commercesparticipants.html [page consultée le 15 octobre 2013]).

cependant porté sur les gobelets pour boissons froides, souvent évalués dans un contexte d'événements spéciaux.

Sur les études ayant traité des contenants pour boissons chaudes, deux documents proposent une analyse qualitative de données publiées par d'autres (Ziada, 2009; Connolly, 2012) et cinq publications comparent différents modèles de gobelets jetables entre eux, sans considération pour l'option réutilisable (Hocking, 1991a; 1991b; Franklin Associates, 2006b; 2009b; 2011).

Enfin, deux études ACV ont comparé les gobelets à usage unique aux tasses à café lavables (Ligthart et Ansems, 2007; Refiller, 2013) — l'étude de Hocking (1994) est ici exclue du fait qu'elle ne se qualifie pas comme une ACV. La première considère le recyclage de la styromousse et la récupération énergétique issue de l'incinération des gobelets de carton, ce qui n'est pas le cas au Québec. La seconde étude est une présentation peu détaillée et n'ayant pas fait l'objet d'un contrôle de qualité. Également, les deux études étant européennes, l'approvisionnement énergétique considéré pour le lavage des tasses ne correspond pas au contexte québécois où l'énergie hydroélectrique prévaut.

À la lumière de cette revue bibliographique relativement exhaustive, il ressort ainsi qu'aucune des études publiées à ce jour ne permet de statuer sur le type de contenant à café représentant le moins d'impacts environnementaux potentiels dans un contexte de consommation en restaurant.

La présente étude apporte donc un éclairage nouveau sur les points suivants :

- **Comparaison de tasses réutilisables et de gobelets jetables dans un contexte de consommation en restaurants.** Aucune des études comparatives répertoriées ne s'applique à ce contexte. Par exemple, les études sur les gobelets jetables excluent toutes la production des couvercles (à l'exception de l'étude de PE Americas (2009) s'intéressant aux contenants pour boissons froides). Or, cet élément n'est pas négligeable et il est maintenant pratique courante dans les chaînes de restauration de fournir automatiquement un couvercle avec le gobelet à café.
- **Évaluation des tasses de voyage.** Le seul document répertorié sur ce type de produits est la présentation de *Refiller* (2013); aucune autre comparaison avec d'autres modes de consommation de café n'a été réalisée. Puisqu'une part importante des consommateurs de café possède une ou plusieurs tasses de voyage, il est pertinent de se demander dans quel contexte l'achat d'une telle tasse présente un avantage environnemental.
- **Identification claire des conditions faisant en sorte qu'un type de contenant doit être privilégié par rapport à un autre.** Les études et résultats répertoriés sont généralement présentés de manière à trancher en faveur d'une option dans l'absolu. Or, les paramètres clés que sont le nombre de réutilisations des tasses et l'énergie nécessaire pour leur lavage peuvent faire basculer les conclusions. Par conséquent, les résultats présentés ici sont illustrés sous forme de courbes en fonction du nombre de réutilisations pour permettre au lecteur de voir rapidement quand il est plus intéressant de choisir les tasses réutilisables. Plusieurs analyses de sensibilité permettent également de mesurer l'effet de paramètres variables ou incertains.
- **Évaluation dans un contexte québécois et nord-américain :** la seule étude ACV comparative répertoriée (Ligthart et Ansems, 2007) s'inscrit dans un contexte européen (puisque l'étude nord-américaine de Hocking (1994) n'est pas une ACV et date de plus de plus de 15 ans). La présente étude est donc la première à comparer les tasses et les gobelets jetables en prenant en compte le type de gestion des matières résiduelles et le

mélange d'approvisionnement énergétique ayant cours au Québec. Une analyse incluant plus largement des données nord-américaine permet également de d'élargir l'applicabilité des résultats.

- **Intégration des aspects sociaux et économiques** : en plus du volet environnemental, la présente étude couvre des éléments économiques et sociaux permettant un portrait global de la situation et des conditions à favoriser pour tendre vers la durabilité.

VOLET ENVIRONNEMENTAL

2 Modèle d'étude ACV – Volet environnemental

Ce chapitre présente le cadre méthodologique auquel doivent se conformer les phases subséquentes de l'ACV environnementale. Les objectifs et la méthodologie employés pour l'évaluation de l'acceptabilité sociale sont décrits au chapitre 5.

2.1 Objectifs de l'évaluation environnementale et application envisagée

Le but de ce volet est de comparer l'utilisation de produits à usage unique à l'option du réemploi du point de vue environnemental, puis, dans les volets suivants de l'étude, de déterminer les enjeux et leviers économiques et sociaux permettant de mettre en place les meilleures pratiques identifiées. Pour ce faire, le cas spécifique de la **consommation de café sur place** dans les **points de restauration** québécois a été étudié, en comparant l'utilisation de gobelets jetables et de tasses lavables.

Plus spécifiquement, les objectifs du volet environnemental de l'étude sont de :

1. Comparer le profil environnemental de différents systèmes de consommation de café à des points de restauration, en tenant compte de l'ensemble de leur cycle de vie.
 - o Effectuer une analyse de contribution et identifier les paramètres clés/points chauds des systèmes analysés;
 - o Fournir une évaluation de l'influence de certaines variables clés telles que le nombre de réutilisations des tasses et la consommation d'eau chaude pour leur lavage.
2. Identifier les leviers d'amélioration possibles quant aux systèmes de consommation de café dans les points de restauration (recommander des ajustements dans les pratiques d'acquisition et d'utilisation des contenants à café) pour réduire les impacts environnementaux potentiels.

*Le terme « **point de restauration** » est employé dans ce document pour désigner l'ensemble des lieux où il est possible d'acheter et de consommer du café sur place, que le service soit fait à la table ou au comptoir. Il inclut les restaurants, les chaînes de restauration rapide, les franchises et les cafés indépendants, de même que les aires de restauration des centres d'achat.*

Les systèmes de consommation de café comparés sont définis plus en détail à la section 2.2.

À la demande de RECYC-QUÉBEC, le cadre de l'étude a été limité aux boissons consommées en restaurant, car son but était de mieux saisir les impacts des tasses réutilisables offertes par le restaurateur (jusqu'à présent non couvertes par la littérature) et d'identifier des leviers d'action permettant de réduire le recours aux produits à usage unique dans un contexte de consommation sur place. Les données recueillies et modélisées au cours de cette étude pourraient éventuellement servir à évaluer le service de café pour emporter, mais cette analyse ne faisait pas partie de l'objectif de la présente étude.

À terme, les résultats de cette étude sont prévus à des fins de divulgation publique par RECYC-QUÉBEC, afin de guider les législateurs, les restaurateurs et les consommateurs vers de

meilleures pratiques dans l'offre et la consommation de produits jetables et afin d'identifier les leviers d'amélioration vis-à-vis des pratiques actuelles.

Conformément aux normes ISO, les revues critiques d'ACV sont facultatives lorsque les résultats sont voués à un usage interne par le mandataire. Cependant, une telle revue est une étape importante et obligatoire pour assurer la validité complète des résultats avant certaines communications publiques, telles que les déclarations environnementales de produits, suivant les normes ISO 14 020, ou les affirmations comparatives rendues publiques, suivant les normes ISO 14 040.

En ce qui a trait à cette étude, une revue critique du volet environnemental a été réalisée par un comité d'experts indépendants. Se référer à la section 2.9 pour plus de détail sur le processus de revue critique.

2.2 Description générale des produits à l'étude

Les types de contenants retenus pour l'étude sont les suivants :

1. **Gobelet jetable de carton doublé de polyéthylène (PE), avec couvercle de polystyrène (PS).** Ce type de contenant représente la très grande majorité du marché des gobelets pour boissons chaudes distribués dans les points de restauration où l'on sert du café. C'est en effet le choix des chaînes alimentaires telles que *Tim Hortons*, *McDonald*, *Second Cup* et *Van Houtte* (qui à eux quatre comptent pour plus de 80 % du marché québécois (Couture, 2010)) ;

L'utilisation de gaines de carton servant d'isolant thermique a également été évaluée en analyse de sensibilité.

2. **Tasse réutilisable en céramique.** Les tasses employées dans les restaurants *Tim Hortons* ont été sélectionnées comme modèle type, du fait que la chaîne domine largement le marché du café matinal au Québec (Couture, 2010) et qu'elle propose des tasses en céramique correspondant aux formats de cafés étudiés.
3. **Tasse de voyage :** il existe une multitude de modèles de tasses réutilisables pouvant être apportées par les clients. Trois modèles simples ont été modélisés afin de voir l'effet du type de matériau employé :
 - a. **en acier inoxydable**, avec un couvercle et une poignée en polypropylène (PP) ;
 - b. **en PP**, avec un couvercle et une poignée en PP ;
 - c. **en polycarbonate (PC)**, avec un couvercle et une poignée en PP.

Ce choix ne se veut pas une représentation exhaustive de toutes les tasses de voyage disponibles sur le marché; il existe en effet des modèles en verre, en céramique ou avec des composantes de silicone qui n'ont pas été pris en compte ici. L'inclusion des tasses de voyage dans cette étude avait plutôt pour but d'évaluer l'impact de ce mode de consommation de café par rapport aux gobelets jetables et aux tasses de céramique offerts par les restaurateurs. Dans ce cadre, il a été jugé que les trois modèles retenus, constitués de matériaux très différents, représentaient une diversité suffisante.



Figure 2-1 : Tasses et gobelets faisant l'objet d'une comparaison.

2.3 Fonction étudiée et unité fonctionnelle

Les systèmes étudiés sont évalués sur la base de leur **fonction** : « servir du café pour consommation sur place dans un point de restauration ».

L'**unité fonctionnelle**, c.-à-d. la référence quantitative à laquelle se rapportent les calculs d'inventaire et d'évaluation des impacts se définit comme suit :

« Servir un café de format « moyen » (équivalent à 16 oz ou 475 ml)⁶ par jour, pour consommation sur place dans un point de restauration québécois, pendant un an (2013) ».

Les **flux de référence** font appel à la quantité de produits nécessaires pour remplir la fonction étudiée. Considérant les caractéristiques de chaque système, il est posé que l'unité fonctionnelle ci-haut est remplie par la production du nombre suivant de chaque système (Tableau 2-1). Tous les besoins en matières et en énergie sur la période d'étude y sont inclus.

⁶ Deux formats de café assez standard à travers les différentes chaînes de restauration ont initialement été évalués : Petit (équivalent à 10 oz ou 300 ml) et Moyen (équivalent à 16 oz ou 475 ml). Les résultats préliminaires obtenus ont cependant montré que les tendances sont identiques pour les deux formats. Il a donc été choisi de ne retenir qu'un seul format pour simplifier la présentation des résultats et ne pas alourdir inutilement le contenu du rapport.

**Tableau 2-1 : Caractéristiques de performance et flux de référence
des systèmes comparés**

Systèmes	Caractéristiques	Flux de référence
1. Gobelet jetable en carton et PE, avec couvercle en PS	Envoyé à l'enfouissement	365 gobelets et couvercles
2. Tasse en céramique fournie par le restaurateur	Nombre de réutilisations variable, en fonction des bris, des pertes et des vols Lavage au lave-vaisselle commercial après chaque utilisation	Nombre de tasses : 365/nombre de réutilisations 365 lavages au lave-vaisselle
3. Tasses de voyage avec couvercle et poignée en PP a. en acier inoxydable b. en polypropylène c. en polycarbonate	Nombre de réutilisations variable, en fonction des bris et des pertes Lavage à la main après chaque utilisation	Nombre de tasses : 365/nombre de réutilisations 365 lavages à la main

Tel que décrit au Tableau 2-1, le nombre de réutilisations des tasses a été pris en compte afin de ramener leurs impacts potentiels aux 365 utilisations définies par l'unité fonctionnelle. En termes de durée de vie, cela correspond à des réalités bien différentes selon le type de tasse. Ainsi, les tasses de céramique fournies par le restaurateur pourront durer quelques mois (à raison de plusieurs utilisations par jour), alors que les tasses de voyage pourront durer plusieurs années (à raison d'une utilisation par trois jours par exemple).

Ainsi, la quantité de matières et d'énergie consommées et les émissions générées lors de la production, de la distribution, de l'utilisation et de la fin de vie des contenants ont été considérées au prorata du nombre d'utilisations de chacune des options évaluées (et non en fonction de leur durée de vie sur une base temporelle).

De cette manière, l'unité fonctionnelle choisie permet de comparer les options de consommation de café sur une base équitable, tout en tenant compte du contexte spécifique d'utilisation québécois.

Des analyses de sensibilité ont également été réalisées sur plusieurs des caractéristiques évoquées ci-haut. Pour plus de détail sur les hypothèses employées pour la quantification des flux de référence, voir les données d'inventaire présentées au Tableau 2-4 et à l'Annexe C.

2.4 Traitement des fonctions secondaires et règles d'imputation

L'ACV ne porte pas sur la comparaison de produits ou services spécifiques, mais bien sur une ou plusieurs fonctions remplies par ces produits ou services. En conséquence, les processus multifonctionnels doivent être considérés avec précaution.

Les imputations suivantes sont considérées :

- Le transport des tasses et gobelets en fin de vie est imputé sur une base massique. Ce choix repose sur le fait que les processus génériques de transport sont disponibles sur une base de tonne.kilomètre (masse du produit x distance transportée). Il est possible que le transport des contenants légers tels que les gobelets de carton-PE ou les tasses de voyage en plastique soit limité sur une base volumique plutôt que massique. Dans ce cas, le choix de l'imputation massique aurait potentiellement pour effet de sous-estimer les impacts du transport. La très faible contribution du transport au cycle de vie de ces

- contenants (<2 %) permet cependant de considérer que la méthode d'imputation choisie pour le transport n'affecte en aucun cas les conclusions de l'étude.
- o Pour le lavage des tasses de céramique (Système 2) dans un lave-vaisselle commercial, une imputation par morceaux de vaisselle lavés a été réalisée, sur la base de la capacité annuelle moyenne de l'appareil (Rüdenauer et coll., 2011). À noter qu'une imputation sur une base massique (basée sur des données de Ligthart et Ansems (2007)) était également disponible, mais suite à une analyse comparative, l'option étant la plus défavorable à la tasse en céramique a été retenue. À noter qu'une imputation sur une base volumique aurait également été pertinente, puisque la capacité d'un lave-vaisselle est limitée par le volume intérieur disponible. Aucune donnée publiée n'a cependant été répertoriée pour permettre une telle analyse. Pour compenser, plusieurs analyses de sensibilité ont été réalisées sur les paramètres affectant la phase de lavage.
 - o Les tasses de voyage (Système 3) peuvent servir à d'autres fins qu'à la seule consommation du café matinal. Par conséquent, une portion de la tasse devrait être attribuée à la consommation d'autres boissons et exclue des frontières de la comparaison. Pour les fins de l'étude, la totalité de la production et de l'utilisation (lavage) des tasses de voyage a néanmoins été attribuée à la consommation du café matinal, afin de représenter le « pire cas ». Notons que cette imputation potentielle n'aurait que peu d'influence sur le bilan environnemental puisque le nombre de réutilisations de la tasse est déjà élevé.

Concernant la fin de vie des contenants, une approche *cut off* est utilisée pour le recyclage des tasses de voyage en PP et en acier inoxydable. C'est-à-dire que le processus de recyclage et les bénéfices associés sont exclus des frontières du système ; il n'y a donc pas de fonction secondaire à considérer (la production de matières recyclées est exclue). Une analyse de sensibilité sur les frontières de fin de vie a cependant été réalisée pour tester l'impact qu'aurait l'inclusion du recyclage sur les conclusions de l'étude (section 3.4.9).

2.5 Frontières des systèmes

Les frontières des systèmes servent à identifier les étapes, processus et flux qui seront considérés dans l'ACV. Elles incluent toutes les activités pertinentes à l'atteinte des objectifs de l'étude et donc, nécessaires à la réalisation de la fonction étudiée.

Les paragraphes qui suivent présentent une description générale des frontières des systèmes, ainsi que les considérations géographiques et temporelles associées.

2.5.1 Description générale des systèmes

La Figure 2-2 schématise les frontières générales des systèmes comprenant des gobelets à usage unique et des tasses réutilisables.

Une documentation plus détaillée sur les étapes du cycle de vie évaluées est fournie à l'Annexe C (sous forme de chiffrier). Le document inclut une liste complète des flux de matières et d'énergie faisant partie de l'avant-plan de chacun des sous-systèmes.

Mentionnons également que les diverses étapes du cycle de vie des produits à l'étude forment les **systèmes d'avant-plan**, tandis que tous les processus d'approvisionnement et de gestion des rejets impliqués à chacune de ces étapes constituent les **systèmes d'arrière-plan**.

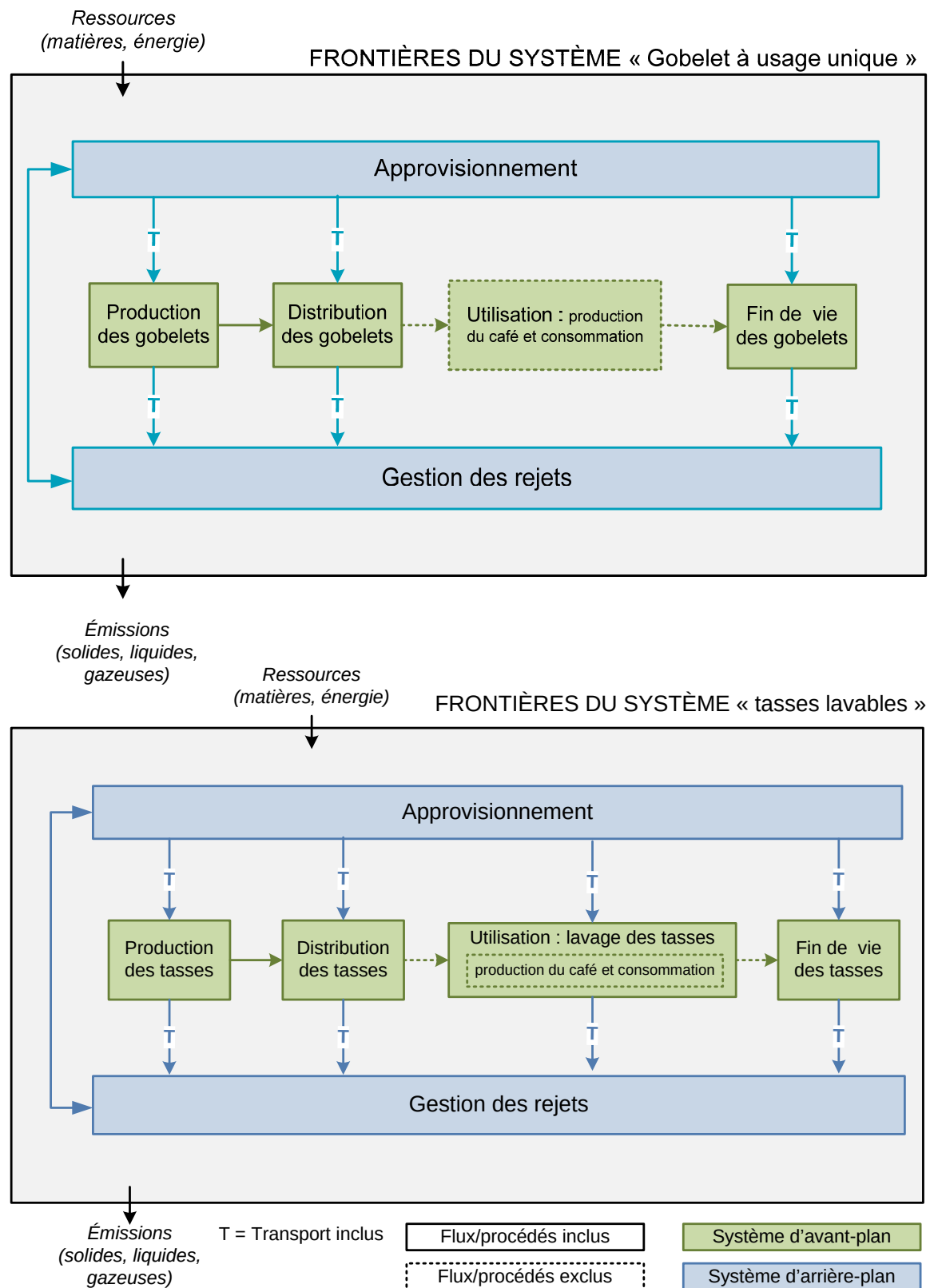


Figure 2-2 : Frontières des systèmes de gobelets à usage unique (haut) et tasses lavables fournies par le restaurateur ou par le client (bas).

Le sous-système « **production des gobelets/tasses** » inclut la pré-production de tous les matériaux nécessaires à l'étape de production et leur transport jusqu'au lieu de production. Il comprend également tous les processus liés à fabrication du produit en tant que tel (moulage, collage, émaillage, cuisson, emballage, etc.). Si possible, il inclut aussi les infrastructures et l'opération des équipements.

Le sous-système « **distribution des gobelets/tasses** » vise les transports des produits finis, de leur lieu de production jusqu'au centre de distribution, puis jusqu'au point de restauration ou au lieu de vente des tasses de voyage. Les pertes et bris lors du transport, de même que l'entreposage des stocks chez le distributeur sont exclus.

Dans le cas de l'« **utilisation** », le transport du consommateur jusqu'au point de restauration, la production du café et sa consommation sont exclues des frontières de l'étude, parce qu'elles sont considérées équivalentes pour tous les types de contenants. Par contre, le lavage des tasses réutilisables est inclus et comprend l'énergie pour chauffer l'eau, la production du détergent et de l'eau potable et le traitement des eaux usées. La production du lave-vaisselle commercial est également incluse dans le cas des tasses en céramique lavées par le restaurateur, mais non pour les tasses de voyage, qui sont considérées lavées à la main uniquement. Cette étape exclut l'entreposage des contenants au lieu de restauration, de même que le transport des tasses de voyage par l'utilisateur, qui sont considérés sans impacts environnementaux supplémentaires⁷.

Le sous-système « **fin de vie** » concerne l'élimination du produit à la fin de sa vie utile, incluant tous les transports entre le point de restauration et le lieu d'élimination ou de gestion finale.

Enfin, les sous-systèmes d'arrière-plan « **approvisionnement** » et « **gestion des rejets** » concernent respectivement, pour chacun des sous-systèmes d'avant-plan précédents, toutes les activités reliées :

- À l'approvisionnement en ressources (eau, énergie, produits chimiques, matériaux), comprenant l'extraction, le traitement et la transformation des ressources naturelles, de même que les différents transports requis jusqu'à l'arrivée aux sites d'utilisation des ressources (c.-à-d. les sites de pré-production, production, distribution, utilisation et de gestion en fin de vie).
- Au transport et au traitement des déchets générés à l'une ou l'autre de ces étapes du cycle de vie.

Dans tous les sous-systèmes, les processus d'« amont » identifiables sont inclus de manière à fournir la vue la plus complète possible du système. Par exemple, dans le cas de l'énergie utilisée pour un transport, non seulement les émissions liées à la combustion de carburant sont considérées, mais aussi les processus et matières nécessaires à la production de ce carburant. De cette manière, les chaînes de production de tous les entrants sont remontées jusqu'à l'extraction des matières premières.

Les processus et flux inclus et exclus de l'analyse sont résumés au Tableau 2-2. L'approvisionnement et la gestion des rejets ont été répartis entre les étapes du cycle de vie afin de simplifier la lecture du tableau.

⁷ Les consommateurs qui optent pour la tasse de voyage doivent la transporter avec eux, cependant, la masse supplémentaire que cela représente (moins de 500 g) est négligeable par rapport au poids moyen d'une personne (moins de 1 %), et peut donc être considérée sans impact additionnel.

Tableau 2-2 : Processus inclus et exclus des frontières de l'ACV

Étapes du cycle de vie	Processus/Sous-processus	Commentaires
Production des gobelets / tasses	Fabrication des gobelets / tasses et des couvercles correspondants	Production et transport des principaux composants/matériaux inclus; <i>Les autres ressources et rejets sont exclus (ex. les additifs employés lors de la production des tasses en PP et en PC : données non disponibles).</i>
	Emballage (primaire, secondaire)	
	Opération de fabrication sur site	Consommation d'électricité (pour la production et pour l'emballage) et émissions directes à l'environnement incluses. L'impression sur les gobelets de carton est également incluse.
	Infrastructures	Usines de céramique et d'usinage de métal (données génériques <i>ecoinvent</i>) incluses dans les systèmes de production de la tasse en céramique et de la tasse de voyage en acier inoxydable. Le moulin à papier pour la production du carton employé dans la fabrication des gobelets est également considéré. <i>Pour les tasses de voyage en PP et PC, aucune donnée disponible. Les processus de production et de transformation des plastiques dans ecoinvent sont agrégés ou ne contiennent pas d'infrastructures. À priori, les impacts environnementaux sont considérés négligeables.</i>
Distribution	Transport du lieu de production au centre de distribution	Inclus.
	Transport du centre de distribution au point de restauration ou au lieu de vente des tasses de voyage	Inclus.
	Emballage tertiaire (palettes)	<i>Exclu (considéré négligeable, supposant un taux de réutilisation élevé des palettes).</i>
	Pertes lors du transport	Quantité de contenants dégradés ou brisés lors du transport inconnu. Des taux de bris de 0 à 10% ont été testés en analyse de sensibilité (voir section 3.4.2).
	Manutention et entreposage des contenants chez le distributeur	<i>Exclu (donnée non disponible. À priori impacts environnementaux considérés négligeables)</i>
Utilisation	Entreposage des contenants par le restaurateur	<i>Applicable aux systèmes de gobelets jetables et de tasses en céramique uniquement. Exclu (donnée non disponible. À priori, impacts environnementaux considérés négligeables).</i>
	Production du café	<i>Exclu (équivalent pour tous les systèmes comparés).</i>
	Transport du client jusqu'au lieu de restauration	
	Consommation du café dans le point de restauration (éclairage, chauffage, service...)	

Étapes du cycle de vie	Processus/Sous-processus	Commentaires
	<i>Transport de la tasse</i>	<i>Applicable au système de tasse de voyage uniquement. Exclu (considéré marginal par rapport au transport de la personne)</i>
	Lavage des tasses	Pour les systèmes de tasses uniquement. Comprend l'énergie pour le chauffage de l'eau, la production du détergent / agent de rinçage et de l'eau potable et le traitement des eaux usées. Dans le cas des tasses de céramique, la fabrication d'un lave-vaisselle commercial est également incluse, de même que son énergie d'opération et son entretien.
Fin de vie	Transport de fin de vie	Transport des contenants du point de restauration au lieu d'élimination / gestion finale inclus.
	Gestion en fin de vie : 100% enfouissement	Pour les gobelets jetables, la tasse de céramique et la tasse de voyage en polycarbonate (considérée non recyclable), la fin de vie modélisée est l'enfouissement — ce qui correspond à 96% des cas au Québec, puisque seulement 4% des matières résiduelles y sont incinérées (RECYC-QUÉBEC, 2013).
	Gestion en fin de vie : recyclage	Pour les tasses de voyage en PP et en acier inoxydable, le recyclage a été considéré. Aucun impact associé (approche <i>cut off</i>). Le recyclage (modélisé par extension des frontières) a également été considéré en analyse de sensibilité pour les gobelets jetables (voir sous-section 3.4.9).
Toutes les étapes	<i>Services auxiliaires (publicité et autres services)</i>	<i>Exclus (données non disponibles. À priori considérés négligeables ou équivalents pour tous les systèmes comparés).</i>

Il est à noter qu'aucun critère d'inclusion ou de coupure n'a été appliqué pour la présente étude : toutes les données disponibles ont été intégrées au modèle.

Tel que présenté au Tableau 2-2, certains processus ont été exclus à cause d'un manque de données. Bien qu'il ne soit pas possible de connaître l'effet de l'inclusion de ces éléments sur les résultats, le type de données manquantes laisse présager que leur inclusion ne modifierait pas les conclusions. Par exemple, les infrastructures pour la production des tasses de voyage en polypropylène et en polycarbonate ne sont pas disponibles, les données génériques étant agrégées. Mais du fait que les unités de production des tasses en céramique et en acier inoxydable contribuent à moins de 1 % des impacts potentiels de leur cycle de vie, il est posé qu'il en serait de même pour les tasses en plastique. En ce qui a trait aux additifs tels que les pigments et les agents de remplissage pouvant être ajoutées au plastique des tasses de voyage, ils n'ont pas été inclus dans la modélisation, car leur composition est inconnue et que, même si elle l'était, les processus représentant les produits chimiques de ce type sont rarement disponibles dans les bases de données. Puisque les ajouts se font en de faibles quantités (généralement moins de 1 % du plastique), et que l'étape de production des tasses de voyage contribue très faiblement aux impacts potentiels de leur cycle de vie complet, il est estimé que leur exclusion ne modifie pas les résultats.

2.5.2 Frontières géographiques et temporelles

Conformément à l'unité fonctionnelle sélectionnée, la présente étude constitue une ACV représentative du contexte québécois en 2012. Ainsi, les activités de production, de distribution, d'utilisation (lavage) et de fin de vie sont modélisées de manière à répondre à ce critère.

Il est à noter, cependant, que certains processus compris dans les frontières des systèmes peuvent avoir lieu n'importe où ou à n'importe quel moment s'ils sont nécessaires à la réalisation de l'unité fonctionnelle. Par exemple, les processus associés à l'approvisionnement en matières premières peuvent avoir lieu à différents endroits dans le monde. De plus, certains processus peuvent générer des émissions sur une plus longue période que l'année de référence. C'est le cas de l'enfouissement des déchets, qui engendre des émissions (biogaz et lixiviat) sur une période de temps dont la longueur (de quelques décennies à plus d'un siècle, voire des millénaires) dépend de la conception et des paramètres d'opération des cellules d'enfouissement et de la modélisation de leurs émissions dans l'environnement.

2.6 Sources, hypothèses et données d'inventaire du cycle de vie (ICV)

Les données requises à l'ACV concernent les matières premières utilisées, l'énergie consommée ainsi que les rejets générés à chaque étape du cycle de vie étudié.

La qualité des résultats d'une ACV dépend de la qualité des données utilisées pour effectuer l'évaluation. C'est pourquoi tous les efforts ont été faits pour que les informations disponibles les plus crédibles et les plus représentatives soient intégrées à l'étude.

Ce volet de l'étude ayant pour but de fournir des données environnementales quant aux contenants pour la consommation de café de manière générale, il se base majoritairement sur des **données secondaires** (c.-à-d. des données génériques ou théoriques issues de banques de données commerciales, de rapports d'études, d'informations commerciales disponibles sur Internet ou d'autres sources publiées). Dans tous les cas, les données sélectionnées ont été jugées représentatives des gobelets et tasses disponibles au Québec en 2012, sans pour autant couvrir toutes les options disponibles sur le territoire.

Données primaires utilisées

Quelques mesures directes ont été effectuées afin de peser des gobelets, couvercles et tasses disponibles dans les principales chaînes de restauration québécoises, de même que pour estimer la consommation d'eau et de savon lors du lavage à la main des tasses de voyage. L'annexe F décrit également le processus d'enquête et d'observation de commerces québécois servant du café, réalisé dans le cadre de l'analyse sociale. Les informations recueillies ont notamment servi à appuyer les choix et hypothèses effectués dans le volet environnemental.

Les données représentant la production d'eau potable et le traitement des eaux usées municipales sont issues de la base de données interne du CIRAIG, et ont été développées spécifiquement pour représenter la situation moyenne québécoise, à partir d'informations fournies par les usines de traitement et d'épuration.

Données secondaires utilisées

La plupart des données proviennent cependant de rapports publics, ainsi que de modules de données d'inventaire du cycle de vie (ICV) disponibles dans la base de données *ecoinvent* version 2.2 (www.ecoinvent.ch/). Cette base de données européenne est particulièrement reconnue par la communauté scientifique internationale, car elle surpasse de loin les autres

bases de données commerciales tant du point de vue quantitatif (nombre de processus inclus) que qualitatif (qualité des procédés de validation, complétude des données, etc.).

Dans la mesure du possible, les modules de données génériques employés dans le cadre de cette étude ont été adaptés de manière à augmenter leur représentativité des produits et du contexte analysés. Plus particulièrement, les modules génériques ont été adaptés en remplaçant les mélanges d'approvisionnement énergétique (*grid mix*) européens par (voir également le Tableau 2-4) :

- Le *grid mix* québécois pour les processus d'avant-plan en phase d'utilisation, c.-à-d. la consommation d'électricité pour le lavage des tasses ;
- Le *grid mix* chinois pour les processus d'avant-plan de production et l'emballage de la tasse de céramique;
- Le *grid mix* ontarien pour les processus d'avant-plan de production et d'emballage des gobelets à usage unique et leur couvercle (la compagnie SoloCup, principal fournisseur des chaînes de restaurants, a sa seule usine canadienne en Ontario);
- Le *grid mix* nord-américain pour tous les processus d'arrière-plan qui sont réputés avoir lieu en Amérique. Le *grid mix* nord-américain est ici plus approprié considérant que l'approvisionnement et la gestion des déchets générés aux diverses étapes du cycle de vie peuvent avoir lieu n'importe où, et plus probablement en Amérique du Nord.

Ainsi, tous les processus d'avant-plan ayant lieu au Québec (incluant les divers transports) font appel à des processus d'arrière-plan adaptés au contexte énergétique nord-américain. Le Tableau 2-3 présente le détail des mélanges d'approvisionnement énergétique utilisés.

Tableau 2-3 : Mélanges d'approvisionnement énergétique utilisés

Mode de génération électrique	Québec (2012, sans Gentilly)	Ontario (2013)	Amérique du Nord	Chine
Charbon	0,01%	3,2 %	44,7 %	78,6 %
Pétrole	0,01%	0,1 %	4,4 %	2,9 %
Gaz naturel	0,08%	11,1 %	17,3 %	0,3 %
Nucléaire	0,24%	57,6 %	19,3 %	2,1 %
Hydroélectrique	97,84%	23,9 %	13,6 %	15,9 %
Éolien	1,22%	3,3 %	0,3%	< 0,1 %
Biomasse	0,06%	0,8 %	< 0,1 %	< 0,1 %
Biogaz / déchets	0,07%	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,1 %

Sources : Québec : Hydro-Québec (2012; 2013); Ontario : IESO (2013); Amérique du Nord : Itten et coll. (2013) et IEA (2009); Chine : ecoinvent v2.2. Le total peut différer de 100 % à cause de l'arrondissement. Les modes de génération électriques pour lesquels la fraction indiquée est < 0,1 % ont été négligés dans la modélisation.

Mentionnons aussi que toutes les données utilisées ont été :

- 1) Évaluées quant à leur représentativité temporelle, géographique et technologique ;
- 2) Collectées de manière à ce qu'elles soient les moins agrégées possible ;
- 3) Documentées conformément aux meilleures pratiques disponibles.

Le Tableau 2-4 résume les principales sources de données et hypothèses employées dans cette ACV, alors que l'Annexe C présente le détail des données utilisées et la modélisation effectuée.

Tableau 2-4 : Principales données, sources et hypothèses utilisées dans l'établissement de l'ICV d'avant-plan

Paramètres	Systèmes comparés			Commentaires
	1. Gobelet carton	2. Tasse céramique	3. Tasse de voyage	
Production				
Emplacement des sites de production	Ontario [1]	Chine	Chine	Hypothèse. Affecte l'énergie de production des contenants et les distances de transport.
Principaux matériaux et fraction	Carton (93,7 %) [2] PE (6,3 %) [2] Couvercle : PS (100 %)	Kaolin (53 %) [2] Feldspar (39 %) [2] Silice (8 %) [4]	a. acier inox (100 %) b. PP (100 %) c. PC (100 %) Couvercle et poignée : PP (100 %)	Tasses de voyage : composition simplifiée.
Volume et masse	475 ml (16 oz) Gobelet : 18,2 g (de 12,5 g à 24 g) Couvercle : 4 g (de 3 à 5,25 g)	475 ml (16 oz) 420 g	475 ml (16 oz) a. 275 g ± 50 g b. 150 ± 100 g c. 350 ± 100 g Couvercle : 30 ± 10 g Poignée : 15 ± 5 g	Masses basées sur des mesures directes. Gobelet : moyenne incluant des modèles à paroi simple et double.
Nombre d'utilisations	1	500	500	Hypothèse. Des analyses de sensibilité ont été réalisées.
Emballage	Boîte carton (839 g)/1 000 Sac LDPE (6,3g)/50 Énergie : 0,045 kWh/1000 [3]	Boîte carton (1 678 g)/12 Énergie : 0,090 kWh/12 Papier bulle PEBD : 10 g/unité	Boîte carton (1 678 g)/24 Énergie : 0,090 kWh/24 Papier bulle PEBD : 10 g/unité	Hypothèses : pour les tasses de céramique et de voyage, la quantité d'emballage de carton a été doublée (afin de représenter l'emballage unitaire) et une quantité de plastique a été ajoutée (papier bulle ou sac)
Distribution				
Distance et mode de transport	600 km camion (53' <i>dry van</i>) 50 km livraison (camion 16t)	21 400 km bateau (transocéanique) [5] 100 km camion (53' <i>dry van</i>) 50 km livraison (camion 16t)		Hypothèse. Pour le transport par bateau : port de Guangzhou et Shenzhen (Chine) au port de Montréal : 11 550 miles nautiques [5]
Utilisation				
Lavage des tasses (/tasse)	N/A	0,23 L d'eau 0,8 g de détergent et d'agent de rinçage 0,0221 kWh 5,0 E-07 lave-vaisselle (modèle encastré à cuve unique) [6]	3 L d'eau 2 g de détergent 0,205 kWh [7]	Lavage à la main : mesure directe. D'autres scénarios testés en analyse de sensibilité.
Détertif	N/A	Détertif industriel liquide [6]	« Soap, at plant » (ecoinvent)	Pour le détersif à lave-vaisselle industriel, 3 modélisations ont été testées en analyse de sensibilité.

Paramètres	Systèmes comparés			Commentaires
	1. Gobelet carton	2. Tasse céramique	3. Tasse de voyage	
Fin de vie				
Distance et mode de transport	Les transports sont modélisés sur la base d'un camion de collecte parcourant une distance de 50 km.			Hypothèse
Mode de gestion	100 % enfouis	100 % enfouis	a et b. 100 % recyclé c. 100 % enfouis	Hypothèse
Sources :				
[1]	http://www.canplastics.com/esource/profile.aspx?company_id=025571549			
[2]	(Ligthart et Ansems, 2007)			
[3]	(OVAM, 2006a)			
[4]	(European Commission, 2007)			
[5]	Pour le calcul des distances de transport par bateau : http://www.searates.com/reference/portdistance/			
[6]	(Rüdenauer et coll., 2011)			
[7]	Énergie calculée considérant 100 % eau chaude. (http://cgagnon1.ep.profweb.qc.ca/chronique100.html) (12,3 kWh pour chauffer 200 L d'eau à 60°C, soit 0,0683 kWh/l en considérant 10% de pertes de chaleur au chauffe-eau)			

Le logiciel SimaPro 8.0, développé par PRé Consultants (www.pre.nl), a été utilisé pour faire la modélisation des systèmes et réaliser le calcul de l'inventaire. Les résultats ont ensuite été compilés et traités dans un chiffrier électronique.

2.6.1 Hypothèses

Étant donné le contexte générique de l'étude, plusieurs hypothèses ont dû être posées. Les principales sont listées ici, alors que les hypothèses plus spécifiques sont présentées à l'annexe C avec les données d'inventaire.

- La consommation et les pertes de café sont équivalentes pour toutes les options. Tout le cycle de vie du café lui-même peut donc être exclu de l'analyse.
- Aucune perte n'est considérée pour les gobelets à usage unique et leurs couvercles (l'utilisation de gobelets à des fins autres qu'au service du café n'est pas inclus dans les frontières de la présente étude).
- Pour les fins de cette étude, il est posé que les tasses de voyage ne peuvent être lavées au lave-vaisselle résidentiel. En effet, il est souvent recommandé par les fabricants de ne laver les tasses de voyage qu'à la main. D'autre part, comme l'étude porte sur la consommation quotidienne de café et qu'il est peu réaliste qu'un consommateur fasse fonctionner son lave-vaisselle tous les jours, il est déduit que les tasses seront lavées manuellement.
- Pour l'évaluation de la consommation d'eau et de savon à vaisselle, il a été considéré que les tasses de voyage étaient lavées à la main, de manière individuelle (comme une personne le ferait au bureau, après avoir terminé la consommation de son café). Pour la mesure directe effectuée, trois scénarios ont été testés. Dans le scénario de base, le lavage se fait sous l'eau courante : le robinet est ouvert à faible débit, du savon liquide (2 g mesurés) est versé directement dans la tasse, la tasse est lavée, puis rincée (au total, 3 litres d'eau ont été mesurés, voir Tableau 2-4). Un scénario « écologique » implique un usage minimal d'eau et de savon : une goutte de savon liquide (0,25 g mesuré) est déposée sur une éponge mouillée, la tasse est lavée, puis rapidement rincée (consommation de 0,25 litre d'eau au total), en fermant le robinet durant le lavage. Un scénario « gros consommateur » implique de laisser couler l'eau pour qu'elle devienne chaude avant le lavage, de mettre un bon trait de savon liquide dans la tasse

(6 g mesurés) et de laver et rincer sous l'eau courante (au total, 6 litres d'eau ont été mesurés).

Une étude européenne portant sur le lavage de vaisselle à la main (Stamminger et coll., 2004) évaluait qu'en moyenne, un laveur utilise 103 litres d'eau et 35 g de savon pour laver 12 couverts (140 pièces), ce qui équivaut à 0,75 litre d'eau/tasse et 0,25 g de savon par tasse. Par conséquent, l'utilisateur qui amènerait sa tasse de voyage à la maison pour la laver en même temps que la vaisselle familiale quotidienne obtiendrait des performances équivalentes au scénario « écologique ».

- Nombre de réutilisations : pour les fins du profil environnemental des contenants, il a été posé que les tasses de céramique et les tasses de voyage de tous types étaient utilisées 500 fois avant d'être remplacées. Bien que ce nombre soit le même, il reflète des réalités bien différentes : 500 utilisations dans un restaurant peut correspondre à quelques mois d'usage (à raison de plusieurs utilisations par jour), alors qu'un consommateur doit utiliser la même tasse de voyage pendant plus d'un an pour l'atteindre. Ce nombre pouvant cependant être très variable d'un contexte à un autre, toutes les analyses subséquentes sont présentées en y incluant les résultats pour la plage allant de 5 à 3 000 réutilisations.
- Lieux de production et distances de transport : posés en fonction des informations génériques les plus fréquentes ou plausibles. Ainsi, par hypothèse, les gobelets de carton viennent de l'Ontario alors que les tasses de céramique et de voyage sont produites en Chine (voir Tableau 2-4). Par ailleurs, il se peut qu'un restaurateur particulier s'approvisionne en gobelets issus d'autres provenances que l'Ontario, ou que les consommateurs achètent des tasses de voyage fabriquées localement.
- Les tasses de céramique et les tasses de voyage sont distribuées dans des boîtes de carton, à raison de 12 et 24 par boîte respectivement. Du carton et du plastique (sac ou papier bulle) ont également été considérés pour l'emballage individuel des tasses.
- Les gobelets en carton et PE et leurs couvercles sont envoyés à l'enfouissement en fin de vie. Au Québec, il n'existe pas de filière spécifique pour ce type de matière. Les recycleurs tolèrent les gobelets en faibles proportions dans leurs lots de papiers ou de carton, à titre de contaminant (Cliche, 2012). Comme les gobelets à usage unique se retrouvent dans les ordures, avec le café résiduel et mêlés aux résidus alimentaires et aux autres emballages, l'attrait de les récupérer est très mince. On peut donc considérer que le recyclage des gobelets est marginal dans le contexte actuel.
- Pour les fins de modélisations, les tasses de voyage en acier inoxydable et en polypropylène sont considérées recyclées, alors que les tasses en polycarbonate sont posées enfouies (puisque le polycarbonate n'est pas une matière récupérée dans la collecte sélective actuellement au Québec).

Plusieurs de ces hypothèses ont fait l'objet d'analyses de sensibilité pour en vérifier l'influence sur les conclusions de l'étude.

2.7 Évaluation des impacts environnementaux

La méthode européenne IMPACT 2002+, reconnue internationalement, a été choisie pour effectuer l'évaluation des impacts du cycle de vie des systèmes comparés. La version utilisée par le CIRAIG correspond à la version 2.10 (telle que publiée par Jolliet et coll. (2003)), modifiée afin que les catégories d'impact *Eutrophisation aquatique* et *Acidification aquatique* soient intégrées à l'indicateur de dommages *Qualité des écosystèmes* (Figure 2-3).

Bien que développée pour le contexte européen, la méthode IMPACT 2002+ a été préférée aux méthodes ÉICV nord-américaines existantes (TRACI2 par exemple) dû au caractère complet des catégories de problème incluses, à la mise à jour fréquente des facteurs de caractérisation et à l'agrégation des catégories de problème en quatre catégories de dommage, ce qui simplifie la compréhension des résultats par des non initiés à l'ACV.

L'évaluation des impacts associés aux émissions de gaz à effet de serre sortants des frontières du système a été réalisée à partir de la méthode « IPCC 2007 » pour la catégorie *Changement climatique*. La méthode du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC en anglais) pour un horizon de temps de 100 ans a été choisie, car elle correspond aux pratiques employées dans les lignes directrices et normes les plus récentes (WBCSD et WRI, 2013 ; ISO, 2013).

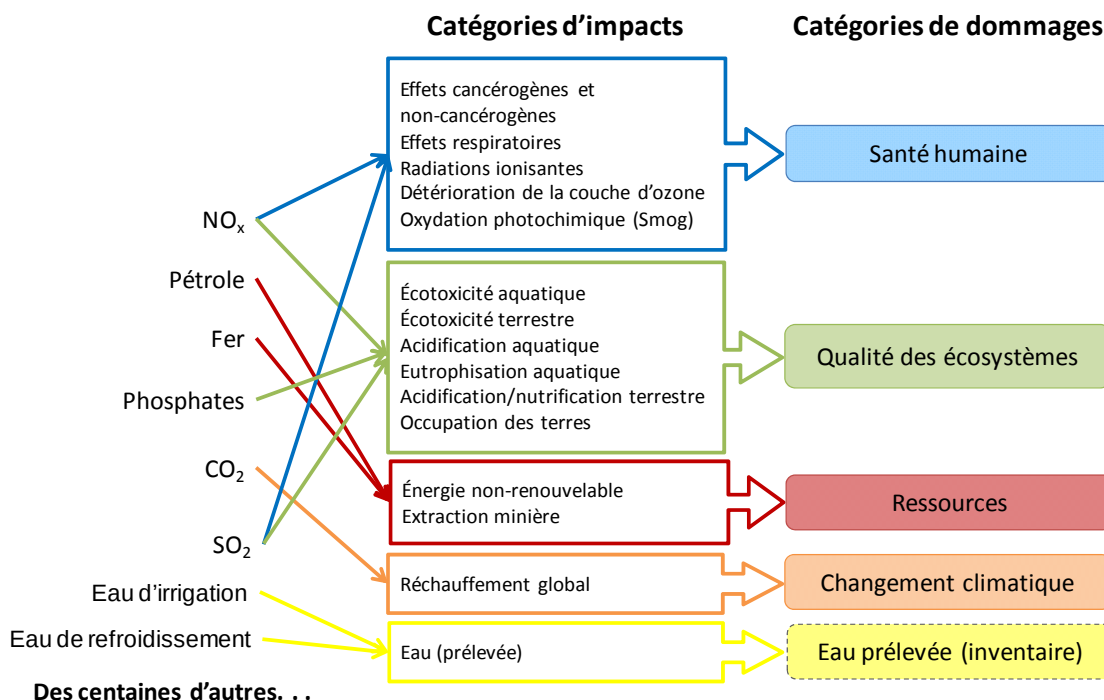


Figure 2-3 : Catégories de dommage et catégories d'impacts de la méthode IMPACT 2002+.

Une description de la méthode IMPACT 2002+ telle qu'employée est fournie à l'Annexe B.

L'agrégation des impacts environnementaux selon quatre catégories de dommage fournit des résultats plus simples à comprendre et à interpréter pour les non-initiés à l'ACV, en plus de permettre une évaluation rapide des principaux enjeux environnementaux potentiels associés aux scénarios à l'étude.

Les catégories de dommage peuvent se résumer ainsi :

- **Santé humaine** : cette catégorie prend en compte les substances ayant des effets toxiques (cancérogènes et non cancérogènes) et respiratoires, produisant des radiations ionisantes et qui contribuent à la destruction de la couche d'ozone. Afin d'évaluer le facteur de dommage, la gravité de la maladie potentiellement causée par ces substances est exprimée en DALY - *Disabled Adjusted Life Years*, unité reflétant le dommage à la santé humaine.

- **Qualité des écosystèmes** : cette catégorie regroupe les impacts liés à la toxicité aquatique et terrestre, à l'acidification et à l'eutrophisation aquatique, à l'acidification et à la nutrification terrestre et à l'occupation des terres. Elle est quantifiée en fraction d'espèces potentiellement disparues, sur une surface donnée et durant une certaine période de temps, par kilogramme de substance émise ($\text{PDF} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{an} / \text{kg}$).
- **Changement climatique** : le potentiel de chaque gaz à effet de serre (GES) est calculé en kilogrammes de dioxyde de carbone équivalent ($\text{kg CO}_2 \text{ éq.}$), basé sur les données sur le forçage radiatif infrarouge. La méthode IMPACT 2002+ évalue les effets potentiels des émissions sur une période de 500 ans. Les résultats obtenus pour la catégorie *Changement climatique* ne sont donc pas comparables à ceux obtenus par d'autres méthodes considérant un potentiel de réchauffement global sur 100 ans.

Puisqu'une évaluation sur 100 ans était désirée, les résultats de cette catégorie ont été évalués par une autre méthode tel que discuté plus haut.

Il est à noter que le CO_2 (et le CO) issu de la respiration des plantes (appelé « biogénique », « biogène » ou « biosynthétique ») est considéré comme n'ayant pas de contribution au changement climatique (Potentiel de réchauffement global, $\text{PRG}=0$), du fait qu'il participe à un cycle court du carbone, c.-à-d. qu'il est capté par les plantes, puis réémis à l'atmosphère. Le PRG du méthane de source biogénique (produit par la décomposition de la biomasse en absence d'oxygène) est établi à $25 \text{ kg CO}_2 \text{ éq.} / \text{kg CH}_4$ alors que le méthane de source fossile a été ajusté à $27,75 \text{ kg CO}_2 \text{ éq.} / \text{kg CH}_4$ fossile (soit $25 + 2,75$) pour prendre en compte la transformation subséquente du CH_4 en CO_2 .⁸

- **Ressources** : cette catégorie prend en compte l'utilisation de ressources énergétiques non renouvelables et l'extraction de minéraux, quantifiés en mégajoules d'énergie (MJ).

Mentionnons que :

- L'indicateur « **eau prélevée** » (appelé « consommation d'eau » dans le présent document) est basé sur les flux d'inventaire. Il ne représente donc pas le dommage associé à l'utilisation de l'eau (tel que la modification de sa qualité) mais uniquement le volume prélevé de l'environnement. Les quantités d'eau modélisées pour le lavage des tasses sont des valeurs spécifiques à cette étude. Pour tous les autres processus, les flux de la base de données *ecoinvent* v2.2 ont servi au calcul de cet indicateur. Il est reconnu que cette version d'*ecoinvent* présente des lacunes en ce qui a trait à la quantification des flux d'eau. Pour s'assurer de la validité des résultats obtenus pour cet indicateur, une modélisation parallèle des systèmes a été réalisée en y incluant les flux d'eau de la *Quantis water database* (Quantis, 2012). Les variations n'amenant aucun changement dans les conclusions et tendances observées, les résultats d'inventaire des systèmes modélisés avec la version 2.2 d'*ecoinvent* ont été conservés dans ce rapport.
- Ces catégories ne couvrent pas tous les impacts environnementaux possibles associés aux activités humaines. Plusieurs types d'impacts, dont le bruit, les odeurs et les champs électromagnétiques ne font pas partie de la présente analyse. De plus, l'utilisation de l'eau n'est pas considérée par les modèles de caractérisation actuels.

⁸ La quantité de CO_2 issue de la dégradation du CH_4 et du CO est obtenue sur une base stœchiométrique, en considérant que 100% des gaz seront éventuellement oxydés en CO_2 . Muñoz et coll. (2013) utilisent un PRG_{100} de $27,75 \text{ kg CO}_2 \text{ éq.} / \text{kg CH}_4$. Dans le cas du CO, son oxydation rapide dans l'air ne laisse aucun doute sur sa transformation complète en CO_2 sur une période de 100 ans.

- Aucune normalisation des résultats par rapport à une base de référence n'a été effectuée. De même, aucune pondération des catégories de dommage pour ramener les résultats à un score unique n'a été réalisée (voir annexe A pour plus de détail sur les notions de pondération et de normalisation).
- Les résultats de l'ÉICV présentent des impacts environnementaux potentiels et non réels. Il s'agit d'expressions relatives (à l'unité fonctionnelle notamment) qui ne permettent pas de prédire les impacts finaux ou le risque sur les milieux récepteurs et le dépassement des normes ou marges de sécurité.

Tout comme pour l'inventaire, le logiciel SimaPro 8.0 a été utilisé pour faire le calcul des impacts potentiels associés aux émissions inventoriées. C'est lui qui procède à la classification des flux élémentaires entre les diverses catégories d'impact et au calcul des résultats d'indicateurs de dommages.

Une deuxième évaluation basée sur la méthode ReCiPe (Goedkoop et coll., 2009) a été réalisée en analyse de sensibilité afin de vérifier si la variabilité des modèles de caractérisation avait une influence significative sur les conclusions et donc, de tester la robustesse des résultats obtenus à partir d'IMPACT 2002+.

2.8 Interprétation

Cette dernière phase de l'ACV permet de discuter les résultats obtenus suite à l'ÉICV et de les mettre en perspective. Elle inclut une comparaison des types de contenants pour la consommation de café. Les résultats présentés au chapitre 3 sont appuyées sur une analyse complète et approfondie des données d'inventaire et de l'ÉICV. Cela comprend notamment :

- Une évaluation de la qualité des données et analyse de contribution;
- Une analyse de cohérence et de complétude;
- Des analyses de sensibilité et des analyses de scénarios;
- Des analyses d'incertitudes.

La méthodologie employée pour l'analyse et l'interprétation des données est résumée dans les sous-sections qui suivent. Mais d'abord, une précision est donnée quant à l'analyse de l'inventaire.

2.8.1 Analyse de l'inventaire

Les résultats d'inventaire en termes de quantités de matières et d'énergie associées à chacun des systèmes à l'étude ne sont pas présentés dans le corps de ce rapport. L'analyse exhaustive des entrants et sortants n'améliore généralement pas la compréhension des enjeux. En effet, les résultats d'inventaire contiennent trop d'informations et ne permettent pas en soi de conclure. Pour que l'ACV soit pertinente, elle doit être faite en parallèle avec l'évaluation des impacts. Ainsi, en accord avec la norme ISO 14 044, l'ÉICV présentée et discutée au chapitre 3 constitue l'interprétation des résultats d'ICV, en ayant pour but de mieux en comprendre la portée environnementale. Une analyse de contribution, présentée à la section 3.1, permet également d'identifier les processus qui sont à la source des impacts prédominants de chaque option de consommation de café. L'analyse présentée n'a pas été détaillée jusqu'aux substances contributrices pour ces processus, étant donné que l'objectif de l'étude est d'apporter une compréhension générale des options au grand public. Ce genre d'analyse détaillée par

substance est pertinent lorsque l'étude vise une optimisation des processus de fabrication par exemple, mais n'a aucun intérêt dans le cas présent.

2.8.2 Évaluation de la qualité des données d'inventaire

La fiabilité des résultats et des conclusions de l'ACV dépend de la qualité des données d'inventaire qui sont utilisées. Il est donc important de s'assurer que ces données respectent certaines exigences spécifiées en accord avec l'objectif de l'étude.

Selon la norme ISO, les exigences relatives à la qualité des données devraient au minimum en assurer la **validité**, ce qui est équivalent ici à leur représentativité quant à l'âge, la provenance géographique et la performance technologique. Ainsi, les données utilisées devraient être représentatives :

- De la période définie par l'unité fonctionnelle, soit 2013 (voir section 2.3) ;
- Du contexte géographique dans lequel s'inscrivent les systèmes à l'étude, soit le Québec pour l'étape d'utilisation, et l'Ontario et la Chine pour les étapes de production (voir sous-section 2.5.2) ;
- Des modèles de gobelets et de tasses sélectionnés pour l'analyse comparative (voir section 2.2).

Bien qu'aucune méthode particulière ne soit actuellement prescrite par l'ISO, deux critères ayant une influence sur la qualité de l'inventaire ont été choisis pour évaluer les données :

- **Fiabilité** : concerne les sources, les méthodes d'acquisition et les procédures de vérification des données. Une donnée jugée fiable est une donnée vérifiée et mesurée sur le terrain. Ce critère se réfère principalement à la quantification des flux (ex. masse, distance).
- **Représentativité** : traite des corrélations géographique et technologique. Est-ce que l'ensemble des données reflète la réalité? Une donnée est jugée représentative lorsque la technologie est en relation directe avec le champ d'étude. Ce critère se rapporte principalement au choix des processus servant à modéliser les systèmes.

Une description plus détaillée des critères et l'évaluation de la qualité des données sont présentées à l'annexe D.

En parallèle à l'évaluation de la qualité des données utilisées, une estimation de la contribution des processus (c.-à-d. dans quelle mesure les processus modélisés avec ces données contribuent à l'impact global du système à l'étude) a été effectuée. En effet, une donnée de qualité inférieure peut très bien convenir dans le cas d'un processus dont la contribution est minime.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse de contribution a consisté à observer l'importance relative des différents processus modélisés à l'impact potentiel global évalué pour chacun des cinq indicateurs environnementaux mentionnés à la section 2.7.

Une discussion sur la qualité des données d'inventaire est présentée à la sous-section 3.3.1.

2.8.3 Contrôles de cohérence et de complétude

Le contrôle de cohérence tente de déterminer si les hypothèses, méthodes, modèles et données sont cohérents tout au long du cycle de vie des systèmes et entre eux. Le contrôle de complétude tente quant à lui de garantir que toutes les informations et les données requises de chacune des étapes ont été utilisées et sont prêtes pour l'interprétation (ISO 14044, 2006b). Ces aspects sont discutés à la sous-section 3.3.2.

2.8.4 Analyses de sensibilité et analyses de scénarios

Plusieurs paramètres utilisés lors de la modélisation des systèmes présentent une certaine incertitude, plus particulièrement liée à leur variabilité, aux hypothèses et aux modules de données génériques employés. Les résultats obtenus sont liés à ces paramètres et leur incertitude est transférée aux conclusions tirées.

À partir des principaux processus/paramètres contributeurs identifiés, des analyses de sensibilité ont été effectuées sur les paramètres suivants :

Paramètres liés aux tasses (en céramique ou de voyage) :

- **Nombre de réutilisations des tasses:** Dans le cas de base, il a été posé que les tasses de céramique et les tasses de voyage de tout type étaient utilisées 500 fois avant d'être remplacées. Ce nombre peut cependant être très variable d'un contexte à un autre. Une analyse faisant varier le nombre de réutilisations de 5 à 3 000 a été réalisée. Les résultats de cette analyse sont présentés à la section 3.2.
- **Taux de bris des tasses lors du transport :**
Dans le cas de base, le bris de tasses de céramique lors de leur livraison au restaurateur a été négligé. Les pertes en cours de transport ont cependant une influence directe sur le nombre de tasses produites, affectant la contribution de l'étape de production au cycle de vie de ce type de contenant. Une analyse de sensibilité incluant des taux de bris de 5 % et de 10 % a été réalisée. Les résultats de cette analyse sont présentés à la sous-section 3.4.2.
- **Quantités d'eau et de détergent employées pour le lavage des tasses :**
Plusieurs analyses relatives au lavage des tasses ont été réalisées.
Lavage à la main (tasses de voyage) : Dans le cas de base, il a été considéré que 3 litres d'eau chaude (et 2 g de savon) étaient consommés une fois par jour pour nettoyer à la main une tasse de voyage. Deux scénarios extrêmes ont également été évalués afin de voir l'effet des habitudes de lavage sur les résultats :
 - scénario « écologique » : consommant 0,25 litre d'eau chaude et 0,25 g de savon par tasse lavée;
 - scénario « gros consommateur » : consommant 6 litres d'eau chaude et 6 g de savon par tasse lavée.

Lavage au lave-vaisselle (tasse en céramique) : Pour ce qui est des tasses de céramique lavées par le commerce, le cas de base considère le lave-vaisselle encastré européen (Rüdenauer et coll., 2011, catégorie 2) rempli à 80% de sa capacité. Une analyse de sensibilité impliquant un taux de chargement de 40% (ce qui correspond à doubler la quantité d'électricité, de savon et d'eau nécessaires pour le lavage d'une tasse) a été réalisée. Une analyse supplémentaire a été effectuée en modélisant un lave-vaisselle dont la consommation d'eau, d'électricité correspondrait à celle d'un appareil haute efficacité vendu au Québec (marque Lamber, modèle F92 EK PS).

Détergent pour lave-vaisselle (tasse en céramique) : Une analyse comparative de différentes compositions de détergents à lave-vaisselle industriel a également été effectuée.

Les résultats de ces analyses sont présentés à la sous-section 3.4.3.

- **Contexte énergétique de l'étude :** Puisque l'analyse comparative des options de consommation de café est réalisée dans un contexte québécois, le mélange

d'approvisionnement électrique de la province a été considéré pour le fonctionnement du lave-vaisselle et du chauffe-eau résidentiel. Il est néanmoins intéressant de vérifier si les conclusions obtenues seraient très différentes dans le cas où les tasses seraient lavées ailleurs en Amérique du Nord. Une analyse de sensibilité a donc été effectuée en remplaçant le *grid mix* québécois par le *grid mix* nord-américain moyen à l'étape de lavage des tasses (en conditions « moyennes »). Les résultats de cette analyse sont présentés à la sous-section 3.4.4.

- **Masse des tasses de voyage :** Ce paramètre affecte les étapes de production-distribution et de fin de vie des tasses. Bien que la contribution de ces étapes soit assez limitée lorsque les tasses sont réutilisées 500 fois, il est néanmoins intéressant de valider les conclusions pour des modèles de tasses de voyage plus lourds. Une analyse de sensibilité employant le poids le plus élevé répertorié a donc été réalisée. Les résultats de cette analyse sont présentés à la sous-section 3.4.5.
- **Lieu de production des tasses de voyage :** Dans le cas de base, il a été posé que les tasses de voyage étaient toutes produites en Chine, impliquant le mélange énergétique chinois pour la production, de même que le transport transocéanique pour se rendre jusqu'au Québec. Or, il existe un certain nombre de fabricants de tasses de voyage de polypropylène en Amérique. Il est donc être intéressant de vérifier l'influence du lieu de production des tasses de voyage sur leur performance environnementale globale. Les résultats de cette analyse sont présentés à la sous-section 3.4.6

Paramètres liés aux gobelets à usage unique :

- **Utilisation d'autres types de gobelets jetables :** L'analyse de base considère l'utilisation de gobelets de carton vierge (modélisé par le processus de la base de données *ecoinvent* « *Solid bleached board, SBB, at plant* ») doublé de PE. Il en existe cependant d'autres types sur le marché qu'il est intéressant d'intégrer à la comparaison. Deux variantes ont donc été évaluées en analyse de sensibilité :
 - un modèle de gobelets dits « écologiques », contenant 10% de fibres recyclées et doublés de PLA, les rendant compostables en installations industrielles (*Solo Cup Canada, 2009*). Pour les fins de l'analyse, des gobelets constitués de carton contenant 10% de fibres recyclées post-consommation (modélisé en incluant le processus *ecoinvent* « *Whiteline chipboard, WLC, at plant* ») et doublés de PLA ont été évalués, avec des couvercles faits de PLA. Dans l'optique de créer un scénario écologique idéal, tous les gobelets et couvercles ont été considérés compostés en fin de vie (donc exclus des frontières de l'analyse, suivant l'approche *cut off* qui estime que les impacts et bénéfices du compostage sont attribuables au système qui utilisera le compost).
 - un gobelet de styromousse (polystyrène expansé). Pendant longtemps, le polystyrène expansé a été la principale option à usage unique pour le service de boissons chaudes. Pour les fins de l'analyse, des gobelets en PSE (GPPS) de 4,7 g (Franklin (2006b, 2009b, 2011)) ont été modélisés et sont considérés utilisés avec un couvercle en PS (équivalent à celui employé avec les gobelets de carton-PE), puis enfouis en fin de vie. Le même emballage que pour les gobelets de carton-PE a été considéré (une boîte de carton par 1 000 unités et un sac de PEBD par 50 unités).

Les résultats de cette analyse sont présentés à la sous-section 3.4.7.

- **Masse et isolation thermique des gobelets jetables** : Dans l'analyse de base, une masse moyenne des gobelets de carton-PE de 16 oz (18,2 g) et de leurs couvercles (4 g) a été employée. Il existe par ailleurs une variabilité assez importante de masse entre les différents modèles de gobelets à usage unique. Par exemple, certaines chaînes de restauration offrent des gobelets à parois double, dont le poids (23,9 g) est 90% plus élevé que celui des gobelets à simple paroi (12,5 g).

Par ailleurs, les restaurateurs servant le café dans des gobelets à parois simple offrent souvent des gaines de carton ou doublent le contenant, pour éviter que le client ne se brûle les doigts. Une analyse de sensibilité prenant en compte ces deux méthodes d'isolation thermique a été réalisée et comparée à l'utilisation de gobelets à parois simple ou double.

Ces deux analyses de sensibilité prenant en compte les masses et méthodes d'isolation sont présentées à la sous-section 3.4.8.

- **Recyclage des gobelets à usage unique** : Étant donné les installations et méthodes de collecte des matières résiduelles actuellement en place dans les chaînes de restauration du Québec, il est peu probable que les gobelets à usage unique soient recyclés. Cependant, dans une optique de vérification du potentiel environnemental d'un changement de pratique, il est intéressant de considérer – de manière théorique – l'influence qu'aurait le recyclage des gobelets en fin de vie sur les conclusions de l'étude.

Pour quantifier le bénéfice potentiel que représente le recyclage des gobelets par rapport à leur enfouissement, il est nécessaire de procéder à une extension des frontières du système évalué, de manière à y inclure la fonction « produire une matière secondaire valorisable ». Pour cela, le système « gobelets à usage unique » s'est vu ajouter les impacts du recyclage de leurs fibres en carton recyclé, puis créditer les impacts évités par le remplacement de carton équivalent fait de pâte vierge (la couche de PE n'est pas considérée recyclée). Cette analyse de sensibilité représente un cas idéal où la totalité des gobelets seraient recyclés. À noter que les tasses de voyage ont été exclues de cette analyse, car les processus de recyclage génériques existants sont peu représentatifs du contexte de l'étude. La comparaison avec les tasses de céramique reste cependant possible, puisqu'il s'agit d'une matière non recyclable, ce qui n'engendre aucun problème de cohérence dans la modélisation des systèmes comparés. Les résultats de cette analyse sont présentés à la sous-section 3.4.9.

Les analyses de sensibilité sont présentées à la section 3.4.

2.8.5 Analyse d'incertitude

L'incertitude inhérente au modèle ACV est de deux ordres : l'incertitude sur les données d'inventaire et l'incertitude sur les modèles de caractérisation, qui traduisent l'inventaire en indicateurs environnementaux.

Pour prendre en compte l'incertitude sur les données d'inventaire, de multiples analyses de sensibilité faisant varier les paramètres sur des plages probables ont été réalisées, tel que décrit à la sous-section précédente.

L'incertitude sur les modèles de caractérisation a été prise en compte à l'aide des lignes directrices proposées par les auteurs de la méthode IMPACT 2002+ (Humbert et coll., 2009). Elles établissent des seuils de significativité pour différentes catégories d'impact, en deçà

desquels il n'est pas possible de conclure quant à la meilleure performance environnementale d'une option sur une autre : 10 % en termes de changement climatique, d'énergie non renouvelable et d'utilisation des ressources; 30 % en termes d'effets respiratoires dus aux substances inorganiques, d'acidification et d'eutrophisation; un à deux ordres de magnitude en termes d'effets toxicologiques et écotoxicologiques.

En se basant sur les résultats obtenus pour les différentes options, les seuils de significativité suivants ont été employés au chapitre 3 pour interpréter les résultats basés sur les catégories de dommage utilisées comme indicateurs environnementaux :

- 10 % pour *Changement climatique, Ressources et Consommation d'eau*;
- 30 % pour *Santé humaine* (car pour tous les systèmes étudiés, cet indicateur est dominé par la catégorie d'impact « effets respiratoires »);
- un ordre de grandeur (x10) pour *Qualité des écosystèmes* (car pour tous les systèmes étudiés, cet indicateur est dominé par l'« écotoxicité terrestre » et, dans le cas des gobelets de carton, par l'« utilisation des terres », deux catégories d'impact mal caractérisées par les modèles actuels).

Ces lignes directrices dépendent de la corrélation entre les systèmes comparés; deux systèmes similaires présentant des écarts inférieurs à ceux exposés ci-dessus peuvent donc être considérés comme significativement différents. Cependant, les systèmes comparés dans cette étude — gobelets jetables, tasse de céramique et tasses de voyage — sont généralement différents et ne partagent pas leurs principaux contributeurs (c.-à-d. les processus qui affectent le plus leur bilan environnemental). De ce fait, les seuils de significativité sont appliqués tel quel.

La comparaison des résultats obtenus en utilisant différentes méthodes d'évaluation des impacts (présentée à la sous-section 3.4.1) sert également à évaluer la robustesse des conclusions.

2.9 Revue critique

Parce que les résultats de cette étude doivent être divulgués publiquement et sont destinés à supporter une affirmation comparative, une revue critique a été réalisée par un comité d'experts indépendants, composé d'un professionnel de l'ACV et de spécialistes des domaines impliqués dans l'étude.

Seul le volet environnemental de l'étude a été soumis à la revue critique. Toutefois, les données et hypothèses tirées des volets économique et social, puis utilisées pour le volet environnemental ont été prises en compte lors de la revue critique.

Le comité de revue critique ayant été formé était composé de trois membres (Tableau 2-5).

Tableau 2-5 : Membres constituant du comité de revue critique

Nom	Organisme d'attache	Implication /Champ d'expertise
Bruno Gagnon, ing. jr., Ph.D.	Conseiller senior, EY	Président du comité de revue critique / Spécialiste de l'ACV
Julie Villain	Conseillère en développement durable, Bleu innovation	Révisure / Certification LEAF pour les établissements alimentaires
Ludovic Capt	Directeur, développement technologique, Balcan Plastics	Révisur / Domaine des plastiques

Conformément aux normes ISO 14 040 et 14 044 (2006a, b), les objectifs de la revue critique étaient d'assurer que :

- Les méthodes utilisées par le CIRAIG pour réaliser l'analyse du cycle de vie sont :
 - o cohérentes avec les normes internationales ISO 14040 et 14044 ;
 - o valables d'un point de vue technique et scientifique ;
 - o appropriées et raisonnables par rapport à l'objectif de l'étude ;
- Les interprétations du CIRAIG reflètent les limitations identifiées et l'objectif de l'étude ;
- Le rapport détaillé est transparent et cohérent.

Une revue du modèle ACV dans SimaPro a également été effectuée, sur la base d'un échantillonnage de paramètres et de processus clés, pour s'assurer que les données ont été correctement compilées et traitées.

La revue critique a été conduite de manière itérative et a impliqué RECYC-QUÉBEC, le CIRAIG et le comité de revue critique. Les étapes suivantes sont suivies :

1. Formation du comité de revue critique le 16 juillet 2014.
2. Envoi de la note de revue par le comité de revue à RECYC-QUÉBEC et au CIRAIG le 27 août 2014.
3. Envoi du rapport d'ACV mis à jour et des réponses aux commentaires adressés dans la note de revue par le CIRAIG au comité de revue le 24 septembre 2014.
4. Envoi du rapport de revue critique le 23 octobre 2014 par le comité de revue.

Le rapport de revue critique et les réponses du CIRAIG sont présentés à l'annexe G.

3 Résultats et discussion – volet environnemental

Le premier objectif de l'étude était de comparer le profil environnemental de différents systèmes de consommation de café à des points de restauration. Pour ce faire, les résultats d'indicateurs (*Changement climatique, Santé humaine, Qualité des écosystèmes, Ressources et Consommation d'eau*) des méthodes IPCC 2007 et IMPACT 2002+ (tel que décrit à la section 2.7) sont d'abord utilisés pour présenter chacune des options à l'étude et identifier les points chauds de leur cycle de vie.

Par la suite, une comparaison des options en fonction du nombre de réutilisations des tasses est présentée, en considérant toujours les mêmes indicateurs environnementaux. Enfin, différentes analyses de scénarios et de sensibilité ont été effectuées pour mieux cadrer les résultats comparatifs. L'annexe E présente plus de détail sur l'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV).

3.1 Profil environnemental des options

La Figure 3-1 présente la répartition des impacts environnementaux potentiels liés à l'utilisation de cinq contenants permettant de servir un café par jour pendant un an à un point de restauration. Dans cette première analyse, il a été posé que les tasses de céramique et les tasses de voyage sont réutilisées 500 fois⁹ avant d'être remplacées (bris, vol, perte).

L'objectif de cette première analyse est principalement d'illustrer la contribution des différentes étapes du cycle de vie de chacun des contenants à leur impact environnemental. Elle permet également une comparaison entre les options évaluées sur la base des considérations posées, notamment :

- une masse moyenne pour les gobelets de carton et PE de 16 oz disponibles dans les chaînes de restauration au Québec. Idem pour les couvercles de PS;
- le contexte énergétique québécois pour le chauffage de l'eau nécessaire au lavage des tasses;
- le lavage des tasses de céramique dans un lave-vaisselle commercial consommant 0,0221 kWh, 0,23 litres d'eau et 0,8 g de savon par tasse;
- le lavage à la main des tasses de voyage, consommant 3 litres d'eau chaude (ce qui nécessite 0,205 kWh pour le chauffage) et 2 g de savon.

Remarque : le lavage à la main consomme donc environ 10 fois plus d'énergie et d'eau et 2,5 fois plus de savon que le lave-vaisselle industriel.

⁹ Valeur jugée conservatrice puisque les tasses d'un restaurant peuvent être utilisées et lavées plusieurs fois par jour. Dans le cadre de l'enquête réalisée auprès de restaurateurs (présenté dans le volet social, chapitre 5) il n'a pas été possible d'obtenir l'information permettant d'évaluer le nombre de réutilisations des tasses de céramique. Il a cependant été possible de constater une très grande variabilité dans leur taux de remplacement, celui-ci variant de 1 à 100 % annuellement, selon les répondants. Notons que l'étude de Ligthart et Ansems (2007) posait 3 000 utilisations dans un contexte de consommation de café au bureau.

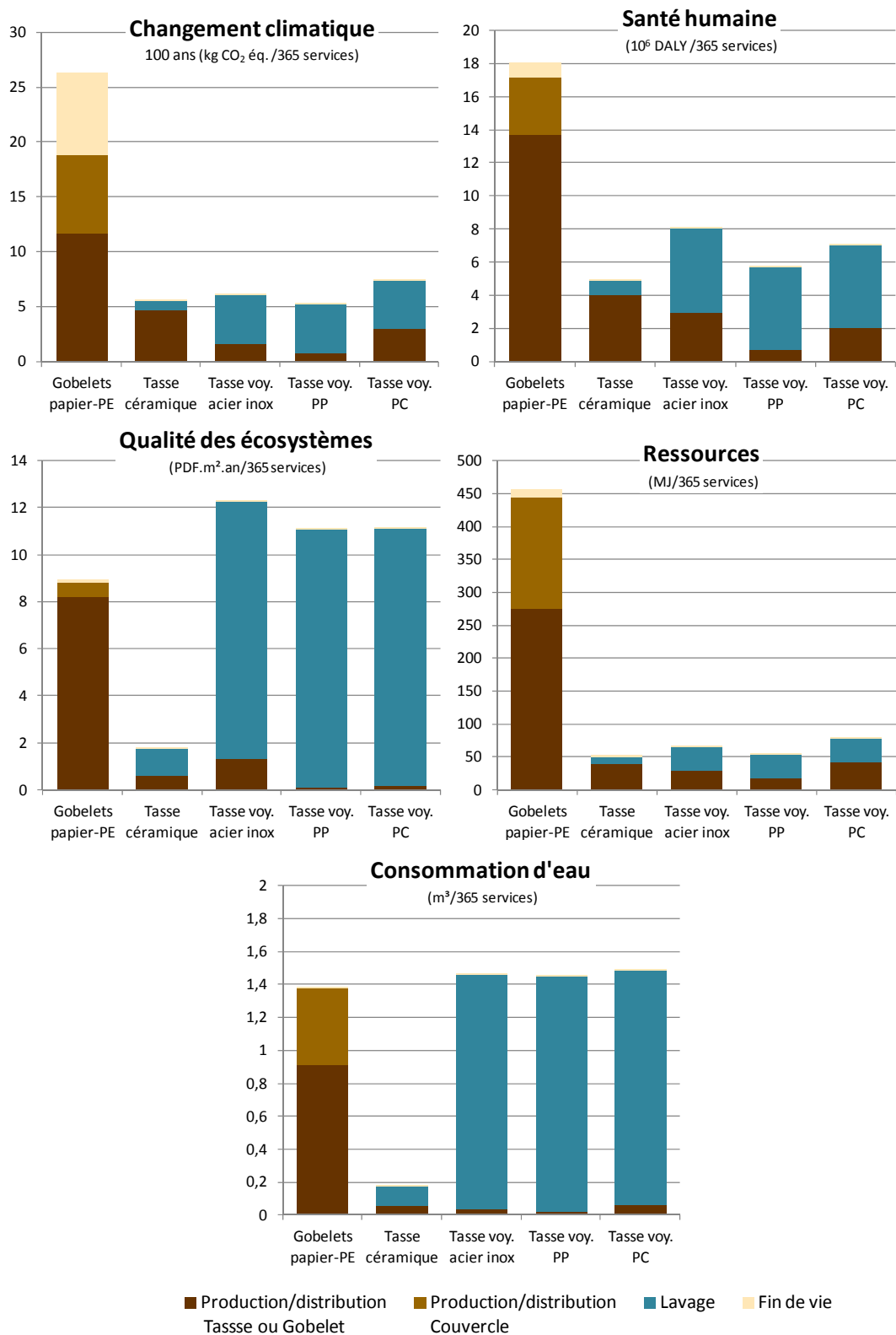


Figure 3-1 : Profil environnemental de cinq options pour servir un café par jour pendant un an (méthodes IMPACT 2002+ et IPCC 2007)
(tasse en céramique et tasses de voyage réutilisées 500 fois).

Les paragraphes qui suivent discutent de manière générale de la contribution des étapes du cycle de vie de chaque option analysée, et des principaux processus qui génèrent ces impacts potentiels. Une présentation plus détaillée des contributions est faite à l'Annexe E.

3.1.1 Gobelets de carton-PE à usage unique

Pour remplir l'unité fonctionnelle, la production, distribution et fin de vie de 365 gobelets à café et de leurs couvercles ont été modélisées. Il ressort que :

- l'étape de **production-distribution des gobelets** domine toutes les catégories d'impacts évaluées, comptant pour 44 à 92 % des résultats d'indicateurs (en *Changement climatique* et *Qualité des écosystèmes* respectivement). Plus particulièrement, c'est la fabrication du carton, du polyéthylène, puis l'énergie de production des gobelets qui dominent cette étape, puisque l'emballage et la distribution des gobelets contribuent à moins de 4 % chacun de l'étape de production-distribution.
- La **production-distribution des couvercles** n'est pas négligeable, contribuant jusqu'à 37 % aux scores d'indicateurs (dans la catégorie *Ressources*).
- Le transport et l'enfouissement en **fin de vie des gobelets et couvercles** compte assez peu dans le bilan global (moins de 5 % des indicateurs), sauf dans la catégorie *Changement climatique* où cette étape ressort avec 28 % de contribution à cause des émissions des camions et du méthane généré lors de la décomposition du carton.

3.1.2 Tasse en céramique et tasses de voyage

Dans le cas des tasses réutilisables, la contribution relative des étapes de leur cycle de vie varie fortement en fonction du nombre de fois qu'elles sont réutilisées. En effet, plus le nombre de réutilisations des tasses sera grand et plus les étapes de production et de fin de vie auront des contributions faibles, car leurs impacts seront divisés par un plus grand nombre d'utilisations. Notons que l'étape de lavage des tasses est cependant directement proportionnelle à l'unité fonctionnelle, puisqu'il a été considéré que les tasses sont lavées après chaque utilisation. Les analyses présentées à la section 3.2 permettent de cerner l'effet du nombre de réutilisations des tasses sur les conclusions.

Dans le contexte posé, l'étape de **production-distribution de la tasse de céramique** compte pour 31 à 82 % des résultats d'indicateurs, les contributions les plus importantes étant dans les catégories *Changement climatique* (82 %), *Santé humaine* (81 %) et *Ressources* (76 %). C'est presque entièrement la production de la céramique qui est responsable de ces impacts potentiels, en grande partie à cause du mélange énergétique employé dans le secteur industriel des matériaux minéraux non métallique chinois, qui inclut une importante part de charbon (IEA, 2012). L'emballage et le transport contribuent à moins de 13 % de l'étape de production-distribution, tous indicateurs confondus. La **fin de vie des tasses** est également négligeable, contribuant à moins de 1 % de toutes les catégories d'impact évaluées. Enfin, l'étape de **lavage des tasses de céramique** compte pour une part importante des résultats d'indicateurs, allant de 24 % (en *Ressources*) à plus de 67 % (en *Consommation d'eau* et *Qualité des écosystèmes*). L'impact du lavage se répartit principalement entre les consommations de détergent et d'électricité. Par ailleurs, la consommation d'eau potable pour le lavage contribue à 54 % au score global de l'indicateur *Consommation d'eau* sur le cycle de vie complet de la tasse. Le traitement des eaux usées compte à lui seul pour 15 % du résultat global de l'indicateur *Qualité des écosystèmes* en raison des rejets à l'eau (l'eau traitée contient encore une fraction des polluants). Ce dernier résultat est cependant surestimé, car la modélisation du traitement des

eaux considère des eaux municipales moyennes, beaucoup plus chargées que de l'eau de vaisselle contenant uniquement du café et du savon.

En ce qui a trait aux **tasses de voyage**, leur étape de **production-distribution** contribue entre 10 et 50 % aux indicateurs *Changement climatique*, *Santé humaine* et *Ressources* sur l'ensemble de leur cycle de vie. Comme pour la tasse de céramique, c'est toujours la production des tasses de voyage qui est en cause, le transport et l'emballage contribuant à moins de 4 % des impacts potentiels globaux. Encore une fois, la **fin de vie des tasses de voyage** a un impact négligeable (<1 %), quelque soit les matériaux et la fin de vie (enfouissement ou recyclage) considérés. Rappelons que ni les impacts ni les bénéfices tirés du recyclage des matériaux ne sont inclus dans les frontières des systèmes. C'est donc l'étape de **lavage des tasses de voyage** qui compte pour la majeure partie des résultats d'indicateurs, allant de 47 à quasi 100 % des impacts potentiels. Cette contribution importante est basée sur des habitudes de lavage « moyennes » (décrites plus haut), dont la répartition des impacts potentiels est présentée au Tableau 3-1.

Tableau 3-1 : Répartition des impacts potentiels associé au lavage à la main des tasses (conditions « moyennes »)

Catégorie d'impact	Électricité pour eau chaude	Production du savon	Eau potable	Traitement eaux usées	Total de l'étape de lavage
Changement climatique, 100 ans	37 %	31 %	6 %	26 %	100 %
Santé humaine	41 %	39 %	7 %	13 %	100 %
Qualité des écosystèmes	60 %	10 %	1 %	30 %	100 %
Ressources	39 %	34 %	9 %	18 %	100 %
Consommation d'eau	2 %	12 %	85 %	1 %	100 %

Note : Les conditions « moyennes » implique une consommation de 3 litres d'eau chaude et de 2 g de savon pour chaque tasse lavée.

Code couleurs : cellules orange = contributions de 25-49 %, cellules rouges = contributions ≥ 50 %

La contribution de la production de détergent (processus générique de la banque de données *ecoinvent* « Soap, at plant ») à l'étape de lavage provient principalement de la culture des palmistes d'où est issue l'huile de palme employée dans la production du savon.

Une recherche de données d'inventaire plus spécifiques aux savons à vaisselle liquides présents sur le marché québécois a été tentée. Certains fabricants de détergents publient les ingrédients qui entrent dans la composition de leurs produits¹⁰. Il a donc été possible de constater que les détergents à vaisselle ne contiennent généralement pas d'huile de palme, mais contiennent plusieurs autres ingrédients qui ne sont pas considérés dans la donnée générique « Soap, at plant ».

¹⁰ C'est le cas de Biovert (<http://www.bio-vert.com/vaisselle-liquide.php>), de Palmolive (Colgate-Palmolive) (<http://www.palmolive.com/ingredients>) et de Dawn (Procter & Gamble) (https://www.pg.com/productsafety/ingredients/household_care/dish_washing/Dawn/Ultra_Dawn_Original_Lemon_Dishwashing_Ingredient_Disclosure.pdf) [pages consultées le 12 septembre 2014]. Des fiches de données de sécurité sont également disponibles pour les savons Palmolive et Dawn. Ces dernières ne fournissent cependant que des plages de concentration pour 40 à 50 % de leurs composantes. Ces informations sont présentées plus en détail à l'annexe C.

De ce fait, et puisqu'aucune étude ACV ou inventaire complet du cycle de vie n'a été recensé dans la littérature, il n'a pas été possible de créer une donnée de détergent à vaisselle plus représentative.

Dans tous les cas, si l'utilisateur choisissait de rincer sa tasse plutôt que de la laver avec du savon, les impacts du lavage seraient réduits de 10 à 39 % selon les indicateurs environnementaux (voir Tableau 3-1). L'analyse de sensibilité portant sur la quantité d'eau et de détergent utilisée pour le lavage des tasses (sous-section 3.4.2) permet également de mettre en perspectives les résultats en fonction de l'utilisation de savon.

Le rinçage à l'eau froide permet de réduire encore plus drastiquement les impacts potentiels des tasses de voyage, amenant une diminution de 50 à 70 % des impacts potentiels liés à leur cycle de vie complet (sauf pour l'indicateur *Consommation en eau*, qui est réduit de 14 %).

3.1.3 Comparaison des options dans un contexte spécifique

Des résultats illustrés à la Figure 3-1, il ressort que lorsqu'elle est réutilisée 500 fois et lavée au Québec, la tasse en céramique présente de 4 à 9 fois moins d'impacts environnementaux potentiels que l'utilisation de gobelets à usage unique avec couvercle. Cette proportion diminue à entre 3 et 6 fois lorsqu'on considère l'utilisation de gobelets jetables sans couvercle.

La tasse de céramique présente également un bénéfice environnemental par rapport aux tasses de voyage, principalement grâce à son mode de lavage plus économique.

La comparaison des gobelets jetables et des tasses de voyage est plus nuancée. Ces dernières sont favorisées selon les indicateurs *Changement climatique*, *Santé humaine* et *Ressources*, avec des impacts potentiels de 2 à 9 fois moindre. Les tasses de voyage présentent cependant des résultats équivalents aux gobelets à usage unique pour les indicateurs *Qualité des écosystèmes* et *Consommation d'eau* (différences non suffisantes pour être jugées significatives).

Consommation d'eau : il peut paraître étonnant que le scénario d'utilisation de gobelets jetables consomme plus d'eau sur l'ensemble de son cycle de vie que la tasse de céramique et presque autant d'eau que les tasses de voyage, qui nécessitent un lavage après chaque utilisation. Dans le système jetable, l'eau sert principalement à la production du gobelet de carton (66 %) et à son couvercle (34 %). C'est l'eau consommée durant la production de carton (processus générique « Solid Bleached Board »), la production de PS et le processus de thermoformage du couvercle qui affectent cette demande (les précipitations nécessaires à la croissance des arbres (activités forestières) ne sont pas incluses dans le bilan). En comparaison, un lave-vaisselle commercial récent consomme en moyenne 0,2 litre d'eau par morceau lavé.

Afin d'évaluer l'influence du choix du processus de production du carton sur les résultats, un autre processus générique a été testé : « Liquid Packaging Board »¹¹. Ce processus est moins impactant que le « Solid Bleached Board » pour toutes les catégories de dommages sauf pour l'indicateur *Qualité des écosystèmes* (bilans similaires). Les analyses qui suivent prennent en considération cette variabilité provenant des choix de modélisation des gobelets jetables.

¹¹ Ce choix n'a pas été fait d'emblée ici, car ce processus ne repose que sur des usines de papiers intégrées alors que le carton peut provenir tant d'usines intégrées que non intégrées.

3.2 Comparaison des options en fonction du nombre d'utilisations des tasses

Puisque le nombre de réutilisations des tasses est variable et a une influence sur les conclusions de l'étude, l'analyse qui suit reprend l'évaluation des cinq options comparées selon les mêmes indicateurs environnementaux, mais en faisant varier le nombre d'utilisations des tasses de 5 à 3 000.

Également, les masses des gobelets de carton-PE et de leurs couvercles sont variables selon les modèles. Une plage de variabilité a donc été établie compte-tenu de la variabilité observée dans les échantillons de gobelets et de couvercles pesés. Cette plage de variabilité a également été étendue afin de considérer deux processus différents pour la modélisation du carton (« Solid Bleached Board » et « Liquid Packaging Board », tel qu'expliqué plus haut).

Les valeurs présentées couvrent l'ensemble du cycle de vie de chaque option de consommation de café, incluant la production et la distribution du contenant et de son couvercle, son lavage au lave-vaisselle ou à la main et sa fin de vie, le tout ramené à un an (365 services de café).

Les résultats de cette comparaison sont présentés graphiquement pour la plage de 5 à 500 utilisations (Figure 3-2) et sous forme de tableau (Tableau 3-2) indiquant le nombre minimal de fois (arrondi à la dizaine près) qu'il est nécessaire de réutiliser une tasse pour assurer que les impacts environnementaux potentiels associés à son utilisation soient moindre que ceux liés à l'utilisation de gobelets à usage unique de masse moyenne. À noter que tout au long des analyses comparatives, une approche conservatrice a été employée : le nombre de réutilisations présenté prend en compte l'incertitude de la méthode IMPACT 2002+¹² et l'écart le plus grand entre l'option réutilisable et l'option jetable a toujours été retenu. De plus, le nombre de réutilisations minimal variant d'un indicateur environnemental à l'autre, seule la valeur la moins favorable à la tasse réutilisable est employée dans les discussions et conclusions (valeurs en caractères gras au Tableau 3-2).

Une discussion sur l'influence de la masse des gobelets de carton-PE est présentée plus loin dans le rapport, à la sous-section 3.4.8.

Comme pour la section précédente, les résultats comparatifs ont été obtenus sur la base du contexte énergétique québécois pour le chauffage de l'eau nécessaire au lavage des tasses; du lavage des tasses de céramique dans un lave-vaisselle commercial consommant 0,0221 kWh, 0,23 litres d'eau et 0,8 g de savon par tasse et du lavage à la main des tasses de voyage, consommant 3 litres d'eau chaude et 2 g de savon.

Il ressort de ces analyses que :

- la **tasse de céramique** est préférable aux gobelets à usage unique lorsqu'elle est réutilisée plus de 210 fois (ou 240 fois dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle);
- la **tasse de voyage en acier inoxydable** est généralement préférable à l'option jetable si elle est utilisée 220 fois avant d'être remplacée. Dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle, 270 réutilisations sont nécessaires, mais la consommation d'eau sera toujours plus importante pour la tasse de voyage, à cause des 3 litres requis pour son nettoyage après chaque utilisation;

¹² Se référer à la sous-section 2.8.5 pour l'énoncé des seuils de significativité retenus selon les catégories d'impacts.

- la **tasse de voyage en polypropylène** ne nécessite que 50 utilisations avant de représenter moins d'impacts potentiels que les gobelets jetables. Dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle, 60 réutilisations sont nécessaires, mais la consommation d'eau sera toujours plus importante pour la tasse de voyage, à cause des 3 litres requis pour son nettoyage après chaque utilisation;
- la **tasse de voyage en polycarbonate** doit être réutilisée 110 fois pour devenir préférable à l'utilisation de gobelets à usage unique. Dans le cas où les gobelets sont utilisés sans couvercle, 230 réutilisations sont nécessaires, mais la consommation d'eau sera toujours plus importante pour la tasse de voyage, à cause des 3 litres requis pour son nettoyage après chaque utilisation.

Ainsi, l'indicateur *Consommation d'eau* (de même que *Qualité des écosystèmes*, dans la mesure où l'on ne considère pas les incertitudes sur les méthodes de caractérisation) tend à favoriser les gobelets de carton par rapport aux tasses de voyage, à cause de l'étape de lavage à la main. L'analyse de sensibilité présentée à la sous-section 3.4.2 évalue l'effet d'un changement des habitudes de lavage par l'utilisateur.

Parmi les types de tasses de voyage étudiées, la tasse en polypropylène (PP) semble performer mieux que les autres sur le plan environnemental. Ce résultat est cependant tributaire des données d'inventaire sur la production de plastiques en Chine, pour lesquelles il existe d'importantes incertitudes (voir sous-section 3.3.1 pour plus de détail). En conséquence, il a été choisi de ne pas insister sur l'avantage potentiel des tasses en PP par rapport aux autres options.

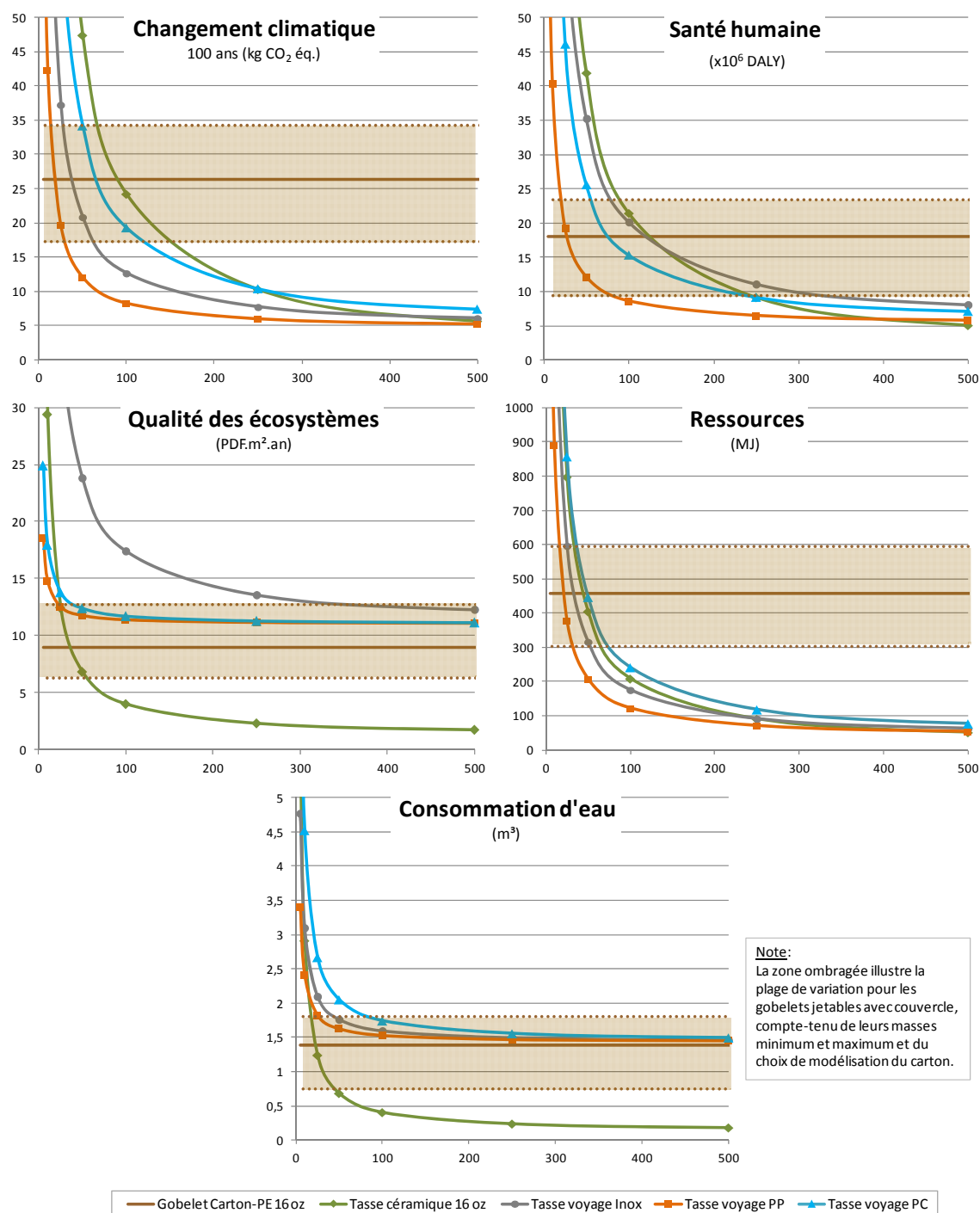


Figure 3-2 : Comparaison de cinq options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthodes IMPACT 2002+ et IPCC 2007).

Tableau 3-2 : Nombre d'utilisations à partir duquel les tasses réutilisables sont équivalentes ou préférables aux gobelets jetables de masse moyenne

Type de tasse réutilisable	Nombre de réutilisations ¹	
	Comparé à gobelets de masse moyenne AVEC couvercle	Comparé à gobelets de masse moyenne SANS couvercle
Tasse de céramique	<i>Changement climatique :</i> 100 <i>Santé humaine :</i> 210 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 50 <i>Consommation d'eau :</i> 20	<i>Changement climatique :</i> 180 <i>Santé humaine :</i> 240 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 90 <i>Consommation d'eau :</i> 40
Tasse de voyage en acier inox	<i>Changement climatique :</i> 50 <i>Santé humaine :</i> 220 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 40 <i>Consommation d'eau :</i> NS ²	<i>Changement climatique :</i> 70 <i>Santé humaine :</i> 270 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 70 <i>Consommation d'eau :</i> Jamais ³
Tasse de voyage en PP	<i>Changement climatique :</i> 20 <i>Santé humaine :</i> 50 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 20 <i>Consommation d'eau :</i> NS ²	<i>Changement climatique :</i> 30 <i>Santé humaine :</i> 60 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 40 <i>Consommation d'eau :</i> Jamais ³
Tasse de voyage en PC	<i>Changement climatique :</i> 90 <i>Santé humaine :</i> 110 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 50 <i>Consommation d'eau :</i> NS ²	<i>Changement climatique :</i> 140 <i>Santé humaine :</i> 230 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 100 <i>Consommation d'eau :</i> Jamais ³

1. Nombre de réutilisations assurant un écart plus important que le niveau d'incertitude de chaque indicateur pour la méthode IMPACT 2002+ (se référer à la sous-section 2.8.5 pour l'énoncé des seuils de significativité retenus selon les catégories d'impacts) entre l'option réutilisable et l'option jetable.
2. NS : Non significatif. L'écart entre les options comparées est insuffisant pour conclure, c.-à-d. que le résultat peut favoriser une option ou l'autre à l'intérieur de la plage d'incertitude de la méthode IMPACT 2002+ pour cet indicateur.
3. Jamais : lorsque plus de 3 000 réutilisations seraient nécessaires pour que l'option réutilisable ait moins d'impacts potentiels que le gobelet à usage unique, il est considéré que la tasse de voyage ne sera jamais préférable à l'option jetable.

Globalement on retient que...

- Les **tasses en céramique** présentent un impact environnemental potentiel moindre que les gobelets jetables avec couvercle lorsqu'elles sont réutilisées plus de 210 fois.
- Les **tasses de voyage** deviennent généralement préférables aux gobelets jetables après un nombre raisonnable d'utilisations, sauf pour les indicateurs *Consommation d'eau* et *Qualité des écosystèmes* (pour lequel il n'est pas possible de trancher).

La majorité des impacts potentiels attribuables aux tasses de voyage proviennent de leur lavage à la main. Un rinçage à l'eau froide ramènerait le bilan de ces tasses proche de celui de la tasse en céramique en ce qui a trait à la consommation d'eau.

3.3 Qualité, cohérence et complétude des données d'inventaire

3.3.1 Évaluation de la qualité des données d'inventaire

La réalisation d'une ACV est un processus itératif. La fiabilité et la représentativité des données pouvant toujours être améliorées, il s'agit d'évaluer dans quelle mesure l'effort à fournir permet réellement d'augmenter la rigueur et la représentativité des conclusions de l'étude.

Dans le cas présent, plusieurs données ont d'abord été modélisées à partir de processus génériques facilement accessibles (disponibles dans la banque de données européenne *ecoinvent* par exemple). Puis, en fonction de l'importance de la contribution des processus aux résultats (leur effet sur les conclusions), des recherches supplémentaires ont été effectuées afin de les raffiner et d'en améliorer la représentativité et la fiabilité.

Les résultats de l'analyse de la qualité des données d'inventaire employées au final sont présentées à l'annexe D. Les éléments pour lesquels des recherches plus poussées ont été effectuées comptent notamment :

- **Production de vaisselle en céramique** : processus entièrement créé pour l'étude, à partir d'un rapport de la Commission européenne (2007), adapté au contexte énergétique chinois pour les matériaux minéraux non métalliques (IEA, 2012). Il est considéré que la technologie de production de vaisselle en céramique européenne ayant cours au début des années 2000 est applicable au contexte chinois en 2013. Outre l'énergie, les matières entrantes et les émissions à l'air et à l'eau sont considérées les mêmes.
- **Production de gobelets de carton doublé de polyéthylène** : processus entièrement créé pour l'étude, à partir de données de la littérature (principalement OVAM, 2006a), adapté au contexte énergétique ontarien (IESO, 2013), considérant les installations de production existantes (usine de la compagnie Solo Cup Canada).
- **Traitement d'eaux usées municipales et production d'eau potable** : des processus représentatifs d'une moyenne québécoise ont été employés (développées par le CIRAIG à partir de données spécifiques, non encore publiées).
- **Production et opération d'un lave-vaisselle commercial** : processus créés pour l'étude, à partir d'un rapport européen entièrement dédié aux lave-vaisselle professionnels (Rüdenauer et coll., 2011). Le modèle encastré à cuve unique a été retenu comme le plus probable pour les cafés de taille moyenne. L'étape d'utilisation a été adaptée au contexte énergétique québécois (Hydro-Québec, 2012; 2013). La quantité de morceaux lavés, l'énergie d'opération et la quantité de savon ont été testés en analyse de sensibilité sans que les conclusions ne soient modifiées. La modélisation de base employant les données européennes a donc été conservée.
- **Détergent liquide pour lave-vaisselle commercial** : le processus « Soap, at plant » de la base de données *ecoinvent* a été modifié pour inclure les matières premières définies dans l'étude de Rüdenauer et coll. (2011) et adapté au contexte énergétique nord-américain moyen (données CIRAIG non publiées).

Pour certains processus contributeurs, des recherches ont également été tentées afin d'en améliorer la qualité, mais au final il n'a pas été possible de créer de nouveaux processus plus représentatifs :

- **Savon à vaisselle** (pour lavage à la main) : cette problématique a été mentionnée à la sous-section 3.1.2. Le processus générique « Soap, at plant » a été employé pour modéliser le savon à vaisselle. La composition de ce savon ne correspond pas

entièrement aux ingrédients publiés par les fabricants de détergents, mais il n'est pas possible de créer un processus plus spécifique, car les entreprises ne fournissent pas les concentrations de ces ingrédients. De plus, outre la composition des savons, toutes les données quant aux infrastructures, à l'énergie de production, aux émissions à l'air et à l'eau et les déchets générés sont inconnues pour les produits spécifiques. À la lumière de ces considérations, il a été jugé qu'il ne serait pas rigoureux de générer une donnée d'inventaire partielle en statuant qu'elle augmente la rigueur et la certitude qu'on peut avoir dans les résultats obtenus.

- **Carton rigide blanchi** employé dans la fabrication des gobelets : modélisé par le processus générique « Solid bleached board » (tel que mentionné à la section 3.1.3, le processus « Liquid Packaging Board » a également été employé dans les analyses). L'applicabilité de ces processus européens datant du début des années 2000 au contexte canadien de 2013 peut être questionnée. Mais après des recherches pour tenter l'adaptation de cette donnée ou la création d'une donnée plus spécifique, il a été jugé préférable de garder la version générique. En effet, les données de production de ce type de carton ne sont pas encore disponibles pour l'Amérique du Nord. Quant à l'âge de la donnée générique, il faut savoir que depuis 2000, l'industrie des pâtes et papiers n'est pas en croissance et que les usines ont plus souvent été fermées que modernisées. Une publication intitulée « Aperçu économique et financier de l'industrie des pâtes et papiers de l'est du Canada » (Unifor, 2014) montre d'ailleurs la baisse des investissements de capitaux entre 2003 et 2009 dans l'industrie. Il n'est donc pas déplacé de croire qu'une technologie de 2000 ait encore été en opération en 2013.

Enfin, il convient de mentionner que tous les **processus de production et de transformation des plastiques** (tels que le polyéthylène basse densité (PEBD) et le polystyrène (PS) employés dans la fabrication des gobelets de carton-PE et de leurs couvercles, le polypropylène (PP) et le polycarbonate (PC) pour la production des tasses de voyage et le polystyrène expansé (PSE) pour les gobelets jetables en styromousse) sont issus de la banque de données *ecoinvent*. Or, ces processus ont été générés à partir d'éco-profils du début des années 2000 fournis par l'industrie européenne des plastiques (PlasticsEurope) sur une base agrégée¹³. De ce fait, les données sur les infrastructures de production et sur les additifs employés lors de la fabrication des plastiques ne sont pas disponibles (comme il en a été discuté à la sous-section 2.5.1). De plus, il n'est pas possible de modifier le mélange énergétique pour l'adapter au contexte de production (pour l'Ontario ou la Chine par exemple). Ceci constitue donc une limite, puisqu'il n'est pas possible d'ajuster la modélisation ni de faire des analyses de contribution sur les processus d'arrière plan.

Le Tableau 3-3 résume les éléments contributeurs pour lesquels la qualité des données a été discutée plus haut et présente leur influence potentielle sur les conclusions de l'étude.

La qualité des données y est présentée de manière qualitative (très bonne, bonne, moyenne, faible) fait référence à la représentativité des processus employés pour modéliser les systèmes. La description plus détaillée de cette évaluation est présentée à l'annexe D.

¹³ C'est-à-dire que toutes les substances puisées et émises à l'environnement entre l'extraction des matières premières et la sortie du plastique à la porte de l'usine ont été additionnées ensemble.

Tableau 3-3 : Principaux contributeurs, qualité des données et effet potentiel sur les conclusions de l'étude

Nom du processus contributeur	Contribution au cycle de vie de l'option	Qualité de la donnée (représentativité)	Effet potentiel sur les conclusions de l'étude
1. Gobelet jetable en carton-PE, avec couvercle en PS			
Production des gobelets carton-PE	43-90 %	Bonne	De manière générale, la production des gobelets carton-PE est jugée représentative. Les lignes suivantes décrivent des éléments spécifiques de la production.
Processus de production de carton rigide blanchi : donnée européenne « Solid Bleached board » (2000)	31-83 %	Moyenne (représentativité temporelle et géographique)	Vu l'importante contribution, une donnée nord-américaine pourrait modifier le profil environnemental des gobelets carton-PE. L'approvisionnement en carton des producteurs de gobelets n'étant pas connue et n'ayant pas d'information sur la production, il n'est pas possible de connaître l'effet qu'une telle modification pourrait avoir sur les résultats.
Processus de production de PEBD : donnée européenne agrégée (2000)	1-8 %	Moyenne (représentativité temporelle et géographique)	Vu la faible contribution du processus, il est peu probable qu'un changement dans la modélisation modifie les conclusions.
Énergie production : mélange d'approvisionnement électrique ontarien 2013	2-20 %	Très bonne	Les résultats présentés tiennent compte de cette donnée.
Production des couvercles de polystyrène (PS + thermoformage) : données européennes agrégées (2000)	4-35 %	Moyenne (représentativité temporelle et géographique)	Étant donné l'agrégation de la donnée générique, il n'est pas possible de connaître l'effet d'une modification sur les résultats.
Enfouissement du carton en fin de vie : donnée européenne (2000)	0-25 %	Moyenne (représentativité temporelle et géographique)	L'indicateur <i>Changement climatique</i> est le plus fortement affecté (25%) par les émissions de méthane lors de la dégradation du carton en site d'enfouissement. Le taux de captage des biogaz étant plus élevé au Québec en 2013 que dans le modèle générique européen, il est possible que l'impact associé à la fin de vie des gobelets serait plus faible.

Nom du processus contributeur	Contribution au cycle de vie de l'option	Qualité de la donnée (représentativité)	Effet potentiel sur les conclusions de l'étude
2. Tasse en céramique fournie par le restaurateur			
Production de la vaisselle en céramique : donnée européenne (2000) adaptée au contexte énergétique chinois (2012)	27-78 %	Moyenne (représentativité technologique - émissions)	Les usines de production chinoises pourraient être mal contrôlées et présenter plus d'émissions à l'air et à l'eau que les usines européennes modélisées. Par contre, il pourrait également s'agir d'usines plus modernes (vu l'expansion économique du pays), auquel cas les émissions considérées pourraient être trop élevées. Il n'est donc pas possible de savoir quel serait l'effet d'une donnée plus spécifique sur les conclusions de l'étude.
Production et opération d'un lave-vaisselle commercial : donnée européenne adaptée au contexte énergétique québécois.	1-4 %	Bonne	Vu la faible contribution du processus, il est peu probable qu'un changement dans la modélisation modifie les conclusions.
Détergent liquide pour lave-vaisselle commercial : donnée de savon générique adaptée (Europe)	6-14 %	Bonne	Les détergents à lave-vaisselle commercial pourraient différer entre l'Europe et le Québec. Étant donné la contribution relativement faible de ce paramètre, il est peu probable qu'un changement dans la modélisation modifie les conclusions.
Traitement des eaux usées et production d'eau potable	0-54%	Très bonne - Bonne	Les résultats présentés tiennent compte de cette donnée.
3. Tasses de voyage			
Production des tasses de voyage en plastique (PP, PC + moulage par injection) : données européennes agrégées (2000)	0-50%	Moyenne-faible (représentativité temporelle et géographique)	Étant donné l'agrégation de la donnée générique, il n'est pas possible de connaître l'effet d'une modification sur les résultats. À noter cependant que le mélange énergétique de l'industrie pétrochimique en Chine contient 42 % de charbon (IEA, 2012), alors que le même secteur en France n'en contient que 5 %. Il est donc très probable que l'adaptation des données de production de plastique au contexte chinois aurait pour effet d'augmenter les impacts de l'étape de production des tasses de voyage de PP et PC (principalement sur l'indicateur <i>Santé humaine</i>).
Traitement des eaux usées et production d'eau potable	0-54%	Très bonne - Bonne	Les résultats présentés tiennent compte de cette donnée.
Savon à vaisselle : donnée de savon générique (Europe)	8-34%	Moyenne-faible	La composition du savon à vaisselle diffère du processus générique « soap at plant ». Un changement dans les ingrédients pourrait modifier le profil environnemental du savon (affecter des indicateurs différents par ex.). Il n'est cependant pas possible de savoir quel serait l'effet d'une donnée plus spécifique sur les conclusions de l'étude.

Dans l'ensemble, à l'issue des recherches et améliorations effectuées, même si aucune collecte de données spécifiques (auprès des restaurateurs ou des producteurs et fournisseurs de tasses et gobelets) n'a été réalisée dans le cadre de ce projet, toutes les données employées pour l'analyse sont jugées de qualité suffisante en relation avec les objectifs et le champ de l'étude. Au final, la qualité des données pour les principaux processus est donc considérée adéquate. La modélisation des tasses de voyage en plastique (PP et PC) reste néanmoins l'élément le plus faible de l'étude, à cause des incertitudes liées aux processus de production de plastiques en Chine et, dans une moindre mesure, de production de savon à vaisselle. Il est donc probable que l'avantage environnemental de la tasse de polypropylène par rapport aux autres options serait réduit, voire annulé si des données plus spécifiques de production chinoise étaient disponibles. Dans ce contexte, il a été choisi de ne pas insister sur l'avantage potentiel que représente la tasse de voyage en PP.

Pour les paramètres incertains et variables, plusieurs analyses de sensibilité ont été réalisées afin de vérifier leur influence sur les conclusions de l'étude (section 3.4).

3.3.2 Contrôles de cohérence et de complétude

Tout au long de l'étude, une attention a été portée afin que les systèmes soient représentés de manière conforme à la définition des objectifs et du champ de l'étude. De plus, lors de la collecte de données et de la modélisation, la définition des frontières, les hypothèses, les méthodes et les données ont été appliquées de manière similaire à tous les systèmes. Dans la limite des éléments mentionnés à la sous-section précédente, il y a donc **cohérence** entre les systèmes étudiés au regard des sources, de la précision des données, de leur représentativité technologique, temporelle et géographique. Notamment, aucune des options évaluées n'est particulièrement avantagée ou désavantagée en regard des données employées.

Pour l'analyse de base, l'approche *cut off* a été utilisée pour toutes les matières recyclées en fin de vie, considérant que ces dernières font partie du cycle de vie de d'autres systèmes.

La **complétude** a été assurée grâce à une définition attentive des frontières des systèmes analysés. En cours d'étude, les données initialement manquantes ont été complétées par des collectes d'informations plus approfondies et par des hypothèses. Des analyses de sensibilité ont notamment été effectuées pour vérifier l'effet des hypothèses et des approximations employées. En outre, toutes les données disponibles ont été intégrées au modèle.

3.4 Analyses de sensibilité

Des analyses de sensibilité ont été effectuées pour vérifier l'influence des hypothèses de modélisation sur les conclusions de l'étude. Les résultats détaillés sont présentés à l'Annexe E.

3.4.1 Évaluation des impacts avec une autre méthode ÉICV

Afin de tester la robustesse des conclusions obtenues, l'analyse des contenants pour la consommation de café a été réalisée avec une seconde méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) : ReCiPe.

Dans la Figure 3-3, les graphiques de gauche correspondent aux résultats présentés dans le reste du rapport et ceux de droite correspondent à la méthode ReCiPe, pour laquelle les résultats de *Changement climatique* ont été extraits des indicateurs *Santé humaine* et *Écosystèmes*. Comme précédemment, la zone ombragée y illustre la plage de variation pour les gobelets jetables avec couvercle, compte-tenu de la variation de leur masse ou du choix de modélisation du carton.

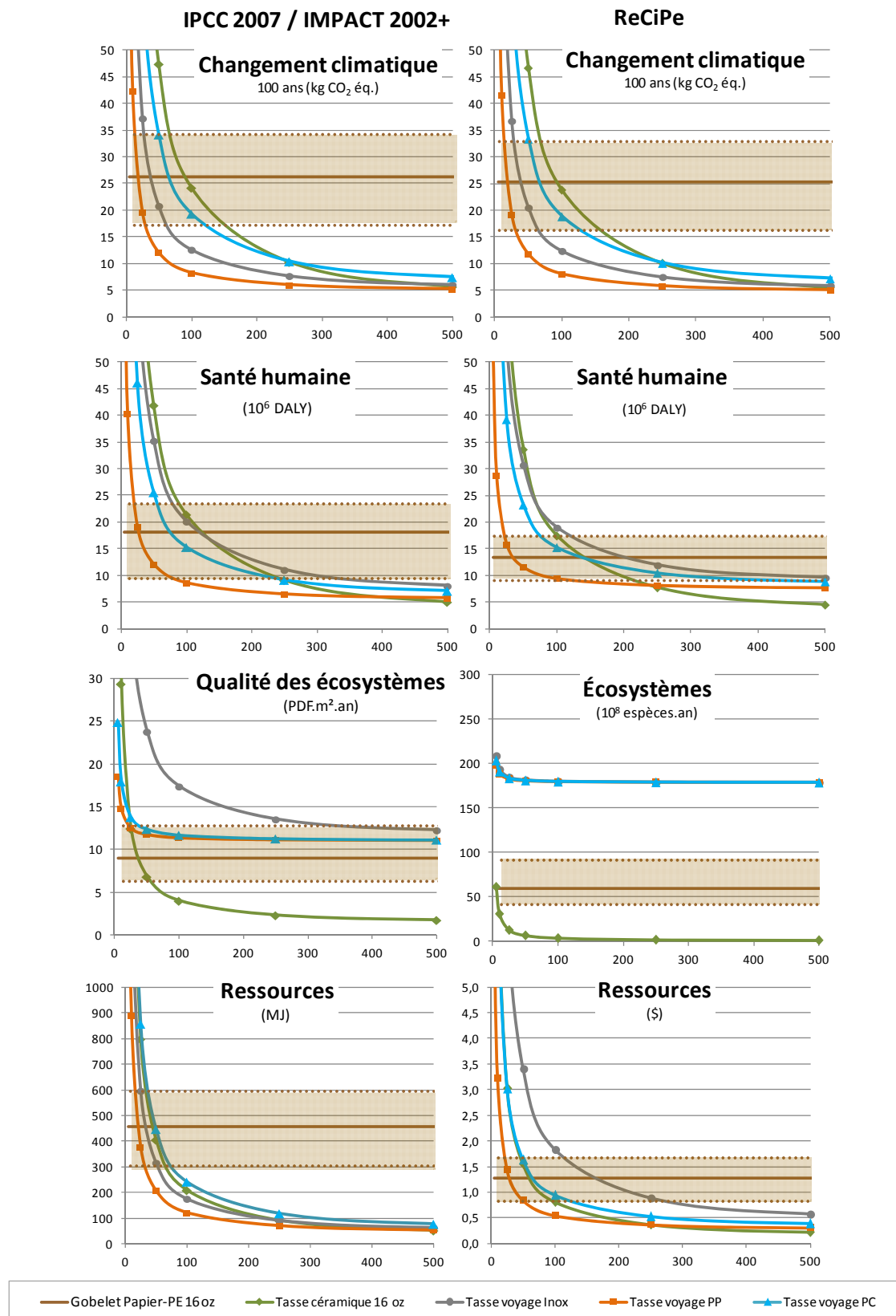


Figure 3-3 : Comparaison des options pour servir un café par jour pendant un an, selon les méthodes ReCiPe et IMPACT 2002+ / IPCC 2007.

Bien que la différence dans les modèles de caractérisation employés par ces deux méthodes ne permette pas une comparaison des valeurs obtenues, il est pertinent de s'intéresser aux tendances.

Pour la tasse en céramique, les deux méthodes arrivent sensiblement aux mêmes conclusions, c'est-à-dire qu'elles présentent moins d'impacts environnementaux potentiels que les gobelets à usage unique selon tous les indicateurs lorsqu'elles sont réutilisées environ deux cents fois.

En ce qui a trait aux tasses de voyage, on constate une certaine variabilité, mais respectant toujours les conclusions générales :

- En *Changement climatique*, les tendances observées sont les mêmes.
- En *Santé humaine*, les profils des tasses restent semblables. Avec la méthode ReCiPe, le nombre de réutilisations des tasses nécessaires pour qu'elles soient équivalentes aux gobelets jetables est plus élevé qu'avec la méthode IMPACT 2002+.
- En *Écosystèmes / Qualité des écosystèmes*, les tendances sont similaires : toutes les tasses de voyage présentent plus d'impacts potentiels que les gobelets jetables moyens, et ce, peu importe leur nombre de réutilisations, à cause des impacts du lavage qui se répètent à chaque utilisation. La méthode ReCiPe désavantage un peu moins la tasse de voyage en acier inoxydable, la présentant comme équivalente aux autres options.
- Enfin, l'indicateur *Ressources* de la méthode ReCiPe tend à présenter les tasses réutilisables avec plus d'impacts potentiels que la méthode IMPACT 2002+, en particulier pour la tasse de voyage en acier inoxydable qui voit son nombre de réutilisations nécessaires pour équivaloir aux gobelets jetables à parois simples passer de 70 à 300. C'est la manière fondamentalement différente de caractériser l'utilisation des ressources qui est ici en cause : IMPACT 2002+ comptabilise l'énergie nécessaire pour extraire la ressource (en MJ), alors que ReCiPe se base sur le coût additionnel à payer pour extraire la ressource. À noter que c'est cette dernière approche qui est actuellement recommandée par la Commission Européenne (ILCD Handbook, (European Commission, 2010)).

À la lumière de ces résultats, il est possible d'affirmer que les tendances et conclusions obtenues avec la méthode IMPACT 2002+ sont robustes et ne sont pas affectées par le choix d'une méthode d'évaluation des impacts. Seul le cas de la tasse en acier inoxydable est nuancé (un nombre plus important d'utilisations est nécessaires pour équivaloir aux gobelets à usage unique).

3.4.2 Taux de bris des tasses lors du transport

***Rappel :** Dans le cas de base, le bris de tasses de céramique lors de leur livraison au restaurateur a été négligé. Les pertes en cours de transport ont cependant une influence directe sur le nombre de tasses produites, affectant la contribution de l'étape de production au cycle de vie de ce type de contenant. Une analyse de sensibilité incluant des taux de bris de 5 % et de 10 % a été réalisée.*

L'analyse montre que le fait d'inclure un taux de bris de 5 % durant le transport augmente très légèrement les impacts potentiels de la tasse en céramique pour tous les indicateurs, mais pas suffisamment pour que son nombre de réutilisations nécessaires pour la rendre préférable à l'option jetable soit modifié. Lorsque qu'un taux de bris de 10 % est posé (ce qui représente un cas extrême), le nombre de réutilisations des tasses est augmenté de 10 pour équivaloir aux

gobelets à usage unique (220 utilisations plutôt que 210 dans le cas où les pertes lors du transport sont négligées, voir Tableau 3-2).

Cette analyse confirme que le taux de bris des tasses de céramique durant le transport est un paramètre de faible importance dans le choix d'un mode de consommation de café.

3.4.3 Quantités d'eau chaude et de détergent utilisées pour le lavage des tasses

Comme le montre le profil environnemental des options comparées (Figure 3-1), l'étape de lavage contribue à une importante part des impacts potentiels du cycle de vie des tasses réutilisables.

***Rappel - Lavage à la main (tasses de voyage) :** Dans le cas de base, il a été considéré que 3 litres d'eau (et 2 g de savon) étaient consommés chaque jour pour nettoyer à la main une tasse de voyage. Deux scénarios extrêmes ont également été évalués afin de voir l'effet des habitudes de lavage sur les résultats :*

- *scénario « écologique » : consommant 0,25 litre d'eau et 0,25 g de savon par tasse lavée;*
- *scénario « gros consommateur » : consommant 6 litres d'eau et 6 g de savon par tasse lavée.*

Il ressort de cette analyse que :

- la façon de laver les tasses de voyage influence de manière assez importante les résultats. Ainsi, lorsque des quantités élevées d'eau et de savon sont utilisées (scénario « gros consommateur »), les tasses de voyage sont toujours désavantagées par rapport aux gobelets jetables sur le plan de la consommation d'eau et il n'est plus possible de trancher en faveur de l'option réutilisable ou jetable dans le cas des indicateurs *Qualité des écosystèmes* et *Santé humaine*. Pour les autres indicateurs, le nombre de fois qu'il est nécessaire de réutiliser les tasses de voyage pour qu'elles deviennent préférables aux gobelets de carton-PE augmente.
- Par contre, lorsqu'elles sont lavées de manière « écologique », les tasses de voyage sont favorisées selon tous les indicateurs environnementaux (autre *Qualité des écosystèmes* pour lequel il n'est toujours pas possible de trancher) dès qu'elles sont utilisées 110, 30 et 90 fois¹⁴ respectivement pour les tasses en acier inoxydable, en polypropylène et en polycarbonate.

***Rappel - Lave-vaisselle (tasses en céramique) :** Pour ce qui est des tasses de céramique lavées par le commerce, le cas de base considère un lave-vaisselle encastré européen (Rüdenauer et coll., 2011, catégorie 2) rempli à 80% de sa capacité. Une analyse de sensibilité impliquant un taux de chargement de 40% (ce qui correspond à doubler la quantité d'électricité, de détergent et d'eau nécessaires pour le lavage d'une tasse) a été réalisée. Une analyse supplémentaire a été effectuée en modélisant un lave-vaisselle dont la consommation d'eau, d'électricité correspondrait à celle d'un appareil haute efficacité vendu au Québec (marque Lamber, modèle F92 EK PS).*

¹⁴ Comme précédemment, il s'agit du nombre minimal assurant un écart plus important que le niveau d'incertitude de chaque indicateur pour la méthode IMPACT 2002+(se référer à la sous-section 2.8.5 pour l'énoncé des seuils de significativité retenus selon les catégories d'impacts) entre l'option réutilisable et l'option jetable.

Ces analyses montrent que :

- Le taux de chargement du lave-vaisselle commercial n'affecte pas les conclusions. Même lorsqu'il est utilisé avec un chargement de 40%, les tasses de céramique restent préférables aux gobelets à usage unique dès qu'elles sont réutilisées plus de 210 fois (même que lorsqu'un taux de chargement « standard » de 80% est considéré).
- L'utilisation d'un lave-vaisselle à haute efficacité ne modifie pas non plus les tendances et résultats comparatifs obtenus.
- Les tasses de voyage lavées à la main de manière écologique par le consommateur performant de manière similaire ou mieux que les tasses en céramique lavées par le restaurateur.

Une comparaison graphique des options en considérant un lavage « gros consommateur » et un lavage « écologique » est présentée à l'annexe E (Figure E-1).

Savon pour le lave-vaisselle (tasse en céramique)

Une analyse sur le choix de modélisation du détergent à lave-vaisselle a été réalisée (voir Annexe E). Bien que la variabilité dans la composition des produits soit assez grande, le choix d'une donnée ou l'autre n'a pas influencé pas les conclusions de l'étude.

3.4.4 Contexte énergétique de l'étude

Rappel : Puisque l'analyse comparative des options de consommation de café est réalisée dans un contexte québécois, le mélange d'approvisionnement électrique de la province a été considéré pour le fonctionnement du lave-vaisselle et du chauffe-eau résidentiel. Il est néanmoins intéressant de vérifier si les conclusions obtenues seraient très différentes dans le cas où les tasses seraient lavées ailleurs en Amérique du Nord. Une analyse de sensibilité a donc été effectuée en remplaçant le grid mix québécois par le grid mix nord-américain moyen à l'étape de lavage des tasses (en conditions « moyennes »).

Si les tasses sont utilisées ailleurs qu'au Québec, les impacts environnementaux potentiels découlant de leur lavage sont beaucoup plus importants. De ce fait, en lavant à la main de façon « moyenne » les tasses de voyage, elles sont toujours défavorisées par rapport aux gobelets à usage unique et ce, selon tous les indicateurs environnementaux évalués (sauf *Qualité des écosystèmes* pour lequel il n'est toujours pas possible de trancher).

Pour ce qui est de la tasse de céramique, elle reste préférable à l'utilisation de gobelets à usage unique avec couvercle dès qu'elle est utilisée plus de 260 fois (par rapport à 210 dans un contexte québécois). Ainsi, à l'extérieur du Québec, il est préférable de favoriser les tasses de céramique lavées par le restaurateur.

Une illustration graphique des résultats considérant un approvisionnement énergétique nord-américain moyen est présentée à l'annexe E (Figure E-2).

3.4.5 Masse des tasses de voyage

Rappel : Ce paramètre affecte les étapes de production-distribution et de fin de vie des tasses. Bien que la contribution de ces étapes soit assez limitée lorsque le nombre de réutilisations des tasses est fixé à 500, il est néanmoins intéressant de valider les conclusions pour des modèles de tasses de voyage plus lourds. Une analyse de sensibilité employant le poids le plus élevé répertorié a donc été réalisée.

Par rapport aux tasses de voyage « moyennes » modélisées dans le cas de base, les modèles les plus lourds répertoriés représentent des augmentations de poids de 18, 67 et 29 % respectivement pour les tasses en acier inoxydable, en PP et en PC.

Sur cette étendue, les conclusions ne varient pas et le nombre de réutilisations nécessaires pour faire en sorte que l'option réutilisable soit préférable à l'utilisation de gobelets à usage unique est augmenté, mais de peu. Ainsi, la tasse en acier inoxydable devrait être réutilisée 240 fois (plutôt que 220), la tasse en PP réutilisée 60 fois (plutôt que 50) et la tasse en PC réutilisée 120 fois (plutôt que 110).

Cette analyse confirme que la masse des tasses de voyage est un paramètre dont l'importance est limitée dans le choix d'un mode de consommation de café.

3.4.6 Lieu de production des tasses de voyage en PP

Rappel : Dans le cas de base, il a été posé que les tasses de voyage étaient toutes produites en Chine, impliquant le mélange énergétique chinois pour la production, de même que le transport transocéanique pour se rendre jusqu'au Québec. Or, il existe un certain nombre de fabricants de tasses de voyage de polypropylène en Amérique. Il est donc intéressant de vérifier l'influence du lieu de production des tasses de voyage sur leur performance environnementale globale.

L'analyse a été faite en considérant que la tasse est réutilisée 500 fois.

Le fait de changer le mélange énergétique pour la production des tasses de PP aux États-Unis et de modifier le transport (en retirant le voyage en bateau et en ajoutant 1 000 km en camion 53' pour le transport entre le producteur américain et le port de Montréal) réduit les impacts de l'étape de production-distribution de la tasse en PP. Cependant, en considérant la contribution de cette étape au cycle de vie complet de la tasse (de 1 à 32 % selon les indicateurs), les résultats globaux sont pratiquement inchangés (réduction de 2 et 4 % respectivement dans les indicateurs *Changement climatique* et *Santé humaine* respectivement).

Cette analyse indique que le lieu de production des tasses de voyage est un paramètre dont l'importance est limitée dans le choix d'un mode de consommation de café.

3.4.7 Utilisation d'autres types de gobelets jetables

Rappel : L'analyse de base considère l'utilisation de gobelets de carton vierge (modélisé par le processus de la base de données ecoinvent « Solid bleached board, SBB, at plant ») doublé de PE. Il en existe cependant d'autres types sur le marché qu'il est intéressant d'intégrer à la comparaison. Deux variantes ont donc été évaluées en analyse de sensibilité :

- *un modèle de gobelets dits « écologiques », contenant 10% de fibres recyclées et doublés de PLA, les rendant compostables en installations industrielles (Solo Cup Canada, 2009). Pour les fins de l'analyse, des gobelets constitués de carton contenant 10% de fibres recyclées post-consommation (modélisé en incluant le processus ecoinvent « Whitelined chipboard, WLC, at plant ») et doublés de PLA ont été évalués, avec des couvercles faits de PLA. Dans l'optique de créer un scénario écologique idéal, tous les gobelets et couvercles ont été considérés compostés en fin de vie (donc exclus des frontières de l'analyse, suivant l'approche cut off qui estime que les impacts et bénéfices du compostage sont attribuables au système qui utilisera le compost).*
- *un gobelet de styromousse (polystyrène expansé). Pendant longtemps, le polystyrène expansé a été la principale option à usage unique pour le service de boissons chaudes. Pour les fins de l'analyse, des gobelets en PSE (GPPS) de 4,7 g (Franklin (2006b, 2009b,*

2011) ont été modélisés et sont considérés utilisés avec un couvercle en PS (équivalent à celui employé avec les gobelets de carton-PE), puis enfouis en fin de vie. Le même emballage que pour les gobelets de carton-PE a été considéré (une boîte de carton par 1 000 unités et un sac de PEBD par 50 unités).

La Figure 3-4 illustre les cinq options comparées dans l'analyse de base, de même que les modèles de gobelets compostables et en styromousse.

Bien que les gobelets « écologiques » présentent de légères baisses des indicateurs *Changement climatique*, *Ressources* et *Consommation d'eau*, elles ne sont pas suffisantes pour modifier les tendances (dominées par l'indicateur *Santé humaine*). Le fait d'utiliser des gobelets compostables et compostés ne modifie donc pas les conclusions de l'étude.

En ce qui a trait au gobelet en polystyrène expansé, ses résultats d'indicateurs sont tous plus faibles que ceux du gobelet de carton-PE, tendant à montrer que le choix de gobelets à usage unique en carton n'est pas nécessairement plus environnemental que la styromousse. Par rapport aux options lavables, le gobelet de PSE présente les mêmes tendances générales que les autres alternatives jetables pour les indicateurs *Changement climatique*, *Ressources* et *Consommation d'eau*. Pour ces catégories, la tasse de céramique reste l'option à privilégier (dès qu'elle est utilisée plus de 180 fois). Pour ce qui est de l'indicateur *Santé humaine*, les tasses réutilisables sont préférables aux gobelets de PSE lorsqu'elles sont réutilisées au moins 420 fois.

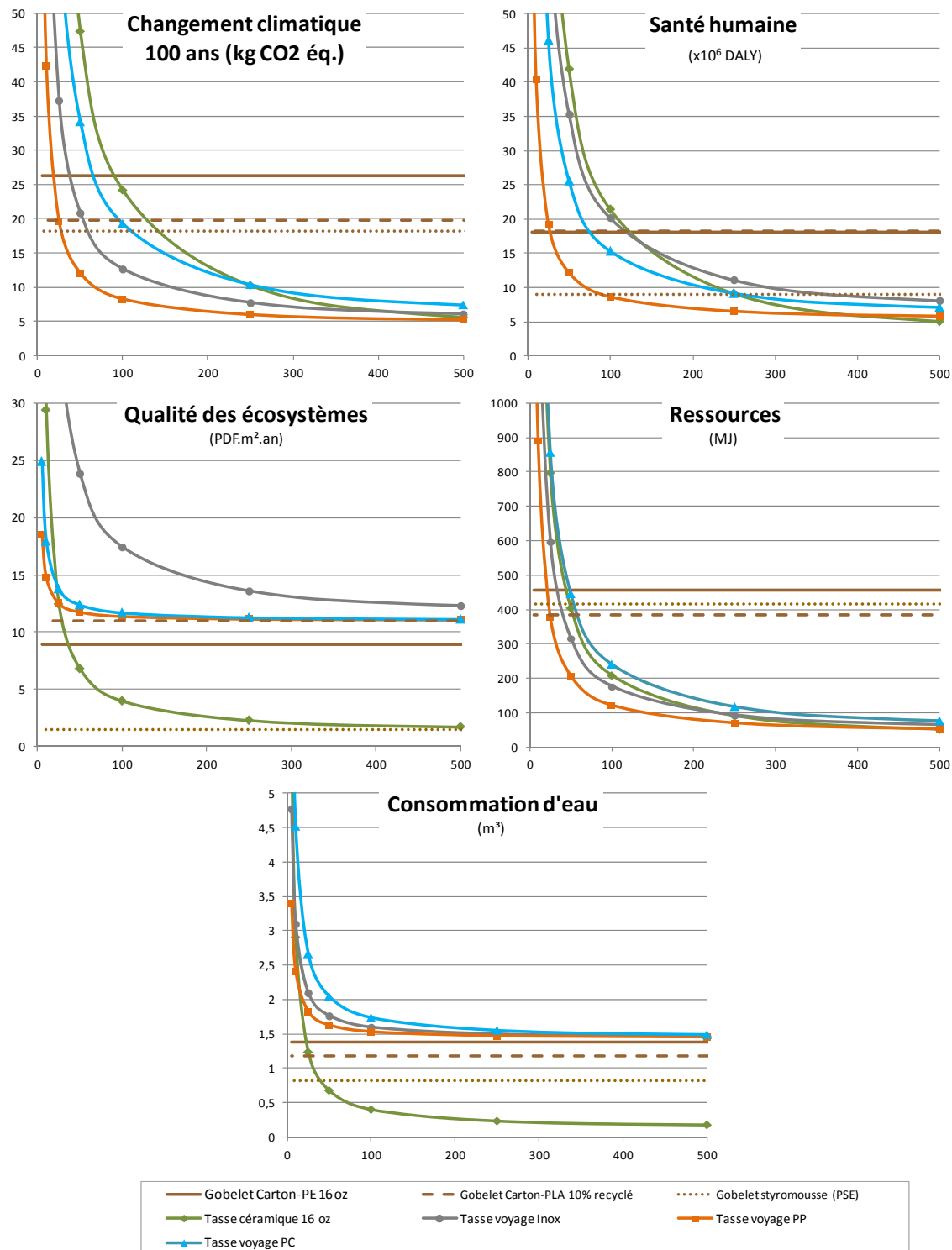


Figure 3-4 : Comparaison d'options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthodes IPCC 2007 et IMPACT 2002+) – Analyse de sensibilité avec les gobelets compostables et les gobelets jetables en styromousse.

3.4.8 Masse et isolation thermique des gobelets jetables

Rappel : Dans l'analyse de base, une masse moyenne des gobelets de carton-PE de 16 oz (18,2 g) et de leurs couvercles (4 g) a été employée. Il existe par ailleurs une variabilité assez importante de masse entre les différents modèles de gobelets à usage unique. Par exemple, certaines chaînes de restauration offrent des gobelets à parois double, dont le poids (23,9 g) est 90% plus élevé que celui des gobelets à simple paroi (12,5 g) (qui sont par ailleurs souvent employés avec des gaines isolantes, dont les impacts n'ont pas été pris en compte ici). Une analyse de sensibilité prenant en compte les extrêmes a donc été réalisée.

Les résultats présentés à la Figure 3-2 illustrent la variabilité attribuable à la masse des gobelets et des couvercles jetables. De manière plus spécifique, il est possible d'évaluer à combien d'utilisations les tasses de céramique ou de voyage deviennent préférables à l'utilisation de gobelets à usage unique avec couvercle (Tableau 3-4). Comme précédemment, le nombre de réutilisations minimal variant d'un indicateur environnemental à l'autre, seule la valeur la moins favorable à la tasse réutilisable est employée dans les discussions et conclusions (valeurs en caractères gras au Tableau 3-4) et ce, afin d'alléger les analyses.

Tableau 3-4 : Nombre d'utilisations à partir duquel les tasses réutilisables sont équivalentes ou préférables aux gobelets jetables de masses variables

Type de tasse réutilisable	Nombre de réutilisations ¹	
	Comparé à gobelets et couvercles de masses MINIMUM	Comparé à gobelets et couvercles de masses MAXIMUM
Tasse de céramique	<i>Changement climatique :</i> 120 <i>Santé humaine :</i> 280 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 80 <i>Consommation d'eau :</i> 50	<i>Changement climatique :</i> 90 <i>Santé humaine :</i> 110 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 40 <i>Consommation d'eau :</i> 20
Tasse de voyage en acier inox	<i>Changement climatique :</i> 80 <i>Santé humaine :</i> 620 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 70 <i>Consommation d'eau :</i> Jamais³	<i>Changement climatique :</i> 30 <i>Santé humaine :</i> 110 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 30 <i>Consommation d'eau :</i> 60
Tasse de voyage en PP	<i>Changement climatique :</i> 40 <i>Santé humaine :</i> 130 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 40 <i>Consommation d'eau :</i> Jamais³	<i>Changement climatique :</i> 20 <i>Santé humaine :</i> 30 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 20 <i>Consommation d'eau :</i> 50
Tasse de voyage en PC	<i>Changement climatique :</i> 160 <i>Santé humaine :</i> 310 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 90 <i>Consommation d'eau :</i> Jamais³	<i>Changement climatique :</i> 50 <i>Santé humaine :</i> 90 <i>Qualité des écosystèmes :</i> NS ² <i>Ressources :</i> 40 <i>Consommation d'eau :</i> 120

1. Nombre de réutilisations assurant un écart plus important que le niveau d'incertitude de chaque indicateur pour la méthode IMPACT 2002+(se référer à la sous-section 2.8.5 pour l'énoncé des seuils de significativité retenus selon les catégories d'impacts) entre l'option réutilisable et l'option jetable.
2. NS : Non significatif. L'écart entre les options comparées est insuffisant pour conclure, c.-à-d. que le résultat peut favoriser une option ou l'autre à l'intérieur de la plage d'incertitude de la méthode IMPACT 2002+ pour cet indicateur.
3. Jamais : lorsque plus de 3 000 réutilisations seraient nécessaires pour que l'option réutilisable ait moins d'impacts potentiels que le gobelet à usage unique, il est considéré que la tasse de voyage ne sera jamais préférable à l'option jetable.

L'analyse ci-haut considère l'utilisation de gobelets à parois simples ou doubles. Ces derniers ont cependant une meilleure capacité isolante et certains restaurateurs servant le café dans des gobelets à parois simple offrent des gaines de carton ou doublent le contenant, pour éviter que le client ne se brûle les doigts.

Par rapport aux gobelets à paroi simple (masse minimale), le fait d'ajouter une gaine isolante en carton présente une augmentation des impacts potentiels de l'ordre de 2 à 11 %, selon l'indicateur considéré, ce qui reste à l'intérieur des plages de valeurs présentées au Tableau 3-4 et à la Figure 3-2. L'utilisation d'une gaine de carton présente en effet de 26 à 40 % moins d'impact que le gobelet à parois doubles.

Par contre, le fait de servir le café dans deux gobelets emboîtés augmente le score de tous les indicateurs d'environ 5 % par rapport aux gobelets à parois doubles. Le nombre de réutilisations à partir duquel les tasses réutilisables sont équivalentes à l'option jetable sera donc un peu moindre que celui indiqué au Tableau 3-4 (masse maximale).

Ainsi, en considérant la plage de masses des gobelets et la variabilité reliée au choix de processus pour la modélisation du carton :

- la **tasse de céramique** est préférable aux gobelets à usage unique à paroi simple dès qu'elle est réutilisée 280 fois (ou 110 fois dans le cas où les gobelets à paroi double);
- la **tasse de voyage en acier inoxydable** est préférable aux gobelets à paroi double si elle est utilisée au moins 110 fois avant d'être remplacée. En excluant la consommation d'eau, 620 utilisations sont nécessaires pour équivaloir aux gobelets à paroi simple;
- la **tasse de voyage en polypropylène** ne nécessite que 50 utilisations avant de représenter moins d'impacts potentiels que les gobelets jetables à paroi double. En excluant la consommation d'eau, 130 utilisations sont nécessaires pour équivaloir aux gobelets à paroi simple;
- la **tasse de voyage en polycarbonate** doit être réutilisée 120 fois pour devenir préférable à l'utilisation de gobelets à paroi double. En excluant la consommation d'eau, 310 utilisations sont nécessaires pour équivaloir aux gobelets à paroi simple;
- l'utilisation de **gainés de carton** pour isoler les gobelets à parois simple augmente peu leurs impacts potentiels et est préférable à l'utilisation de gobelets à parois double;
- le service du café dans **deux gobelets emboîtés** a légèrement plus d'impacts potentiels que les gobelets à parois double.

3.4.9 Frontières de fin de vie : recyclage et remplacement de matière vierge (cas idéal)

Rappel : Pour quantifier le bénéfice potentiel que représente le recyclage des gobelets par rapport à leur enfouissement, il est nécessaire de procéder à une extension des frontières du système évalué, de manière à y inclure la fonction « produire une matière secondaire valorisable ». Pour cela, le système « gobelets à usage unique » s'est vu ajouter les impacts du recyclage de leurs fibres en carton recyclé, puis créditer les impacts évités par le remplacement de carton équivalent fait de pâte vierge. Cette analyse de sensibilité représente un cas idéal où la totalité des gobelets seraient recyclés.

L'analyse montre que le fait d'inclure les impacts et bénéfices induits par le recyclage des gobelets de carton permet de réduire le score de l'indicateur *Changement climatique* de 26 % par rapport au scénario où les gobelets sont enfouis en fin de vie. Tous les autres indicateurs restent à peu près inchangés. Malgré cela, le nombre de réutilisations nécessaires pour que la tasse de céramique soit préférable à l'option jetable n'est pas modifié (210 utilisations, comme dans le cas où les gobelets sont supposés enfouis, voir Tableau 3-2)

3.4.10 Résumé des analyses de sensibilité

Le Tableau 3-5 résume les résultats obtenus dans les diverses analyses effectuées. Pour chacune, il présente le nombre de réutilisations nécessaires pour que l'option réutilisable soit préférable à l'option des gobelets jetables. Cette valeur correspond à l'indicateur environnemental le moins favorable à la tasse réutilisable et prend en compte un écart suffisant pour permettre de trancher en tenant compte de l'incertitude liée aux modèles de caractérisation. Sauf lorsque spécifié, toutes les comparaisons ont été faites avec les gobelets jetables de masse moyenne, avec couvercles.

Les cas extrêmes (plus favorable et plus défavorable) à chaque option réutilisable ont été identifiés par des cases de couleur.

Tableau 3-5 : Résumé des analyses de sensibilité

Analyse	Tasse céramique	Tasse voyage acier inox	Tasse voyage PP	Tasse voyage PC
Gobelet de masse moyenne, sans couvercle (section 3.2)	240	270 (sauf pour l'eau : équivalent au jetable)	60 (sauf pour l'eau : équivalent au jetable)	230 (sauf pour l'eau : équivalent au jetable)
Gobelet de masse moyenne, avec couvercle (section 3.2)	210	220	50	110
+10% bris des tasses céramique durant transport (section 3.4.2)	220	n/a	n/a	n/a
Lavage « gros consommateur » (section 3.4.3)	210	Pour l'eau : toujours pire que les gobelets jetables	Pour l'eau : toujours pire que les gobelets jetables	Pour l'eau : toujours pire que les gobelets jetables
Lavage « écologique » (section 3.4.3)	210	110	30	90
Contexte nord américain moyen (section 3.4.4)	260	Toujours pire que les gobelets jetables	Toujours pire que les gobelets jetables	Toujours pire que les gobelets jetables
Masse des tasses de voyage plus élevée (section 3.4.5)	n/a	240	60	120
Production des tasses de voyage en Amérique du Nord (section 3.4.6)	n/a	220	50	110
Gobelet « éco » (10% recyclé, doublé de PLA) (section 3.4.7)	210	220	50	110
Gobelet à paroi simple (masse min) (section 3.4.8)	280	620 (sauf pour l'eau : équivalent au jetable)	130 (sauf pour l'eau : équivalent au jetable)	310 (sauf pour l'eau : équivalent au jetable)
Gobelet à paroi double (masse max) (section 3.4.8)	110	110	50	120
Gaines de carton sur gobelet à paroi simple (section 3.4.8)	11 à 23 % plus d'impact que le gobelet sans gaine.			
Gobelet doublé (section 3.4.8)	25 à 36 % plus d'impact que le gobelet unique.			
Considération du recyclage (idéal) (section 3.4.9)	210	s/o	s/o	s/o
Gobelet de styromousse (section 3.4.7)	420	650	130	600

n/a : non applicable; s/o : analyse non effectuée.

Globalement on retient que...

Lorsque **les tasses en céramique fournies par le restaurateur** sont réutilisées plus de 420 fois, elles présentent moins d'impacts que toutes les options jetables de consommation de café (avec ou sans couvercle, en carton doublé de polyéthylène ou en styromousse, à paroi double ou simple, etc.). Par rapport aux gobelets de carton-PE, les tasses sont à privilégier dès qu'elles peuvent être réutilisées 200 à 300 fois, soit quelques mois d'utilisation en considérant plusieurs utilisations par jour.

Les **tasses de voyage appartenant au client**, lorsqu'elles sont lavées de manière « écologique », peuvent représenter un avantage environnemental par rapport aux gobelets de carton-PE avec couvercles dès qu'elles sont réutilisées 30 à 110 fois (selon le type de tasse). Ainsi, il faut moins d'un an d'utilisation quotidienne pour amortir les impacts potentiels de la tasse de voyage.

Les éléments à retenir sont :

- La façon de laver les tasses de voyage a une influence majeure sur leur bilan environnemental : le lavage de type « gros consommateur » rend les tasses de voyage pire que les gobelets jetables, peu importe leur nombre d'utilisations.
- Dans un contexte énergétique nord-américain moyen, il est préférable d'utiliser des gobelets jetables plutôt que des tasses de voyage, lorsque ces dernières sont lavées quotidiennement à l'eau chaude (3 litres) et au savon (2 g).

Notons que l'utilisation de gaines de carton pour isoler les gobelets à parois simple augmente peu leurs impacts potentiels et est préférable à l'utilisation de gobelets à parois double ou de deux gobelets emboîtés.

3.5 Applications et limites de l'ACV environnementale

Cette ACV vise à comparer l'utilisation de produits à usage unique à l'option du réemploi du point de vue environnemental, puis de déterminer les enjeux et leviers économiques et sociaux permettant de mettre en place les meilleures pratiques identifiées. Pour ce faire, le cas spécifique de la consommation de café sur place dans les points de restauration québécois a été étudié, en comparant l'utilisation de gobelets jetables et de tasses lavables. RECYC-QUÉBEC pourra se servir des résultats de cette étude afin de guider les législateurs, les restaurateurs et les consommateurs vers de meilleures pratiques dans l'offre et la consommation de produits jetables et afin d'identifier les leviers d'amélioration vis-à-vis des pratiques actuelles. Toutes conclusions tirées de cette étude hors de son contexte original doivent être évitées.

Les principales limites pouvant cependant être soulevées concernent :

- L'importante variabilité des possibilités quant aux options de consommation de café, telles que le nombre de réutilisations des tasses, le nombre de modèles de tasses existants, les différents types de gobelets, utilisés avec ou sans couvercle et gaine de carton, le type de lavage (manuel ou à la machine), les habitudes de lavage, etc.
- La complétude et la validité des données d'inventaire. Bien qu'un effort substantiel ait été déployé pour développer des données spécifiques applicables aux systèmes évalués, certaines limites subsistent. L'analyse de la qualité des données fait état des processus dont la représentativité est plus limitée.

- La complétude et la validité de la méthode d'évaluation des impacts utilisée, entre autre parce qu'elle ne couvre pas toutes les substances inventoriées, ni tous les impacts environnementaux associés aux activités humaines. Notamment :
 - Les catégories d'impact « effets cancérigènes », « effets non-cancérigènes » et « écotoxicité » ne sont pas des mesures du risque associé aux systèmes évalués. En effet, les différentes émissions sont agrégées dans le temps et l'espace afin de constituer un inventaire dans lequel un seul flux est associé à chacune des substances répertoriées (c.-à-d. la masse totale émise par l'ensemble des processus qui la produisent). Il n'est donc pas possible de connaître le lieu, ni le moment où ont lieu les émissions et donc, d'identifier la quantité à laquelle est exposée une région donnée, l'information sur laquelle repose l'appréciation du risque pour une population donnée.
 - L'interprétation des résultats de la caractérisation ne peut se baser que sur les résultats obtenus, c'est-à-dire sur les substances pour lesquelles il existe, dans la base de données des méthodes, des facteurs de caractérisation qui convertissent les flux élémentaires inventoriés en unités d'indicateurs d'impact et de dommage. Or plusieurs flux élémentaires n'ont pu être convertis en scores d'impact puisqu'aucun facteur de caractérisation n'était disponible. Ils n'ont donc pas été considérés lors de la phase d'évaluation des impacts potentiels.
 - Contrairement à l'analyse de risque environnemental conduite dans un contexte réglementaire et qui utilise une approche conservatrice, l'ACV tente de fournir la meilleure estimation possible (Udo-de-Haes et coll., 2002). En effet, l'ÉICV tente de représenter le cas le plus probable, c.-à-d. que les modèles utilisés, soit les modèles de transport et de devenir des contaminants dans l'environnement et d'effet toxique sur les récepteurs biologiques, ne tentent pas de maximiser l'exposition et le dommage environnemental (approche du pire scénario) mais bien d'en représenter un cas moyen.

Il convient enfin de rappeler que les résultats de l'ACV présentent des impacts environnementaux potentiels et non réels.

3.6 Conclusion du volet environnemental

L'analyse environnementale a permis de comparer le profil environnemental du service de cafés en gobelets de carton-PE, en tasses de céramique lavées par le restaurateur et dans diverses tasses de voyage lavées à la main par le consommateur.

La production des gobelets et couvercles est l'étape qui contribue le plus au cycle de vie de l'option jetable. Pour ce qui est des tasses réutilisables, la fabrication des tasses et leur lavage ressortent comme les principaux contributeurs à leur profil environnemental.

Les analyses de sensibilité réalisées ont permis d'identifier certains paramètres importants à considérer dans le contexte de la consommation de cafés en restaurants. Il s'agit de la masse des gobelets jetables (à parois simple ou double), la quantité d'eau chaude et de savon employée pour laver à la main les tasses de voyage, de même que le contexte énergétique où se trouve le restaurant (Amérique du Nord ou Québec).

Afin de minimiser les impacts environnementaux potentiels associés à la consommation de café en restaurant, il est recommandé de :

- Réutiliser les tasses de céramique et les tasses de voyage le plus longtemps possible. Deux à trois cents utilisations assurent à la tasse de céramique lavée par le restaurateur un bilan plus favorable que les gobelets jetables avec couvercles, mais une utilisation encore plus longue en réduit encore davantage les impacts.
- Pour les tasses de voyage, il s'agit de réduire la quantité d'eau chaude et de savon employée lors des lavages à la main. Lorsque lavées individuellement, un rinçage avec une petite quantité d'eau froide est à privilégier. Le lavage de la tasse de voyage en même temps que la vaisselle familiale quotidienne est également une option valable pour réduire la consommation d'eau et de détergent associée à son utilisation.
- Éviter la multiplication des tasses de voyage. En effet, il n'est pas nécessaire d'en posséder plusieurs, et pour représenter un avantage environnemental, chacune d'entre elle devra avoir remplacé plusieurs centaines de gobelets jetables.
- Pour les restaurateurs qui tiennent à offrir une option jetable à leurs clients, privilégier les gobelets à parois simple et ne fournir un couvercle et une gaine isolante que lorsque nécessaire. Cette dernière n'ajoute pas beaucoup à l'impact potentiel du gobelet, mais elle y contribuera encore moins si on la réutilise plusieurs fois avant de la mettre au recyclage.

VOLET ÉCONOMIQUE

4 Analyse économique préliminaire

Le but de ce volet est de présenter une comparaison sommaire des enjeux et leviers économiques associés à l'utilisation de gobelets jetables ou de tasses de céramique dans un contexte de consommation de café en restaurant.

Plus spécifiquement, il s'agit :

- d'identifier les coûts directs et indirects que représentent les différents systèmes de consommation de café;
- d'évaluer les coûts assumés par les restaurateurs en fonction des options;
- de recommander des pratiques d'acquisition et d'utilisation des contenants à café, pour assurer la rentabilité économique des changements pour les restaurateurs.

4.1 Identification des coûts directs et indirects

Dans le cadre de la présente étude, il n'a pas été considéré pertinent de réaliser une analyse complète des coûts du cycle de vie des options comparées, en y incluant les externalités. L'objectif étant d'identifier les obstacles à la mise en place d'une solution plus environnementale pour la consommation de café, il est proposé d'évaluer les coûts directs des modes de services de café pour le restaurateur.

Les éléments listés au Tableau 4-1 ont été identifiés comme pouvant affecter les coûts associés à chacune des options de consommation de café évaluées. Dans la présente étude, seuls les coûts directs pour les restaurateurs ont été considérés dans l'analyse économique préliminaire qui suit.

Tableau 4-1 : Coûts des systèmes de consommation de café

Systèmes	Coûts pour le restaurateur	Coût pour l'utilisateur	Principaux coûts indirects à la société
Système 1 : Gobelet jetable + couvercle	Achat des gobelets et des couvercles Gestion des déchets; besoin en espace Salaire d'un employé pour la gestion des sacs poubelles*	Aucun coût direct	Gestion des déchets
Système 2 : Tasse en céramique fournie par le restaurateur	Achat des tasses Achat du lave-vaisselle (ventilé pour une unité fonctionnelle); besoin en espace Opération du lave-vaisselle (énergie, détergent) Salaire d'un plongeur*	Aucun coût direct	Traitement d'eau usée et production d'eau potable
Système 3 : Tasse de voyage appartenant au client	Aucun coût	Achat de la tasse de voyage Eau chaude et détergent pour le lavage	Traitement d'eau usée et production d'eau potable

*au prorata du temps requis par le nombre de gobelets / tasses requis par l'unité fonctionnelle.

4.2 Coûts directs de l'utilisation des gobelets à usage unique et des tasses réutilisables

Dans l'objectif de documenter la viabilité économique d'une éventuelle réduction de l'utilisation des gobelets jetables au profit de tasses réutilisables, une analyse économique préliminaire a été réalisée. Le coût du café est exclu des calculs.

Pour estimer les coûts directs assumés par le restaurateur pour le service du café dans des gobelets à usage unique et dans des tasses en céramique (rappel : aucun coût pour les restaurateurs dans le cas des tasses de voyage), les hypothèses suivantes ont été posées (détail des hypothèses, sources de données et calculs à l'annexe E) :

- Le coût des sacs à ordures pour les gobelets jetables, de même que celui des bacs et des linges utilisés pour transporter et essuyer les tasses de céramique ont été considérés négligeables.
- Pour les gobelets jetables, il a été posé qu'un conteneur d'ordures de 6,1 m³ par semaine était collecté. Le volume des gobelets neufs a été considéré (709 cm³) et le volume du couvercle a été négligé. Le coût de la collecte sélective des boîtes de carton contenant les couvercles et gobelets a été considéré négligeable pour une unité fonctionnelle de 365 gobelets.
- Concernant le temps de travail des employés (plongeur ou concierge chargé de la gestion des déchets), il est posé que l'utilisation de tasses réutilisables n'exige pas d'heures de travail supplémentaires par rapport aux gobelets jetables.
- Les coûts associés à l'espace requis pour la gestion des déchets ou l'installation d'un lave-vaisselle et le rangement des tasses en céramique n'ont pas été évalués.
- Les coûts d'entretien du lave-vaisselle sont également considérés négligeables pour une unité fonctionnelle de 365 tasses lavées.
- Le lave-vaisselle permet de laver 2 000 000 de morceaux au cours de sa vie (basé sur Rüdenauer et coll., 2011).

Pour la modélisation des coûts d'opération du lave-vaisselle, un tarif de base de 8,93 ¢/kWh a été considéré (en vigueur au 1^{er} avril 2013 (Hydro-Québec, Internet)), de même qu'un taux de chargement de l'appareil de 80 %, comme pour l'évaluation environnementale. Par ailleurs, deux sources ont été utilisées, menant à des résultats sensiblement différents :

- un lave-vaisselle performant vendu au Québec (modèle encastré) : sa consommation électrique a été estimée en considérant sa puissance nominale de 6 650 W et un temps de lavage de 2 minutes pour 36 morceaux, une consommation de 0,5 W en mode veille et l'énergie nécessaire au chauffage de 2 litres d'eau (équivalent à 0,0126 kWh/tasse).
- un lave-vaisselle encastré générique (Europe) (Rüdenauer et coll., 2011). La consommation électrique annuelle fournie par les auteurs a été rapportée par morceau lavé (0,0221 kWh/tasse).

Afin d'illustrer la plage complète de variation de coûts probable, le nombre de réutilisations des tasses a également été intégré à l'analyse :

- **Option A (meilleur cas)** : lave-vaisselle haute efficacité et tasses réutilisées 500 fois.
- **Option B (pire cas)** : lave-vaisselle générique et tasses réutilisées 100 fois.

Le Tableau 4-2 et la Figure 4-1 présentent l'estimation des coûts directs pour le restaurateur pour ces deux cas extrêmes.

**Tableau 4-2 : Coûts directs pour les restaurateurs –
Service du café dans des gobelets à usage unique ou des tasses de céramique**

Élément	Coût d'achat	Coût / café servi	Coût / 365 cafés servis	Répartition des coûts	Source
Gobelets à usage unique					
Gobelets 16 oz	77,70 \$ / 1 000	0,078 \$	28 \$	51%	Webstaurant Store (Internet)
Couvercles	41,60 \$ / 1 000	0,042 \$	15 \$	27%	Webstaurant Store (Internet)
Livraison	174 \$/ 6 000 gobelets + couvercles	0,029 \$	11 \$	19%	Webstaurant Store (Internet) (considérant un code postal à Montréal)
Collecte des déchets et taxes d'enfouissement	158 \$/mois pour 6,1 m³/semaine	0,004 \$	1,5 \$	3%	Appel chez Groupe EBI
Total	--	0,15 \$	56 \$	100%	
Tasses de céramique - Option A (500 utilisations et lave-vaisselle haute performance)					
Achat des tasses (250)	1 125 \$ (4,50\$/tasse)	0,009 \$	3,3 \$	66%	Appel chez Empire-Crockery
Achat et installation du lave-vaisselle	5 000 \$	0,003 \$	1,0 \$	20%	Prix d'achat : Costco (Internet). Installation : 500 \$ par hypothèse.
Détergent	200 \$ / 18,9 l	0,001 \$	0,2 \$	5%	Appel chez CES-Sanidépôt
Électricité, coût de base (tarif G)	8,93 c/kWh	0,001 \$	0,4 \$	8%	Hydro-Québec (Internet)
Total	--	0,01 \$	5 \$	100%	
Tasses de céramique- Option B (100 utilisations et lave-vaisselle générique)					
Achat des tasses (250)	1 125 \$ (4,50\$/tasse)	0,045 \$	16,4 \$	89%	Mêmes sources que pour l'Option A.
Achat et installation du lave-vaisselle	5 000 \$	0,003 \$	1,0 \$	5%	
Détergent	200 \$ / 18,9 l	0,001 \$	0,2 \$	1%	
Électricité, coût de base (tarif G)	8,93 c/kWh	0,002 \$	0,7 \$	4%	
Total	--	0,05 \$	18 \$	100%	

Avec l'utilisation de gobelets à usage unique, le commerçant n'a aucune dépense en capital à effectuer, outre l'achat des contenants et couvercles. Dans le cas où il souhaite servir le café dans des tasses en céramique, un investissement préalable de l'ordre de 6 000 \$ est nécessaire pour l'achat des tasses (250) et d'un lave-vaisselle.

Le principal coût associé à l'option jetable est sans surprise l'achat et la livraison des gobelets et des couvercles. Du côté de l'option réutilisable, c'est l'achat de nouvelles tasses qui compte le plus (contribuant de 66 à 89 % des coûts selon le nombre d'utilisations considéré); l'achat du lave-vaisselle et son utilisation comptant pour le reste. Le coût du service d'un café en tasse de céramique est donc extrêmement sensible au nombre d'utilisations des tasses avant leur remplacement.

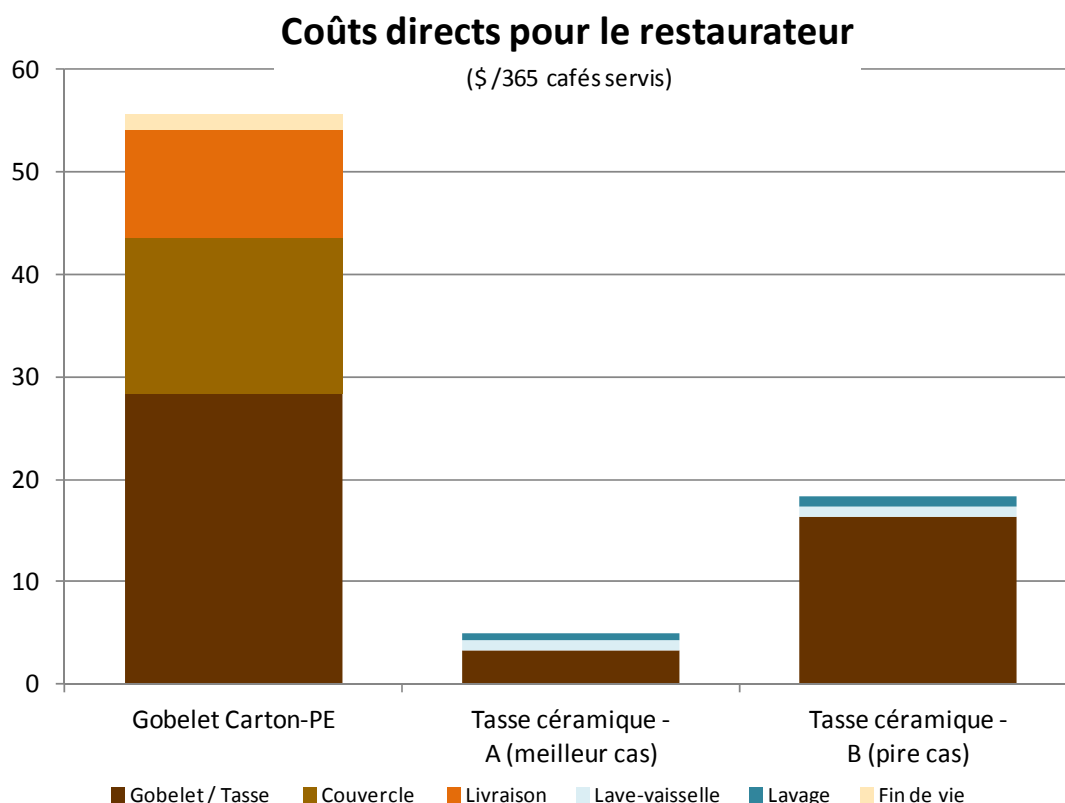


Figure 4-1 : Coûts directs, pour les restaurateurs, associés à l'utilisation de gobelets jetables ou de tasses lavables.

(Option A : tasses réutilisées 500 fois, lave-vaisselle à haute efficacité énergétique ;
Option B : tasses réutilisées 100 fois, lave-vaisselle générique).

L'option des tasses réutilisables engendre des coûts nettement inférieurs aux gobelets jetables : en se basant sur l'analyse préliminaire effectuée, une tasse utilisée 100 fois se traduit par des économies de l'ordre de 67 % au restaurateur. Si la tasse est réutilisée 500 fois, c'est une économie de plus de 90 % qui a lieu.

Dans un contexte québécois, l'utilisation du lave-vaisselle n'a pas une influence marquée sur le coût du service de cafés. Il est néanmoins intéressant de noter que le modèle à haute efficacité considéré dans l'analyse permet de réduire de plus de 40% la consommation énergétique liée au lavage des tasses.

Afin de déterminer les conditions assurant un coût équivalent pour le service de café dans des tasses et des gobelets à usage unique, une analyse en fonction du nombre de réutilisations avant la perte ou le bris des tasses a été réalisée (Figure 4-2).

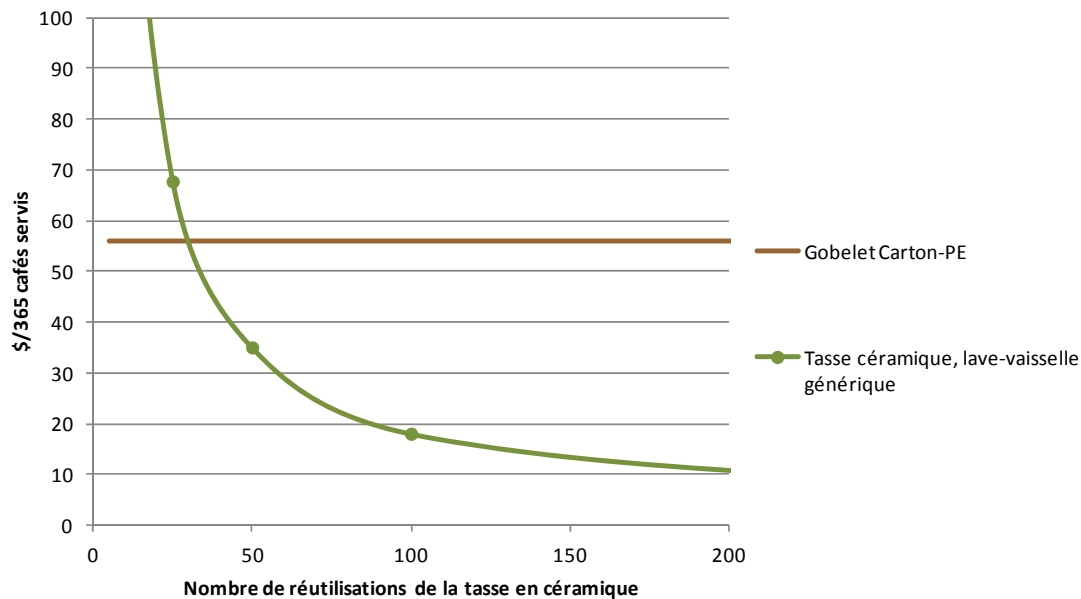


Figure 4-2 : Coûts directs du service de 365 cafés pour les restaurateurs, en fonction du nombre de réutilisations des tasses en céramique.

Cette analyse montre que des tasses de céramique coûtent au restaurateur moins cher que les gobelets à usage unique dès qu'elles sont réutilisées 45 fois (tous types de lave-vaisselle confondus, en considérant un prix d'achat de 4,50 \$ à l'unité).

4.3 Conclusion du volet économique

Il ressort de cette analyse économique préliminaire que l'utilisation de tasses en céramique présente pour le restaurateur un coût nettement inférieur à celui des gobelets jetables.

Afin de minimiser le coût d'utilisation des tasses en céramique, il est recommandé :

- d'acheter les tasses en grandes quantités, afin d'en réduire le prix unitaire;
- d'augmenter, dans la mesure du possible, le nombre de réutilisations des tasses avant leur remplacement.

Enfin, bien que l'efficacité du lave-vaisselle n'ait pas une influence marquée sur le coût du service de cafés en tasses, il est néanmoins recommandé aux restaurateurs d'opter pour un appareil à haute efficacité, afin de réduire leur consommation énergétique globale.

VOLET SOCIAL

5 Analyse de l'acceptabilité sociale

Le volet environnemental avait pour but de comparer l'utilisation de produits à usage unique à l'option du réemploi du point de vue environnemental. Le cas spécifique de la consommation de café sur place dans les points de restauration québécois a été étudié, en comparant l'utilisation de gobelets jetables et de tasses lavables. L'analyse du cycle de vie a ainsi clairement montré l'avantage de l'utilisation des tasses réutilisables par rapport aux gobelets jetables de carton et polyéthylène, et ce, dès qu'elles sont utilisées deux ou trois cents fois. Ce volet de l'étude présente une analyse de l'acceptabilité sociale qui vise à déterminer les enjeux et leviers sociaux permettant de mettre en place les meilleures pratiques identifiées.

Les objectifs spécifiques à l'analyse de l'acceptabilité sociale sont de :

- identifier les obstacles et les leviers à la réduction de l'utilisation des gobelets à usage unique en vue de l'élaboration de stratégies facilitant cette transition, notamment à travers le discours des commerçants et des consommateurs;
- analyser les enjeux liés à l'acceptabilité sociale d'une transition de l'utilisation de gobelets à usage unique vers une utilisation plus répandue de tasses réutilisables.

Ce chapitre fait état de la méthodologie employée, des résultats d'une enquête effectuée auprès de restaurants et commerces de service de café et des conclusions qui en sont tirées.

5.1 Méthodologie

Afin de parvenir à ces fins, une collecte d'informations en trois étapes a été réalisée, incluant : une revue préliminaire de littérature, l'observation du service du café dans des commerces et une enquête auprès de restaurateurs ciblés.

La revue de littérature a été présentée au premier chapitre de ce rapport. Les sous-sections qui suivent détaillent les autres démarches effectuées.

5.1.1 Observation des services

Dans un premier temps, le service du café a été observé au cours de deux fins de semaines du printemps 2013, dans 24 commerces, principalement situés à Montréal.

Ces commerces, essentiellement des franchises de grandes chaînes de restauration et des cafés indépendants, sont localisés à divers endroits dans les quartiers centraux (Ahuntsic-Cartierville, Villeray-Saint-Michel-Parc extension, Côte-Des-Neiges – Notre-Dame-De-Grâce, et le Plateau Mont-Royal). Des observations ont été également faites dans quatre commerces des villes de Gatineau et de Québec.

Afin de standardiser le processus, une grille d'observation a été élaborée et suivie. L'annexe F présente plus en détail les **commerces observés**, leur localisation, de même que la grille d'observation utilisée.

5.1.2 Enquête auprès de restaurateurs ciblés

Les observations de commerces ont été complétées par des entrevues menées sur la base d'un guide (présenté à l'annexe F) axé sur quatre points essentiels, approuvé par RECYC-QUÉBEC et

envoyé à un échantillon de commerçants ayant mis en place, ou non, des initiatives remplaçant en partie ou complètement les gobelets jetables pour la consommation sur place.

L'échantillon retenu pour l'enquête était varié et comprenait les grandes chaînes (McDonalds, Tim Hortons, Starbucks, Couche Tard, Van Houtte, Café noir et Second Cup) et leurs franchises sur l'île de Montréal et en région, ainsi que des cafés indépendants choisis au hasard dans une liste de café ayant participé au *Défi survivre sans emballage!* en 2012 (Semaine québécoise de réduction des déchets, 2013).

Nous recherchions essentiellement à approcher à la fois les hauts responsables chargés des questions de responsabilité sociale et de développement durable et les responsables des opérations sur place, donc ayant directement la gérance opérationnelle des commerces, afin de documenter autant les facteurs explicatifs au niveau stratégique que ceux résultant de la pratique. Des envois, comprenant une lettre d'invitation et une fiche indicative des axes de discussion souhaités, ont été effectués par courrier électronique à partir du 28 avril 2013. Tous les commerces ciblés ont été relancés en moyenne à quatre reprises par téléphone et à trois reprises par courrier électronique, en faisant à chaque fois mention des envois et appels précédents. La lettre d'invitation et la fiche indicative ont également été traduites en anglais pour en faciliter l'accès aux répondants des grandes chaînes de restauration, dont la plupart ont leur siège social canadien à Toronto. Enfin, nous avons tenté de les démarcher sur place, en effectuant un déplacement physique à Toronto. La visite a permis d'obtenir les principaux responsables au téléphone, mais ces derniers ont déclaré ne pas souhaiter participer à l'enquête.

Ainsi, des deux groupes d'acteurs concernés par la présente enquête au départ, seuls cinq cafés indépendants ont répondu : *Le Victoria*, *La Tazza*, *Privilège*, *Première Moisson* et *Les Brûleries*. L'échantillon s'est étendu à deux cafés étudiants : *Fractal* et *Salon G* choisis sur la base des facteurs d'équivalence avec les gros joueurs comme la rapidité du service et la grande mobilité des clients.

Au final, le refus des grandes chaînes de participer à l'enquête a rendu homogène un petit échantillon composé essentiellement d'indépendants. Au cours de la collecte d'information, une attention particulière a été portée afin d'atteindre le seuil de saturation, par la redondance et la répétitivité de l'information obtenue. Une attention a également été portée à la représentativité, la pertinence et la complétude de l'information collectée. En effet, la recherche qualitative travaille souvent avec de petits échantillons de personnes que Miles et Huberman (2003) appellent *échantillonnage séquentiel dirigé par une réflexion conceptuelle*. Le terme séquentiel est utilisé parce que l'on ne détermine pas a priori la taille de l'échantillon et que l'on continue d'échantillonner au fur et à mesure que se collecte l'information. Et « Dirigé par une réflexion conceptuelle » est employé parce que l'on ne s'intéresse pas à la représentativité statistique de l'échantillon mais à une question de recherche spécifique, fondée sur des concepts et que c'est cela qui dictera s'il faut poursuivre l'effort d'échantillonnage. Au cours de cette étude, la validité interne et externe a également été assurée par :

- la variété de profils de commerces approchés : restauration, boulangerie et pâtisserie;
- la diversité des profils de cafés : indépendants et étudiants;
- la variété des lieux d'observation : métropole et région (Montréal, Québec, Gatineau);
- la multiplicité des données d'analyse : données d'observations, données d'entrevues et discours officiels à travers des rapports publics.

Par ailleurs, toutes les réponses obtenues des entrevues ont été retranscrites et ont fait l'objet d'analyse de contenu. Elle a consisté en l'inventaire des différents concepts utilisés dans les

données collectées, l'établissement d'une liste de tous les mots-clés ou importants en relation avec l'acceptabilité sociale, leur dénombrement pour établir leur occurrence et ensuite l'organisation des différents éléments en classes en vue d'opérer un regroupement en catégories de réponses analogues, de même niveau, sous une rubrique générale au niveau où elles sont significatives. Les réponses des sept cafés ayant accepté de participer aux entrevues sont identifiées dans les sections qui suivent par un numéro d'entretien, afin de conserver la confidentialité des répondants. Tous servent le café dans des tasses de céramique depuis leur ouverture, et offrent l'option du gobelet jetable aux clients qui le demandent. Aucun n'a donc opéré de transition du jetable au durable.

5.2 Enjeux de l'acceptabilité sociale

Les enjeux de l'acceptabilité sociale examinés ici se fondent d'une part sur l'analyse de la littérature et d'autre part sur l'enquête présentée ci-dessus.

5.2.1 Retour sur l'état des lieux

La section 1.2 a présenté un état des lieux sur l'homogénéité du discours autour de l'utilisation des contenants réutilisables dans le service de café, des préférences des consommateurs et des initiatives de sensibilisation des consommateurs et des commerces. On y a vu que quelques actions pour encourager l'usage des contenants réutilisables dans les CEGEP d'une part et dans quelques commerces indépendants¹⁵ semblent avoir été un facteur prédisposant à l'adoption de la tasse réutilisable en remplacement du gobelet jetable auprès des publics cibles. Il faut cependant remarquer que l'ensemble des initiatives répertoriées restent des actions très locales, voire localisées, avec un public captif et même acquis. Elles ont donc sensibilisé seulement un petit groupe sans avoir de valeur plus large. Par conséquent, elles ne constituent pas une base pour généraliser des conclusions. Il n'empêche cependant que ce type d'action représente pour les consommateurs une possibilité d'amélioration des pratiques de gestion des contenants. Nous aurons ces éléments en tête lors de la présentation des pistes d'action pouvant contribuer à la transition.

5.2.2 Perceptions des restaurateurs quant à l'utilisation des tasses réutilisables

Les cafés observés utilisent tous les types de contenants, de la céramique au verre, du carton au polystyrène expansé. Sur les 24 commerces observés, 16 utilisent exclusivement les tasses en céramique lors du service sur place (à une table), trois utilisent à 50 % les tasses et les gobelets jetables et quatre privilégient les gobelets jetables (détail à l'annexe F).

¹⁵ Environ 55 commerces ont participé à la campagne « Tasse-toi » de 2011 organisée par Action RE-buts et soutenue entre autres par RECYC-QUEBEC pour la sensibilisation à l'adoption des contenants réutilisables dans le service des boissons chaudes.



Figure 5-1 : Divers types de contenants utilisés dans le service de café.

Il semble exister au Québec une tradition d'utiliser la vaisselle lavable dans le service du café sur place. Elle apparaît comme un standard dans la restauration, la pratique la plus répandue faisant des tasses en céramique ce qui s'utilise le plus pour le service de café sur place.

Allez dans n'importe quel café qui se respecte, ils sont tous dans la vaisselle en porcelaine. Pour ce que je connais, partout, même aux États-Unis, un café ça se sert dans une tasse en céramique... Utiliser la vaisselle est une tradition puisque tout le monde le fait. (Entretien n° 5)

Il y a des clients qui viennent et qui exigent leur tasse en céramique. Ils ont peur d'être servi en autre contenant que la tasse en céramique. Ils disent « je veux avoir ma tasse en céramique ». Servir en tasse en céramique au Québec est culturel. (Entretien n° 1)

Par ailleurs, il apparaît que, pour les répondants ayant participé à l'enquête, il n'y a pas de différence entre servir le café dans les contenants du commerce ou dans des contenants apportés par les clients.

Aucun problème que les gens apportent leur tasse. Même qu'on encourage ça. (Entretien n° 5)

... quand les gens arrivent avec leur tasse, c'est souvent les habitués qui viennent pour des cafés réguliers et il y a un remplissage et les gens repartent avec. (Entretien n° 2)

Sans véritablement justifier l'usage répandu de la vaisselle dans le service du café, les agents aux comptoirs interrogés lors des sorties d'observation évoquent le confort qui est procuré au consommateur, le côté accueillant et reproducteur d'un « chez soi » au client lorsqu'il est servi dans la « vraie vaisselle ». À cela, il faudrait ajouter la recherche d'une présentation esthétique du café pour marquer aux yeux du client la différence entre le velouté et le corsé, par exemple. Un bon café se sert dans un bon récipient :

[...] On fait affaire avec un marché qui est de plus en plus connaisseur et qui exige de plus en plus autant un contenant qu'un contenu. Le contenant est tout aussi important que le contenu ou presque. (Entretien n° 5)

La plupart des clients aussi préfèrent les tasses en céramique parce qu'elles conservent bien la chaleur et les gens, ils aiment toucher la céramique au lieu du carton. [...] les gens apprécient la beauté et la qualité de la tasse et s'exclament qu'elle est tellement jolie. Ou des fois, ils pensent à chez eux. Et quand ils viennent boire un café ils pensent que c'est ça, c'est leur foyer. Elle leur rappelle chez eux. (Entretien n° 1)

Les raisons économiques et environnementales sont également soulignées par les restaurateurs.

Au niveau des coûts, c'est sûr qu'une tasse en céramique va être utilisée un bon nombre de fois avant d'être envoyée au rebus (parce que brisée ou ébréchée). Ça se rentabilise à la longue au contraire des contenants jetables qui, en plus d'être chers, impliquent un volume important de déchets à gérer au niveau de l'organisation des poubelles. Ce n'était pas dans notre intérêt dès le départ d'utiliser du jetable. (Entretien n° 2)

Il y a une moyenne de 100 usages¹⁶ par tasse pour nos tasses, à comparer à un usage par gobelet jetable. Il faut le voir de façon réelle; il y a toujours une économie dans quelque chose qui va durer. (Entretien n° 4)

C'est bon pour l'environnement, c'est aussi économiquement bon pour la société du fait que la fabrication des tasses crée des emplois et génère moins de pollution dans son processus. Utilisée dans le service du café, la tasse n'est pas jetée après le premier usage, mais juste lavée. De ce point de vue-là, pour le commerçant, c'est plus économique. (Entretien n° 1)

En bref, les perceptions des restaurateurs par rapport aux tasses lavables sont favorables, d'un point de vue esthétique, environnemental et du réconfort pour le client.

5.2.3 Les obstacles à l'adoption généralisée de tasses réutilisables

Il ressort des commerces observés deux types de situation : le cas du café haut de gamme, où l'utilisation de tasse en céramique semble établie, et le cas du café de style restauration rapide, où les contenants utilisés sont de 50 à 100 % des gobelets jetables. Ce dernier cas représente le tiers de l'échantillon observé (8 sur 24). Il est à noter que même si c'est plus rare, certains clients peuvent aussi réclamer de se faire servir dans un gobelet jetable dans les cafés haut de gamme.

Cependant, la disponibilité des tasses lavables dans les services de restauration rapide est souvent restreinte. On peut remarquer par exemple que dans les *McDonalds* observés dans le cadre de l'enquête, une publicité vantant l'usage des tasses en céramique dans le service de café passe en boucle sur les écrans installés, sans qu'aucune tasse en céramique ne soit visible ni sur table ni au comptoir. Dans un *Harvey's* visité, une demande pour une tasse en céramique a été reçue avec surprise. Chez un *Tim Hortons* visité, même si les tasses ne sont pas visibles du premier coup d'œil, elles sont disponibles et les clients peuvent les utiliser à la demande : « *Il faut demander pour être servi en verre ou en céramique. Parce qu'ici, [les clients] n'aiment pas [être servis dans des tasses]* », a déclaré l'agent de comptoir interrogé. Cette situation est contraire au discours public de cette chaîne de restauration sur le développement durable énoncé dans ses rapports. En effet, au Québec, *Tim Hortons* proposerait des tasses en porcelaine à ses clients qui mangent sur place et propose des rabais (10 cents) sur le café servi dans des tasses de voyage amenées par les clients (Tim Hortons, Internet).

S'il n'a pas été possible de discuter directement avec les grandes chaînes pour connaître les raisons de leur choix, les cafés indépendants expliquent le choix des contenants jetables par des raisons économiques, une recherche de plus de profit et surtout, d'évitement des risques hygiéniques pour les clients.

¹⁶ Cette valeur n'a pas été validée auprès d'autres répondants au cours de la présente enquête.

En effet, pour le nombre de clients accueillis, l'utilisation de la tasse en céramique exigerait un investissement plus important dans l'achat de la vaisselle et dans la main d'œuvre qui devra être assignée au lavage.

Le facteur économique est une résistance et le facteur faisabilité, dans le sens qu'il faut que tu sois capable d'entretenir, d'avoir le volume suffisant au bon endroit au bon moment un peu comme le principe de commander du matériel. (Entretien n° 4)

Par ailleurs, servir dans des contenants jetables mettrait à l'abri des problèmes de santé publique liés à la vaisselle mal lavée et éviterait ainsi aux chaînes de restauration des poursuites judiciaires qui pourraient, qu'elles aient à terme gagné ou perdu, affecter la marque et la crédibilité de la maison. L'utilisation du jetable leur permet aussi de disposer d'un important support de publicité de masse par l'usage massif des contenants en carton et par la grande mobilité des clients.

... ils ne veulent pas payer pour nettoyer et ils ont aussi peur pour leur image d'hygiène pour le nettoyage que cela peut nécessiter et pour lequel ils ne seront pas à la hauteur(...) S'ils utilisent le carton, ils sont capables de mettre des messages et des images pour promouvoir le produit. (Entretien n° 1)

Cette crainte est aussi perceptible chez les clients qui, en réaction, portent leur choix sur les gobelets jetables :

[...] J'ai servi des clients ici qui préfèrent le café servi [dans des gobelets] en carton. Ils ont dit qu'ils sont traumatisés parce que, avec les tasses lavables, il y a parfois du rouge à lèvres qui reste là. Donc leur choix est fondé sur des raisons d'hygiène. (Entretien n° 1)

Par ailleurs, la grande mobilité des consommateurs ainsi que le manque d'isolation thermique des tasses de céramique ont été identifiés comme des obstacles par les répondants. En effet, certains consommateurs privilégient l'utilisation de tasses jetables car celles-ci permettent le transport de la boisson à l'extérieur des murs du café. Ceci est particulièrement utile pour les routiers (Entretien n° 5). Par ailleurs, certains consommateurs estiment que les gobelets jetables avec couvercle sont en mesure de garder la boisson au chaud plus longtemps que les tasses de céramique (Entretien n°1). Certains souhaitent pouvoir conserver une boisson chaude pendant toute la durée de la consommation, qui peut, dans certains cas, s'étaler sur 2 heures (Entretien n°5).

Un dernier obstacle identifié, et qui affecte les choix des consommateurs et du personnel des services de restauration, est la méconnaissance des impacts environnementaux des contenants jetables.

Dans le passé, j'ai eu des employés qui préféraient servir [le café dans des gobelets] en carton au lieu de tasse. Par exemple, mon premier employé (...) ne savait pas que le carton, [le gobelet] en carton vient des arbres. Il faut couper des arbres pour fabriquer des cartons, pour fabriquer les [gobelets]. Elle n'est pas au courant. Elle pensait que si elle servait en tasse en céramique, il faut aller laver après et c'est du gaspillage. (Entretien n° 1)

Le Tableau 5-1 fait état de l'ensemble des obstacles identifiés par le biais l'analyse de l'acceptabilité sociale ainsi que l'état des lieux (section 1.2).

Tableau 5-1 : Les obstacles à l'adoption des contenants réutilisables dans le service du café sur place

Acteurs concernés	Obstacles
Consommateurs	Manque d'information quant à la disponibilité des contenants réutilisables (lorsque ceux-ci sont offerts dans un établissement)
	Mobilité du consommateur et désir de garder le café chaud pendant longtemps
	Craintes par rapport à l'hygiène des contenants réutilisables (volonté d'éviter les risques d'infection ou dégoût)
Services de restauration	Contraintes matérielles : demande en espace et investissement initial dans le matériel de lavage et rinçage (volonté de limiter les coûts d'achat de la vaisselle et de la main-d'œuvre pour le lavage)
	Craintes d'atteinte à l'image et à la crédibilité due à la question de l'hygiène des tasses réutilisables
	Opportunité d'utiliser les contenants jetables comme support publicitaire
	Méconnaissance des coûts et des bénéfices environnementaux liés à l'utilisation des contenants jetables et réutilisables

Source : Données d'enquête.

5.3 Les leviers pour l'adoption généralisée de tasses réutilisables

Cette section présente les leviers identifiés par les répondants de l'enquête. On définira un levier social comme une force active utilisée comme moyen d'action pour arriver à l'objectif visé, dans ce cas-ci l'utilisation de tasses réutilisables. Ces leviers ont été formulés sous la forme de recommandations.

L'enquête met en évidence trois acteurs clefs à mobiliser : les consommateurs, les restaurateurs et leurs fournisseurs. Il est de l'avis des répondants que ces acteurs clefs peuvent jouer un rôle catalyseur pour influencer une cible principale : les grandes chaînes. Ceci est particulièrement le cas pour les consommateurs, qui sont perçus comme des acteurs capables de modifier les comportements des grands joueurs.

5.3.1 Agir sur le consommateur

Le premier axe d'intervention identifié lors de l'enquête implique les consommateurs. Tel que mentionné ci-dessus, ceux-ci sont perçus comme d'importants catalyseurs.

Si la demande vient des consommateurs, cela modifiera le comportement des grands joueurs. C'est ce qui s'est passé dans les épiceries. Le choix bio est venu d'une forte demande du consommateur de consommer bio. (Entretien n° 5)

Si une demande importante vient des clients pour être servis en céramique, les commerces suivront. (Entretien n° 3)

Cependant, il existe des contraintes préalables à lever avant toute action, notamment la crainte relative à l'hygiène et la méconnaissance des impacts des choix de contenants. Il faut donc :

Sécuriser le consommateur sur les questions d'hygiène des tasses lavables en donnant par exemple la preuve de la propreté de son commerce ou en sensibilisant le consommateur aux normes d'hygiènes imposées aux restaurateurs par les pouvoirs publics.

Améliorer la connaissance du consommateur sur les impacts des contenants en usage unique par une action volontariste d'information et de sensibilisation.

Agir sur les valeurs positives des consommateurs. Les répondants suggèrent de retrouver chez les consommateurs ce qui peut les toucher au plus profond d'eux-mêmes pour le mettre en valeur dans l'élaboration des messages en leur direction. Il s'agit donc d'une communication ciblée (qui vise des catégories de personnes précises et non la masse) et positive (qui évite de montrer les contre-exemples). Les axes de communication mis en avant sont ceux qui misent sur *la responsabilité vis-à-vis des générations présentes et futures* (Entretien n° 3) et *la conscience de la menace des enjeux globaux sur l'avenir de la planète* (Entretien n° 5). La communication ciblée jouerait ainsi un rôle déterminant :

C'est plus en y allant par la bande (publicité à la télévision « je ne veux pas être servi en carton et en plastique, je veux être servi en verre et en céramique »), en conscientisant les clients qui viennent régulièrement, que les clients vont commencer à demander [aux grandes chaînes] d'être servis dans des contenants réutilisables. (Entretien n°2)

Responsabiliser le consommateur en lui faisant assumer les coûts et les bénéfices de son choix. En effet, au-delà du comportement socialement acceptable, l'enquête a aussi mis en évidence le fait que la notion de coût social lié à la consommation n'est pas qu'un concept théorique mais qu'il est mentionné par certains restaurateurs comme une dimension qui devrait être prise en compte.

Il y a toujours une économie dans quelque chose qui va durer. Le principe est comme ça sur toute la ligne. De nos jours on achète un téléviseur à 200 \$ et après 2 ans on le jette aux vidanges et on achète un autre à 200 \$, alors qu'un téléviseur à 2 000 \$ vous l'utilisez pour 20 ans en le réparant. Ça va être la même dépense par année, sauf qu'on n'a pas le coût social. (Entretien n° 4)

En toile de fond de cette demande sociale, il y a l'exigence de rendre chaque citoyen responsable de ses actes et de ses choix de consommation. La responsabilisation évoquée par les répondants est celle de faire en sorte que le consommateur ait la pleine conscience que le surcoût du contenant jetable est assumé par lui.

« Tu consommes selon ton choix mais tu vas payer selon ton choix aussi. » (Entretien n° 5), « Il faut charger un coût sur l'achat du café pour les usagers qui l'emportent » (Entretien n° 1), disent les répondants au cours de l'enquête comme cela a été le cas avec les épiceries où « en mettant 5 sous sur chaque sac plastique les gens en consomment beaucoup moins. » (Entretien n° 2). Elle relève de la stratégie de changement de comportement qui consiste à augmenter les contraintes physiques pour les usagers afin de les amener à abandonner le comportement non souhaité. « Cela revient à dire qu'il faut mettre une contrainte supplémentaire en chargeant par exemple 5 cents sur les contenants jetables pour amener les gens à changer. » (Entretien n° 4).

[...] Pour décourager les gens qui demandent les [gobelets] en carton, nous avons ajouté un frais. On a chargé 13 sous de plus parce que quand ils prennent le café dans un [gobelet] en carton, il faut ajouter le couvercle et un [second gobelet] pour garder le café chaud et pour ne pas que ça chauffe la main. Tout ça génère un coût; on n'a même pas chargé au client le coût total que nous payons réellement pour servir le café en [gobelet de] carton. C'est donc juste une partie qui est facturé au client pour le décourager, surtout quand il boit sur place, parce qu'il a choisi ce moyen-là qui nous coûte plus cher et qui n'est pas bon pour l'environnement. (Entretien n° 1)

Le fait de mettre des incitatifs apporte déjà des résultats de l'avis de certains répondants) :

[...] Sur 10 clients, peut-être 2 ou 3 clients ont changé de comportement. Pour nous c'est beaucoup parce que ce sont des clients réguliers qui consomment le café tous les jours. Si on ne change pas ça, il faut que chaque jour on jette [un gobelet] en carton. Mais depuis qu'ils ont adopté une tasse ordinaire, ça nous a permis d'économiser pas mal. (Entretien n° 1)

5.3.2 Travailler avec les fournisseurs

Promouvoir la conception de tasses de voyage qui répondent aux besoins des consommateurs. La seconde cible identifiée lors de l'enquête par les restaurateurs implique les fournisseurs qu'il faudra inciter à produire des tasses de voyage aux capacités isolantes supérieures, de manière à permettre au consommateur d'assouvir son désir de consommer sa dernière gorgée de café chaud même au bout de 2 heures.

Les répondants reconnaissent la difficulté à changer la situation actuelle compte tenu de l'ancrage du comportement de certains consommateurs :

[...] Même si techniquement c'est impeccable comme tasse [de voyage], juste faire changer l'habitude des clients va être un combat presque impossible parce qu'ils vont toujours voir ces tasses comme une espèce de curiosité, un ovni; ça ne sera jamais intériorisé. (Entretien n° 5)

5.3.3 Encourager les restaurateurs

Récompenser et mettre en valeur les bonnes pratiques. Les répondants misent sur une pédagogie de l'exemple qui consisterait à identifier et à mettre en valeur les bonnes pratiques.

Il s'agit d' :

[...] un programme de reconnaissance, pas un programme de dissuasion, [qui rétribue et récompense] ceux qui font de bons coups. Les gros gestes qui changeront le monde, personne ne va le faire. (Entretien n° 5)

Accompagner les restaurateurs dans leur adoption des meilleures pratiques. L'importance de soutenir et d'accompagner les commerces vers les meilleures pratiques ont été soulignés, notamment par le biais de la sensibilisation et de la formation.

Encourager les restaurateurs à rendre les tasses réutilisables disponibles. Au-delà de ce programme souhaité par des restaurateurs, l'examen du Tableau 5-1 met en évidence la nécessité d'entrer en médiation avec les grands joueurs afin qu'ils concordent leurs discours publics ainsi que ceux de leurs franchises à leurs pratiques quotidiennes de service du café : rendre disponibles et visibles les tasses en céramique annoncées dans les politiques, documents écrits, sites internet et annonces publicitaires; et sensibiliser et former le personnel affecté au service à proposer les tasses aux clients.

Il est à noter qu'aucun des représentants des commerces interrogés n'a souhaité une quelconque réglementation sur les contenants jetables et réutilisables. Ces représentants ont par ailleurs fait part de cette opinion au chercheur sans même que celui-ci ne pose de question abordant de façon directe la question d'une réglementation éventuelle.

Le Tableau 5-2 résume les leviers identifiés dans le cadre de l'enquête. Il est à noter que deux obstacles identifiés dans la sous-section 5.2.3 n'ont pas été abordés par les leviers. Il s'agit des

craintes des restaurateurs par rapport à l'hygiène des tasses réutilisables ainsi que le problème des contraintes matérielles liées à l'adoption des tasses réutilisables. Ces contraintes, tel que décrit plus haut, sont d'ordre financier et d'aménagement du local.

Tableau 5-2 : Leviers pour l'adoption généralisée des tasses réutilisables

Acteurs concernés	Leviers
Consommateurs	Sécuriser les consommateurs sur les questions d'hygiène des tasses réutilisables
	Améliorer la connaissance du consommateur sur les impacts environnementaux des contenants jetables
	Agir sur les valeurs positives des consommateurs (campagne de promotion sur les bienfaits des tasses réutilisables)
	Responsabiliser le consommateur en lui faisant assumer le coût ou le bénéfice associé à son choix
Fournisseurs	Promouvoir la conception de tasses de voyage qui répondent aux besoins des consommateurs
Services de restauration	Récompenser et mettre en valeur les bonnes pratiques
	Accompagner les restaurateurs dans leur adoption des meilleures pratiques
	Encourager les restaurateurs à rendre disponibles les tasses réutilisables

Source : Données d'enquête.

5.4 Limites de l'analyse de l'acceptabilité sociale

Les résultats de cette enquête présentent quelques limites liées à la faiblesse du nombre de participants à la collecte et à « l'homogénéité » de l'échantillonnage dus à la non disponibilité des grandes chaînes de restauration de participer à l'étude. Elle est également limitée par la faible production de données sur la question de l'acceptabilité sociale. Les résultats présentés dans ce chapitre sont donc essentiellement empiriques et de sources orales, emprunts des limites de l'oralité. Ils sont donc sujets à des insuffisances liées à l'usage d'une grille d'observation qui pourrait restreindre le champ d'attention du chercheur. Ils représentent également principalement le point de vue des restaurateurs impliqués dans le service du café et de ce fait, excluent certaines conclusions qu'ils ne souhaitent pas actuellement (par exemple l'idée d'avoir recours à de la réglementation pour promouvoir l'utilisation de tasses réutilisables). Les données d'observation elles-mêmes ont pu être aussi influencées par les caractéristiques propres de l'observateur. Nous avons contrôlé ce biais en faisant attention aux détails et en posant des questions de validation des données d'observation aux personnes travaillant dans les lieux observés.

5.5 Conclusions de l'analyse de l'acceptabilité sociale

Le diagnostic établi dans le cadre de la présente étude fait apparaître une homogénéité de discours autour de l'utilisation des contenants réutilisables dans le service de café, la préférence des consommateurs pour les gobelets réutilisables et les tasses en céramique et la présence d'un certain nombre d'initiatives de sensibilisation des consommateurs et des commerces impliqués. Il fait apparaître aussi le manque d'intérêt et la non disponibilité des grandes chaînes de restauration approchées de participer à l'enquête.

Les données ont mis à jour des freins à l'adoption des meilleures pratiques dans le service de café sur place. Ils sont relatifs au manque d'information des consommateurs et des commerçants quant aux impacts environnementaux des contenants utilisés dans le service du café, la grande mobilité des consommateurs, leurs craintes par rapport à l'hygiène des tasses réutilisables et le manque de disponibilité et de visibilité des tasses réutilisables pour les consommateurs au sein des établissements. Par ailleurs, les contraintes matérielles chez les restaurateurs et leur crainte d'atteinte à leur réputation par rapport aux questions d'hygiène constituent également des obstacles. Les freins sont enfin relatifs à la difficulté de mise en place d'aménagements nécessaires pour l'utilisation des tasses dans les commerces de grande taille et la volonté des restaurateurs d'utiliser les contenants jetables comme supports publicitaires.

L'étude a aussi mis en évidence quelques leviers pouvant servir de facilitateurs à l'élaboration d'une stratégie de transition de la substitution des tasses réutilisables aux contenants jetables. Ceux-ci sont identifiés par les restaurateurs ayant été interviewés. Ces leviers formulés sous la forme de recommandations à l'action sont relatifs à :

- la sécurisation du consommateur en ce qui concerne l'hygiène dans le lavage et le rinçage de la vaisselle;
- l'amélioration des connaissances des consommateurs et des commerçants sur les impacts environnementaux des contenants utilisés dans le service du café;
- l'articulation dans une campagne de communication des valeurs positives du consommateur en faveur de la protection de l'environnement;
- l'internalisation des coûts liés à l'utilisation des tasses jetables/réutilisables par le consommateur;
- La mise en valeur et la récompense des meilleures pratiques chez les restaurateurs;
- L'accompagnement des restaurateurs dans leur adoption des meilleures pratiques; et
- L'encouragement aux restaurateurs à rendre disponibles et visibles les tasses réutilisables.

6 Conclusions générales

L'analyse environnementale du cycle de vie a clairement montré l'avantage de l'utilisation des tasses réutilisables par rapport aux gobelets jetables de carton-PE dans un contexte de consommation de cafés en restaurant. Après deux à trois cents utilisations (soit quelques mois en restaurant), les tasses de céramique lavées en lave-vaisselle industriel présentent moins d'impacts environnementaux potentiels que les gobelets à usage unique avec couvercle.

L'analyse économique préliminaire a également montré qu'il était plus avantageux pour les restaurateurs de servir le café dans des tasses de céramique, et ce, dès que les tasses sont réutilisées plus de 45 fois (considérant un prix unitaire d'achat de 4,50 \$).

Enfin, l'analyse de l'acceptabilité sociale a permis d'identifier les obstacles et les leviers pour faciliter l'adoption généralisée des tasses réutilisables dans le service du café en restaurants.

6.1 Recommandations

Tout au long du rapport, plusieurs recommandations ont été formulées afin d'ajuster les pratiques d'acquisition et d'utilisation des contenants à café pour en réduire les impacts environnementaux potentiels, assurer la rentabilité économique des changements pour les restaurateurs et en favoriser l'acceptabilité sociale.

De manière plus générale, les tasses réutilisables devraient constituer le premier choix pour la consommation de café en restaurant. Les commerçants devraient notamment offrir d'emblée la tasse de céramique aux clients ne possédant pas leur propre tasse de voyage.

En ce qui a trait aux tasses de voyage, les modèles à favoriser devraient être légers, durables, confortables, présenter une bonne isolation thermique et être facilement lavables.

Tant pour les tasses de céramique que pour les tasses de voyage, la transition devrait s'accompagner d'informations à l'intention des consommateurs et des commerçants quant aux impacts environnementaux liés aux habitudes de consommation de café, pour favoriser l'adoption de tasses réutilisables au détriment du jetable, mais aussi pour sensibiliser ces acteurs à l'importance de réduire leur consommation d'eau chaude et de savon lors du lavage de leur tasse.

6.2 Retour sur les questions spécifiques de RECYC-QUÉBEC

- ***Est-il encore justifié pour les restaurateurs (sur les plans économique et environnemental) d'offrir des contenants à usage unique lors de consommation sur place ?***

Sur le plan environnemental, il est difficilement justifiable d'employer des gobelets à usage unique au Québec. Tous les cas analysés tendent à montrer que les tasses en céramique présentent moins d'impacts potentiels dès qu'elles sont utilisées quelques centaines de fois. Il en va de même sur le plan économique, où l'utilisation de tasses lavables peut représenter d'importantes économies pour le restaurateur. Pour favoriser l'adoption des tasses lavables, un frais pourrait notamment être ajouté aux consommateurs choisissant les gobelets à usage unique. Sur le plan social, l'analyse montre également que la préférence des consommateurs va aux tasses en céramique.

- ***Quelle activité présente le moins d'impact pour un café consommé sur place : une tasse fournie par le commerçant ou la tasse réutilisable du consommateur ?***

La tasse fournie par le commerçant présente un avantage par rapport aux tasses de voyage, du fait qu'elles sont lavées par des lave-vaisselle industriels consommant très peu d'eau, de savon et d'électricité. En comparaison, un lavage à la main moyen consomme environ 10 fois plus d'électricité et d'eau et 2,5 fois plus de savon. De plus, les consommateurs peuvent posséder plusieurs tasses de voyage, qui ne seront pas utilisées un nombre suffisant de fois pour leur assurer un bilan environnemental préférable à celui des gobelets jetables. Par contre, si l'utilisateur porte une attention à ses habitudes de lavage et conserve sa tasse de voyage plusieurs années, cette option devient alors très intéressante sur le plan environnemental. Elle permet notamment aux individus d'avoir une emprise sur l'impact de leur consommation de café.

- ***Quel parallèle faire avec l'usage de vaisselle réutilisable dans les ménages dotés de lave-vaisselle ?***

L'utilisation d'un lave-vaisselle à haute efficacité est sans aucun doute un avantage par rapport à un lavage à la main sous l'eau courante. Plus spécifiquement, les deux considérations suivantes devraient être prises en compte : 1) dans la mesure du possible, le lave-vaisselle devrait être rempli à pleine capacité; 2) dans le cas du lavage à la main, une attention à la quantité d'eau chaude et de savon consommée pourrait permettre d'en réduire les impacts. Un rinçage à l'eau froide par exemple et un lavage dans un bac plutôt que sous l'eau courante rendraient le lavage à la main moins impactant.

- ***Une généralisation des résultats de la tasse à café à d'autres couverts réutilisables sera-t-elle envisageable ?***

Il n'est pas possible de transposer directement les conclusions à d'autres couverts, notamment en ce qui a trait au nombre minimal de réutilisations des options lavables pour compenser les impacts de l'option jetable. Les autres recommandations et tendances restent cependant pertinentes peu importe l'objet. Ainsi, il conviendra de réutiliser les couverts le plus longtemps possible, de réduire la quantité d'eau chaude et de savon utilisée pour leur lavage, en choisissant un lave-vaisselle à haute efficacité par exemple.

La présente étude a également montré la spécificité du Québec pour ce qui est des impacts de l'étape d'utilisation. Les conclusions des études prenant en compte un contexte énergétique nord-américain ou européen ne sont pas applicables ici, car le mode de production électrique est prépondérant dans les résultats comparatifs des options jetables et lavables.

7 Références

- BÄTTIG, M. (2002). Ökobilanz einwegbecher – mehrwegbecher (LCA disposable cup - reusable cup). Zürich, Erstellt im Auftrag des Amtes für Umwelt und Energie Basel-Stadt, INFRAS., En ligne: <http://www.infras.ch/downloadpdf.php?filename=1282a-Zusammenfassung.pdf> (résumé de l'étude, en allemand) [page consultée le 15 octobre 2012].
- BOUVIER, J. et BOSSUT, F. (2011). Comparaison par Analyse de Cycle de Vie (ACV). Gobelet jetable et réutilisable en Polypropylène (PP), gobelet en Acide Polylactique (PLA) et gobelet en carton, Stage Master 2 Ingénierie économique, Mountain Riders, En ligne: http://www.sivomdebozel.info/resources/Comparaison+gobelets+ACV_Mountain+Riders.pdf [page consultée le 24 mai 2012].
- BROCA, M. (2008). A comparative analysis of the environmental impacts of ceramic plates and biodegradable plates (made of corn starch) using the Life Cycle Assessment tool. Department of Natural Resources, TERI University. Degree of Master of Science in Environmental Studies, 48 En ligne: http://sustainability.yale.edu/sites/default/files/mita_broca_report.pdf [page consultée le 17 mai 2012].
- BROWNLEE, A., LI, C. et LO, M. (2013). Life Cycle Assessment: Aspenware Biodegradable Cutlery, UBC Social Ecological Economic Development Studies (SEEDS) Student Report, 38 pages En ligne: http://sustain.ubc.ca/sites/sustain.ubc.ca/files/seedslibrary/CHBE%20484-%20Lifecycle%20Assesment%20of%20Aspenware%20%28UBC%20SEEDS%20Alyssa%20Brownlee%20Chris%20Li%20Maria%20Lo%29.pdf_reportsentApril82013.pdf [page consultée le 15 octobre 2013].
- CLICHE, J. (2012). Communication personnelle. Recyclabilité des gobelets de café à usage unique au Québec. Échange téléphonique entre Jérôme Cliche (agent de développement industriel chez RECYC-QUÉBEC) et Geneviève Martineau, analyste du CIRAIG, 11 septembre 2012.
- CNW (2010). Au cégep AVEC ma TASSE!, En ligne: <http://www.newswire.ca/en/story/604617/au-cegep-avec-ma-tasse> [page consultée le 15 octobre 2013].
- COMMISSION EUROPÉENNE (2007). Reference document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, European Commission, August 2007, 232 pages. En ligne: http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf [page consultée le 9 juillet 2012].
- CONNOLLY, A. (2012). A Qualitative Cradle to Grave Life Cycle Analysis of a BC Disposable-Coffee-Cup's Sustainability, Report prepared at the request of Greener Footprints, in partial fulfillment of UBC Geog 419: Research in Environmental Geography, for Dr. David Brownstein, 17 pages En ligne: https://circle.ubc.ca/bitstream/id/160577/Connolly_Amanda_GEOG_419_2012.pdf [page consultée le 9 juillet 2012].
- COUTURE, P. (2010). Guerre de tranchées dans le café. Le Soleil. Québec En ligne: <http://www.lapresse.ca/le-soleil/affaires/consommation/201001/26/01-943260-guerre-de-tranchees-dans-le-cafe.php> [page consultée le 4 juillet 2012].
- DETZEL, A. et KRÜGER, M. (2006). Life Cycle Assessment of PLA : A comparison of food packaging made from NatureWorks® PLA and alternative materials, Rapport final réalisé par IFEU Heidelberg pour le compte de NatureWorks LLC, 146 pages En ligne: [http://www.ifeu.de/oekobilanzen/pdf/LCA%20zu%20PLA%20erstellt%20fuer%20NatureWorks%20\(Okt%202006\).pdf](http://www.ifeu.de/oekobilanzen/pdf/LCA%20zu%20PLA%20erstellt%20fuer%20NatureWorks%20(Okt%202006).pdf) [page consultée le 7 juin 2012].
- DINKEL, F. (2004). Ökologischer Vergleich: Einweg - Mehrwegbecher, Carbotech AG, 19 pages En ligne: http://www.kompost.ch/beratung/xfachartikel/studie_carbotech.pdf [page consultée le 15 octobre 2012].

- DINKEL, F. (2005). Ökologisch orientierte Geschirrwahl [Choix environnemental de plats], Carbotech AG, 43 pages En ligne: http://www.lorangerie.ch/wp-content/uploads/2012/03/Oekobilanz_Geschirrwahl_Carbotech2006.pdf [page consultée le 15 octobre 2012].
- ÉCO-QUARTIER SAINT-LAURENT (2009). On TASSE le gaspillage!, En ligne: <http://www.eqsl.ca/fr/tasselegaspillage.html> [page consultée le 15 octobre 2013].
- ÉCO ENTREPRISES QUÉBEC (2014). Tarif 2013 pour les catégories "contenants et emballages" et "imprimés". Règles d'application et grilles de contributions, 28 pages En ligne: http://www.ecoentreprises.qc.ca/documents/pdf/applications/tarif_2013_07_12_2012_VFF.pdf [page consultée le 28 février 2014].
- EUROPEAN COMMISSION (2007). Reference document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry IPCC Bureau, 232 pages. En ligne: http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf [page consultée le 9 juillet 2012].
- EUROPEAN COMMISSION (2010). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Luxembourg, European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, En ligne: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/15651> [page consultée le 13 mars 2014].
- FRANKLIN ASSOCIATES (2006a). LIFE CYCLE INVENTORY OF FIVE PRODUCTS PRODUCED FROM POLYLACTIDE (PLA) AND PETROLEUM-BASED RESINS, Athena Institute International, 91 pages + 4 appendices En ligne: http://www.athenasmi.org/projects/docs/Plastic_Products_LCA_Technical_Rpt.pdf [page consultée le 17 mai 2012].
- FRANKLIN ASSOCIATES (2006b). Life cycle inventory of polystyrene foam, bleached paperboard, and corrugated paperboard foodservice products. Prairie Village, Kansas, Rapport réalisé par Franklin Associates, Ltd pour le compte de The Polystyrene Packaging Council, du American Chemistry Council's Non-Durable Plastics Panel, 236 pages En ligne: <http://plastics.americanchemistry.com/LifeCycle-Inventory-of-Polystyrene-Foam-Bleached-and-Corrugated-Paperboard-Foodservice-Products> [page consultée le 15 octobre 2012].
- FRANKLIN ASSOCIATES (2009a). Life Cycle Environmental and Cost Analysis of Disposable and Reusable Ware in School Cafeterias, Including Dishwasher Operation, Final Peer-Reviewed Report Prepared For School Nutrition Foundation, 61 pages En ligne: http://www.schoolnutrition.org/uploadedFiles/School_Nutrition/110_SNFoundation/Warewash_Study-Final_Peer-Reviewed_Report.pdf [page consultée le 5 juin 2012].
- FRANKLIN ASSOCIATES (2009b). Life cycle inventory of 16-ounce disposable hot cups, Rapport préparé par Franklin Associates, a division of Eastern Research Group inc., pour le compte de Microgreen Polymers, 92 pages En ligne: http://www.microgreeninc.com/media/filer_public/2012/08/15/lifecycleanalysisreport.pdf [page consultée le 15 octobre 2012].
- FRANKLIN ASSOCIATES (2011). Life Cycle Inventory of Foam Polystyrene, Paper-Based, and PLA Foodservice Products, prepared for the Plastic Foodservice Packaging Group, 149 pages En ligne: <http://plasticfoodservicefacts.com/Life-Cycle-Inventory-Foodservice-Products> [page consultée le 15 octobre 2015].
- GARRIDO, N. et ALVAREZ DEL CASTILLO, M.D. (2007). Environmental Evaluation of Single-Use and Reusable Cups. *International Journal of LCA* 12(4) 252-256.
- GOEDKOOP, M.J., HEIJUNGS, R., HUIJBREGTS, M., DE SCHRYVER, A., STRUIJS, J. et VAN ZELM, R. (2009). ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category

- indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition Report I: Characterisation, 126 pages. En ligne: <http://www.lcia-recipe.net> [page consultée le 24 octobre 2012].
- GRANDCHAMP, G. et GIGER, L. (2009). Analyse de cycle de vie. Gobelets jetables, réutilisables, recyclables. Section Sciences et Ingénierie de l'Environnement, Faculté ENAC, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Projet SIE, Master III, 30 pages En ligne: http://usine21.org/girons/Rapport_Gobelets_Recyclables.pdf [page consultée le 18 mai 2012].
- HÄKKINEN, T. et VARES, S. (2010). Environmental impacts of disposable cups with special focus on the effect of material choices and end of life. Journal of Cleaner Production 18(14) 1458-1463.
- HOCKING, M.B. (1991a). Paper Versus Polystyrene: A Complex Choice. Science 251 504-505.
- HOCKING, M.B. (1991b). Relative Merits of Polystyrene Foam and Paper in Hot Drink Cups: Implications for Packaging. Environmental Management 15(6) 731-747.
- HOCKING, M.B. (1994). Reusable and Disposable Cups: An Energy-Based Evaluation. Environmental Management 18(6) 889-899.
- HUMBERT, S., ROSSI, V., MARGNI, M., JOLLIET, O. et LOERINCIK, Y. (2009). Life cycle assessment of two baby food packaging alternatives: glass jars vs. plastic pots. International Journal of Life Cycle Assessment 14(2) pages 95-106.
- HYDRO-QUÉBEC (2012). Faits sur l'électricité d'Hydro-Québec : Approvisionnements énergétiques et émissions atmosphériques – 2012. Fiche d'information. En ligne: http://www.hydroquebec.com/developpement-durable/pdf/approvisionnement_energetiques_et_emissions_atmospheriques_d_hydro_quebec_2012.pdf [page consultée le 25 mai 2013].
- HYDRO-QUÉBEC (2013). Rapport annuel 2012, 126 pages. En ligne : http://www.hydroquebec.com/publications/fr/rapport_annuel/pdf/rapport-annuel-2012.pdf [page consultée le 25 mai 2013].
- HYDRO-QUÉBEC (Internet). Tarif G- Tarif général de petite puissance, en vigueur le 1er avril 2013, En ligne : <http://www.hydroquebec.com/affaires/moyen/tarif-affaires.html> [page consultée le 17 mars 2014].
- IEA (2009). Electricity /Heat in Canada, United-States and Mexico in 2009., En ligne: pour le Canada : http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=CA, pour les États-Unis : http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=US, pour le Mexique : http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=MX [page consultée le 15 juillet 2013].
- IEA (2012). Peoples's Republic of China, Final consumption (2012). Consumption by sector: Non-metallic minerals. En ligne : <http://www.iea.org/Sankey/index.html#c=People%27s%20Republic%20of%20China&s=Final%20consumption>. [page consultée le 15 septembre 2014].
- IESO (2013). Ontario's Power System, Supply Overview. En ligne: <http://www.ieso.ca/Pages/Power-Data/Supply.aspx> [page consultée le 3 septembre 2014].
- INSTITUTE FOR LIFECYCLE ENERGY ANALYSIS (1994). Reusable vs. Disposable Cups. U.o.V. Institute for Lifecycle Energy Analysis. Seattle En ligne: <http://sustainability.tufts.edu/downloads/Comparativelifecyclecosts.pdf> [page consultée le 17 mai 2012].
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC, 2007): Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland (2007). "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change"

- [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. En ligne : www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf [Page consultée le 24 novembre 2011].
- INTERNATIONAL STANDARDISATION ORGANISATION (ISO, 2006a). ISO 14040: Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes et cadre, 24 pages.
- INTERNATIONAL STANDARDISATION ORGANISATION (ISO, 2006b). ISO 14044: Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences et lignes directrices, 56 pages.
- INTERNATIONAL STANDARDISATION ORGANISATION (ISO, 2013), ISO/TS 14067:2013: Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication, 52 pages.
- ITTEN, R., FRISCHKNECHT, R. et STUCKI, M. (2013). Life cycle inventories of Electricity Mixes and Grid, ESU-Services pour le Paul Scherrer Institut., 229 pages En ligne: <http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/publicLCI/itten-2012-electricity-mix.pdf> [page consultée le 15 juillet 2013].
- JANSEN, R. (2000). Weggoeien of Spoelen ? Milieuvergelijking van eenmalige en meermalige kunststof glazen, gebruikt op evenementen, 24 pages En ligne: <http://www.dutchcups.nl/dutchcups/persberichten/weggoeienofspoelen.pdf> [page consultée le 15 octobre 2012].
- JELSE, K. et WESTERDAHL, J. (2011). Life cycle assessment of premium single-use and reusable napkins for restaurant dinners. Stockholm, Rapport réalisé par IVL Swedish Environmental Research Institute pour le compte de Duni AB, 66 pages En ligne: http://www.duni.com/Global/AboutUs/Environment/Documents/U3473_Report_Duni-LCA-Critically-reviewed.pdf [page consultée le 15 octobre 2012].
- JOLLIET, O., MARGNI, M., CHARLES, R., HUMBERT, S., PAYET, J., REBITZER, G. et ROSENBAUM, R. (2003). IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. International Journal of Life Cycle Assessment 8(6) p. 324-330.
- LIEBL, V. (2010). Ökologische und ökonomische Auswirkungen der Getränkebecherwahl an den Instituten der Universität für Bodenkultur. Viennes, University of natural Resources and Applied Life Sciences Vienna (Universität für Bodenkultur Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt Institut für Abfallwirtschaft), 111 pages En ligne: http://www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H81/H813/IKS_Files/Lehre/Diplomarbeiten/Abgeschlossen_Diplomarbeiten/Masterarbeit_Vera_Liebl.pdf (en allemand) [page consultée le 15 octobre 2012].
- LIGTHART, T.N. et ANSEMS, A.M.M. (2007). Single use Cups or Reusable (coffee) Drinking Systems: An Environmental Comparison, TNO Built Environment and Geosciences, 2006-A-R0246(E)/B, 121 pages + 4 annexes En ligne: http://www.copobras.com.br/upload/ckfinder/files/Estudo%2520Completo_TNO_ING.pdf [page consultée le 17 mai 2012].
- MADIVAL, S., AURAS, R., SINGH, S.P. et NARAYAN, R. (2009). Assessment of the environmental profile of PLA, PET and PS clamshell containers using LCA methodology. Journal of Cleaner Production 17 1183-1194.
- MAMROT (2012). Ouvrages de surverse et stations d'épuration - Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2011, Gouvernement du Québec, Ministère des Affaires municipales Régions et Occupation du territoire, 225 pages. En ligne: http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2011.pdf [page consultée le 23 octobre 2013].

- MILES, M.B. et HUBERMAN, A.M. (2003). Analyse des données qualitatives. Méthodes en sciences humaines,
- MUNOZ, I., RIGARLSFORD, G., MILÀ I CANALS, L. et KING, H. (2013). Accounting for Greenhouse Gas Emissions from the Degradation of Chemicals in the Environment The international journal of Life Cycle Assessment 18(1) 252-262.
- OVAM (2006a). Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events, OVAM, the Public Waste Agency for the Flemish Region, D/2006/5024/06, 86 pages + 6 annexes En ligne: http://www.natureworksllc.com/The-Ingeo-Journey/Eco-Profile-and-LCA/Life-Cycle-Analysis/~media/The_Ingeo_Journey/EcoProfile_LCA/LCA/OVAM_Cup_ComparativeLCA_FullReport_0206_pdf.pdf [page consultée le 17 mai 2012].
- OVAM (2006b). Eco-efficiency analysis of 4 types of drinking cups used at events, OVAM, the Public Waste Agency for the Flemish Region, D/2006/5027/07, 201 pages. En ligne: http://www.natureworksllc.com/The-Ingeo-Journey/Eco-Profile-and-LCA/Life-Cycle-Analysis/~media/The_Ingeo_Journey/EcoProfile_LCA/LCA/OVAM_Cup_EcoEfficiencyAnalysis_FullReport_0206_pdf.pdf [page consultée le 17 mai 2012].
- PE AMERICAS (2009). Comparative Life Cycle Assessment Ingeo™ biopolymer, PET, and PP Drinking Cups. Boston, MA, Starbucks Coffee Company, 52 pages En ligne: http://www.natureworksllc.com/the-ingeo-journey/eco-profile-and-lca/life-cycle-analysis/~media/The_Ingeo_Journey/EcoProfile_LCA/LCA/PEA_Cup_Lid_LCA_FullReport_ReviewStatement_121209_pdf.pdf [page consultée le 17 mai 2012].
- PIQUERAS-FISZMAN, B. et SPENCE, C. (2012). The Influence of the Color of the Cup on Consumers' Perception of a Hot Beverage. Journal of Sensory Studies 27(5) 324-331.
- PLADERER, C., DINKEL, F. et DEHOUST, G. (2008). Comparative Life Cycle Assessment of various Cup Systems for the Selling of Drinks at Events. Focussing on major events such as the European Football Championships UEFA EURO 2008TM in Austria and Switzerland as well as the German "Bundesliga", Collaboration de Österreichisches Ökologie-Institut, Carbotech AG et Öko-Institut e.V. Deutschland, En ligne: http://www.meucopoeco.com.br/environmental_study.pdf (pour l'étude en anglais) et <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=fr&msg-id=15855> (pour le résumé en français) [page consultée le 24 mai 2012].
- QUANTIS (2012). Quantis water database. En ligne: <http://www.quantis-intl.com/waterdatabase.php> [page consultée le 9 juillet 2013].
- RADIO-CANADA (2013). Votre chocolat chaud meilleur dans une tasse orange. Agence France-Presse En ligne: <http://www.radio-canada.ca/nouvelles/science/2013/01/03/003-perception-chocolat-chaud-tasse-couleur.shtml> [page consultée le 8 juillet 2013].
- RAZZA, F., FIESCHI, M., DEGLI INNOCENTI, F. et BASTIOLI, C. (2009). Compostable cutlery and waste management: An LCA approach. Waste Management 29 1424-1433.
- RECYC-QUÉBEC (2012). Plan stratégique 2012/2017 de RECYC-QUÉBEC, 22 pages En ligne: http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/RQ-35_Plan_Strategique_2012-2017_v5_2012-06-08.pdf [page consultée le 20 mars 2013].
- RECYC-QUÉBEC (2013). Bilan 2010-2011 de la gestion des matières résiduelles au Québec, révisé en mai 2013, 24 pages En ligne: http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Bilan_2010_2011_GMR_Final.pdf [page consultée le 13 mars 2014].
- REFILLER (2013). Lifecycle Assessment: reusable mugs vs. disposable cups. Berne, Suisse,
- RÜDENAUER, I., BLEEP, M., BROMMER, E., GENSCH, C.-O. et GRAULICH, K. (2011). Preparatory Studies for Eco-design Requirements of Energy-using Products. Lot 24: Professional Washing Machines,

- Dryers and Dishwashers. Final Report, Part: Dishwashers, Task 4: Technical Analysis Existing Products Freiburg, Germany, Öko-Institut e.V., 61 pages. En ligne: http://www.energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/Ekodesign/Produktgrupper/Tv%C3%A4tt%20och%20diskmaskiner/Lot24_Dish_T4_ENER%20clean_final.pdf [page consultée le 23 octobre 2013].
- SEMAINE QUÉBÉCOISE DE RÉDUCTION DES DÉCHETS (2013). Liste des commerces participants au Défi Survivre Sans Emballage!, 5 pages En ligne: http://www.sqrd.org/data/Liste_des_commerces_participants.pdf [page consultée le 15 octobre 2013].
- SIMON, R., RICE, E., KINGSBURY, T. et DORNFELD, D. (2012). A Comparison of Life Cycle Assessment (LCA) Software in Packaging Applications. Berkeley, LMAS - Laboratory for Manufacturing and Sustainability, University of California, College of Engineering, 151 pages En ligne: http://lmas.berkeley.edu/public/wp-content/uploads/2012/10/packaging_comparison_of_lca_tools.pdf [page consultée le 21 novembre 2012].
- SOLO CUP CANADA (2009). Foodservice catalogue, LC404 (08-09), 182 pages. En ligne: <http://solocup.com/pdf/international/solo-product-catalog-canada.pdf> [page consultée le 4 juillet 2012]. Nouvelle version du catalogue : <https://www.solutionsbysolo.com/Media/Get/72709> [page consultée le 10 septembre 2014].
- STAMMINGER, R., BADURA, R., BROIL, G., DÖRR, S., ELSCHENBROICH, A. (2004). A European Comparison of Cleaning Dishes by Hand. Université de Bonn, Allemagne. Article en ligne : http://www.landtechnik-alt.uni-bonn.de/ifl_research/ht_1/EEDAL_03_ManualDishwashing.pdf [page consultée le 4 septembre 2014].
- STATISTIQUE CANADA (2007). Electric Power Generation, Transmission and Distribution, Gouvernement du Canada, En ligne: <http://www5.statcan.gc.ca/bsolc/olc-cel/olc-cel?catno=57-202-XIE&lang=eng#formatdisp> [page consultée le 8 septembre 2012].
- TIM HORTONS (Internet). Foire aux questions - Environnement, En ligne: <http://www.timhortons.com/ca/fr/about/faq.html> [page consultée le 15 octobre 2013].
- TO, K. et CHAN, W. (2006). A Life-Cycle and Economic Analysis: Paper Versus Ceramic Plates in the Barn Restaurant, CHBE 484, 21 pages En ligne: https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/22662/A%20Lifecycle%20and%20Economic%20Analysis_Paper%20vs%20Ceramic.pdf?sequence=1 [page consultée le 12 juillet 2012].
- TREMBLAY, P. (2009). Prenez une tasse !, Émission La vie en vert, Télé-Québec, En ligne: <http://vievenvert.telequebec.tv/sujets/446> [page consultée le 8 juillet 2013].
- UDO-DE-HAES, H.A., FINNVEDEN, G. et GOEDKOOP, M. (2002). Life-Cycle Impact Assessment: Striving towards Best Practice, Society of Environmental Toxicology & Chemist, 272
- UIHLEIN, A., EHRENBARGER, S. et SCHEBEK, L. (2008). Utilisation options of renewable resources: a life cycle assessment of selected products. Journal of Cleaner Production 16 1306-1320.
- UNIFOR (2014). Aperçu économique et financier de l'industrie des pâtes et papiers de l'est du Canada. Conférence d'Unifor sur les politiques salariales – Montréal, du 5 au 7 février 2014, 32 pages. En ligne : http://www.uniforquebec.org/sites/default/files/documents/document/737-pulp_and_paper_fr_final_2.pdf [page consultée le 16 septembre 2014].
- VAN DER HARST, E. et POTTING, J. (2013). A critical comparison of ten disposable cup LCAs. Environmental Impact Assessment Review 43(0) 86-96.
- VERSOO (2013). Tasse, gobelets cartons ou compostables?, En ligne: <http://www.versoo.com/enjeux-ecologiques/tasse-gobelets-cartons-ou-compostables/> [page consultée le 13 mars 2014].

- WEBSTRAURANT STORE (Internet). Prix pour gobelets et couvercles (Solo 3166l 16 oz. Bistro Paper Hot Cup 1000/case et 12, 16, 20 oz. White Plastic Travel Lid 1000/case), En ligne: <http://www.webstaurantstore.com/solo-316si-16-oz-bistro-paper-hot-cup-1000-cs/760316SI.html> (pour l'achat des gobelets), <http://www.webstaurantstore.com/12-16-20-oz-white-plastic-travel-lid-1000-cs/760T316R.html> (pour l'achat des couvercles) [page consultée le 17 mars 2014].
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT ET WORLD RESOURCES INSTITUTE (WBCSD et WRI, 2013) Greenhouse Gas Protocol – Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. 148 pages. En ligne : <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard> [page consultée le 16 octobre 2014].
- ZIADA, H. (2009). Disposable Coffee Cup Waste Reduction Study, En ligne: <http://msep.mcmaster.ca/epp/publications/DisposableCoffeeCup.pdf> [page consultée le 17 mai 2012].

Annexe A : Méthodologie de l'Analyse du cycle de vie (ACV)

A.1	TERMES ET DÉFINITIONS	A-2
A.2	PHASE I DE L'ACV : DÉFINITION DES OBJECTIFS ET DU CHAMP DE L'ÉTUDE	A-4
A.3	PHASE II DE L'ACV : ANALYSE DE L'INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE	A-5
A.3.1	<i>Description des catégories de données</i>	A-6
A.3.2	<i>Recueil des données</i>	A-8
A.3.3	<i>Validation des données</i>	A-8
A.3.4	<i>Mise en rapport des données avec le processus élémentaire</i>	A-9
A.3.5	<i>Mise en rapport des données avec l'unité fonctionnelle</i>	A-9
A.4	PHASE III DE L'ACV : ÉVALUATION DES IMPACTS DU CYCLE DE VIE	A-10
A.4.1	<i>Sélection des catégories d'impacts et des modèles de caractérisation</i>	A-11
A.4.2	<i>Classification et caractérisation des résultats d'inventaire</i>	A-13
A.4.3	<i>Éléments optionnels</i>	A-14
A.5	PHASE IV DE L'ACV : INTERPRÉTATION	A-15
A.6	RÉFÉRENCES	A-16

La méthodologie ACV est régie par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), en particulier la série de normes ISO 14 040. Les sections suivantes présentent quelques termes et définitions, de même que les principaux aspects méthodologiques de chacune des quatre phases de l'ACV.

A.1 Termes et définitions

Analyse de sensibilité : procédure systématique pour estimer les effets sur les résultats d'une étude des choix concernant les méthodes et les données.

Analyse d'incertitude : procédure systématique permettant de rechercher, puis de quantifier, l'incertitude introduite dans les résultats d'un inventaire du cycle de vie par les effets cumulés de l'imprécision du modèle, de l'incertitude sur les intrants et de la variabilité des données.

Analyse du cycle de vie (ACV) : compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie.

Analyse du cycle de vie axée sur les attributs (ACV-A) : analyse visant à attribuer à un système de produits la juste part des impacts dont il est responsable.

Analyse du cycle de vie axée sur les conséquences (ACV-C) : analyse visant à évaluer les conséquences d'un système de produits (ou d'une décision affectant ce système) sur d'autres systèmes.

Catégorie d'impact : classe représentant les points environnementaux étudiés à laquelle les résultats de l'inventaire du cycle de vie peuvent être affectés.

Contrôle de cohérence : procédé, mis en œuvre avant d'arriver aux conclusions, permettant de vérifier que les hypothèses, les méthodes et les données sont appliquées de manière cohérente tout au long de l'étude, et conformément à la définition des objectifs et du champ de l'étude.

Contrôle de complétude : procédé permettant de vérifier si les informations des phases précédentes d'une analyse du cycle de vie suffisent pour arriver à des conclusions conformément à la définition des objectifs et du champ de l'étude.

Contrôle de sensibilité : procédé permettant de vérifier que les informations obtenues à partir d'une analyse de sensibilité sont pertinentes pour établir des conclusions et donner des recommandations.

Émissions : émissions dans l'air et rejets dans l'eau et le sol.

Entrant : voir « Intrant »

Évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) : phase de l'analyse du cycle de vie destinée à comprendre et évaluer l'ampleur et l'importance des impacts potentiels d'un système de produits sur l'environnement au cours de son cycle de vie.

Extrant : flux de produit, de matière ou d'énergie sortant d'un processus élémentaire (NOTE Les produits et les matières comprennent des matières premières, des produits intermédiaires, des coproduits et des émissions).

Facteur de caractérisation : facteur établi à partir d'un modèle de caractérisation qui est utilisé pour convertir les résultats de l'inventaire du cycle de vie en unité commune d'indicateur de catégorie.

Flux de produits : produits entrant ou sortant d'un système de produits en direction d'un autre.

Flux de référence : mesure des extrants des processus, dans un système de produits donné, nécessaire pour remplir la fonction telle qu'elle est exprimée par l'unité fonctionnelle.

Flux élémentaire : matière ou énergie entrant dans le système étudié, qui a été puisée dans l'environnement sans transformation humaine préalable, ou matière ou énergie sortant du système étudié, qui est rejetée dans l'environnement sans transformation humaine ultérieure.

Flux énergétique : intrant ou extrant d'un processus élémentaire ou d'un système de produits, exprimé en unités d'énergie (NOTE Le flux énergétique entrant peut être appelé intrant, et le flux énergétique sortant, extrant).

Flux intermédiaire : flux de produit, de matière ou d'énergie intervenant entre des processus élémentaires du système de produits étudié.

Frontière du système : ensemble de critères qui spécifient quels processus élémentaires font partie d'un système de produits.

Indicateur de catégorie d'impact : représentation quantifiable d'une catégorie d'impact (NOTE L'expression condensée «indicateur de catégorie» est parfois utilisée).

Interprétation du cycle de vie : phase de l'analyse du cycle de vie au cours de laquelle les résultats de l'analyse de l'inventaire ou de l'évaluation de l'impact, ou des deux, sont évalués en relation avec les objectifs et le champ définis pour l'étude afin de dégager des conclusions et des recommandations.

Intrant : flux de produit, de matière ou d'énergie entrant dans un processus élémentaire (NOTE Les produits et les matières comprennent des matières premières, des produits intermédiaires et des coproduits).

Inventaire du cycle de vie (ICV) : phase de l'analyse du cycle de vie impliquant la compilation et la quantification des intrants et des extrants, pour un système de produits donné au cours de son cycle de vie.

Matière première : matière première ou secondaire utilisée pour réaliser un produit.

Processus élémentaire : plus petite partie prise en compte dans l'inventaire du cycle de vie pour laquelle les données d'entrée et de sortie sont quantifiées.

Processus : ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des intrants en extrants

Revue critique : processus destiné à s'assurer de la cohérence entre une analyse du cycle de vie et les principes et exigences spécifiés par les Normes internationales traitant de l'analyse du cycle de vie.

Sortant : voir « Extrant »

Système de produits : ensemble de processus élémentaires comportant des flux de produits et des flux élémentaires, remplissant une ou plusieurs fonctions définies, qui sert de modèle au cycle de vie d'un produit.

Unité fonctionnelle : performance quantifiée d'un système de produits destinée à être utilisée comme unité de référence dans une analyse du cycle de vie.

Vérification des résultats : élément de la phase d'interprétation du cycle de vie permettant d'établir la confiance dans les résultats de l'étude de l'analyse du cycle de vie (NOTE La vérification comprend le contrôle de complétude, de sensibilité, de cohérence et toute autre validation pouvant être requise conformément à la définition des objectifs et du champ de l'étude).

A.2 Phase I de l'ACV : Définition des objectifs et du champ de l'étude

La première phase de l'ACV, appelée définition des objectifs et du champ de l'étude, présente essentiellement la raison de l'étude et la façon dont celle-ci sera conduite afin d'atteindre cette fin (c.-à-d. le modèle d'étude définissant le cadre méthodologique auquel doivent se conformer les phases subséquentes de l'ACV).

L'application envisagée et le public cible doivent d'abord être clairement définis puisqu'ils vont fixer la profondeur et l'ampleur de l'étude.

Selon l'ISO, les ACV s'effectuent en mettant au point des modèles qui décrivent les éléments clés des systèmes physiques. Le système de produits¹ représente les activités humaines considérées dans l'étude et l'évaluation des impacts est basée sur des modèles (mécanismes environnementaux) qui lient les interventions environnementales de ces activités et leurs effets potentiels sur l'environnement.

L'ISO définit un **système de produits** comme un ensemble de processus élémentaires liés par des flux de matière et d'énergie qui remplissent une ou plusieurs fonctions. Dans ce sens, le sujet d'une ACV est caractérisé par ses fonctions et non seulement en termes de ses produits finaux. Ceci permet la comparaison de produits qui n'ont pas la même performance fonctionnelle par unité de produit (p. ex. une tasse de Styromousse à usage unique et une tasse en céramique qui est réutilisée plusieurs fois), puisque la quantification de la performance fonctionnelle, au moyen de l'**unité fonctionnelle**, fournit une référence à partir de laquelle sont mathématiquement normalisés les entrants et les sortants des systèmes comparés (p. ex. boire 2 tasses de café par jour durant un an). La spécification de l'unité fonctionnelle est le point de départ de la définition des frontières du système de produits puisqu'elle indique quels sont les processus élémentaires qui doivent être inclus pour remplir cette fonction. Plus la définition de l'unité fonctionnelle est précise, plus les frontières du système sont restrictives.

Un **processus élémentaire**, tel que défini par l'ISO, est la plus petite partie d'un système de produits pour laquelle sont recueillies des données (c.-à-d. il peut représenter un procédé chimique spécifique ou une usine complète incluant de nombreux sous-procédés). Un processus élémentaire est caractérisé par ses entrants et sortants, si le processus élémentaire représente plus d'un sous-procédé, leurs entrants et sortants sont alors agrégés ensemble.

Selon l'ISO, les processus élémentaires sont liés aux écosystèmes naturels (ou écosphère) par des **flux élémentaires** et aux systèmes économiques (ou technosphère, c.-à-d. la part de l'écosphère qui a été transformée par les activités humaines) par des **flux de produits** (Figure A-1). On distingue également les **flux de produits intermédiaires**, entre les processus du système de produits étudié. Ainsi, les flux élémentaires sont puisés directement de ou émis directement dans l'environnement et donc, contribuent aux catégories d'impacts, tandis que les flux de produits (matière, énergie ou service, incluant les coproduits, sous-produits et déchets) sont plutôt utilisés pour déterminer l'intensité des processus modélisés.

¹ Le terme « produits » utilisé seul peut comprendre non seulement des systèmes de produits mais aussi des systèmes de services.

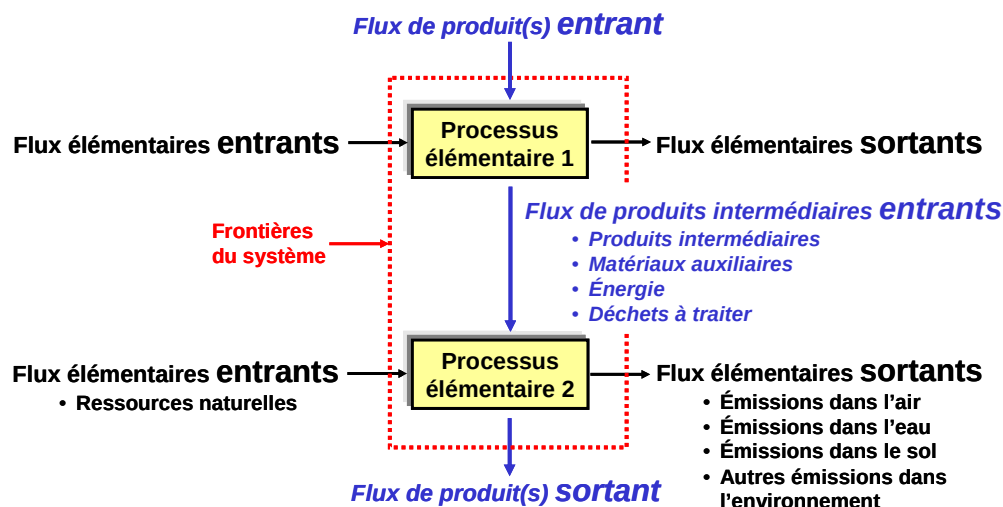


Figure A-1 : Frontières et processus élémentaires d'un système de produits.

L'utilisation d'un diagramme de procédés illustrant les processus élémentaires et leurs interrelations (flux de matières et d'énergie) permet le suivi des frontières du système de produits.

Selon l'ISO, dans l'idéal il convient de modéliser le système de produits de telle sorte que les entrants et les sortants à ses frontières soient des flux élémentaires. Dans de nombreux cas, il n'y a cependant ni assez de temps, ni assez de données, ni assez de ressources pour effectuer une étude aussi complète. Des décisions doivent être prises concernant les processus élémentaires et les flux élémentaires² qui doivent être initialement inclus dans l'étude. L'ISO stipule également qu'il n'est pas nécessaire de quantifier des entrants et des sortants qui ne changeront pas de façon significative les conclusions globales de l'étude, elle suggère aussi des critères pour l'inclusion des flux (p. ex. contribution au-dessus d'un certain seuil aux bilans de masse ou d'énergie ou pertinence environnementale).

La liste de tous les processus élémentaires et flux élémentaires à modéliser peut être corrigée avec l'acquisition de nouvelles informations, les décisions menant à ce raffinement des frontières du système devant être clairement présentées.

Une fois que la liste des processus élémentaires inclus dans le système de produits est complétée et afin de construire l'inventaire du système et de poursuivre avec l'évaluation des impacts potentiels, les données pertinentes concernant ces processus (c.-à-d. les entrants et les sortants) doivent être collectées. Cependant, avant de faire cette collecte, les exigences relatives à leur qualité (couverture temporelle, géographique et technologique, précision et complétude), leurs sources (spécifiques ou génériques), leur type (mesurées, calculées ou estimées), leur nature (déterministe ou probabiliste), et leur niveau d'agrégation doivent être déterminées afin de respecter les objectifs de l'étude.

A.3 Phase II de l'ACV : Analyse de l'inventaire du cycle de vie

La seconde phase de l'ACV, appelée l'analyse de l'inventaire du cycle de vie (AICV), est la quantification des flux élémentaires pertinents qui traversent les frontières du système de produits.

² Puisque les flux élémentaires quantifiés sont les données d'entrée de l'évaluation des impacts, le choix des impacts à évaluer va affecter le choix des flux élémentaires à suivre.

La procédure de calcul utilisée pour compléter l'inventaire est présentée à la Figure A-2.

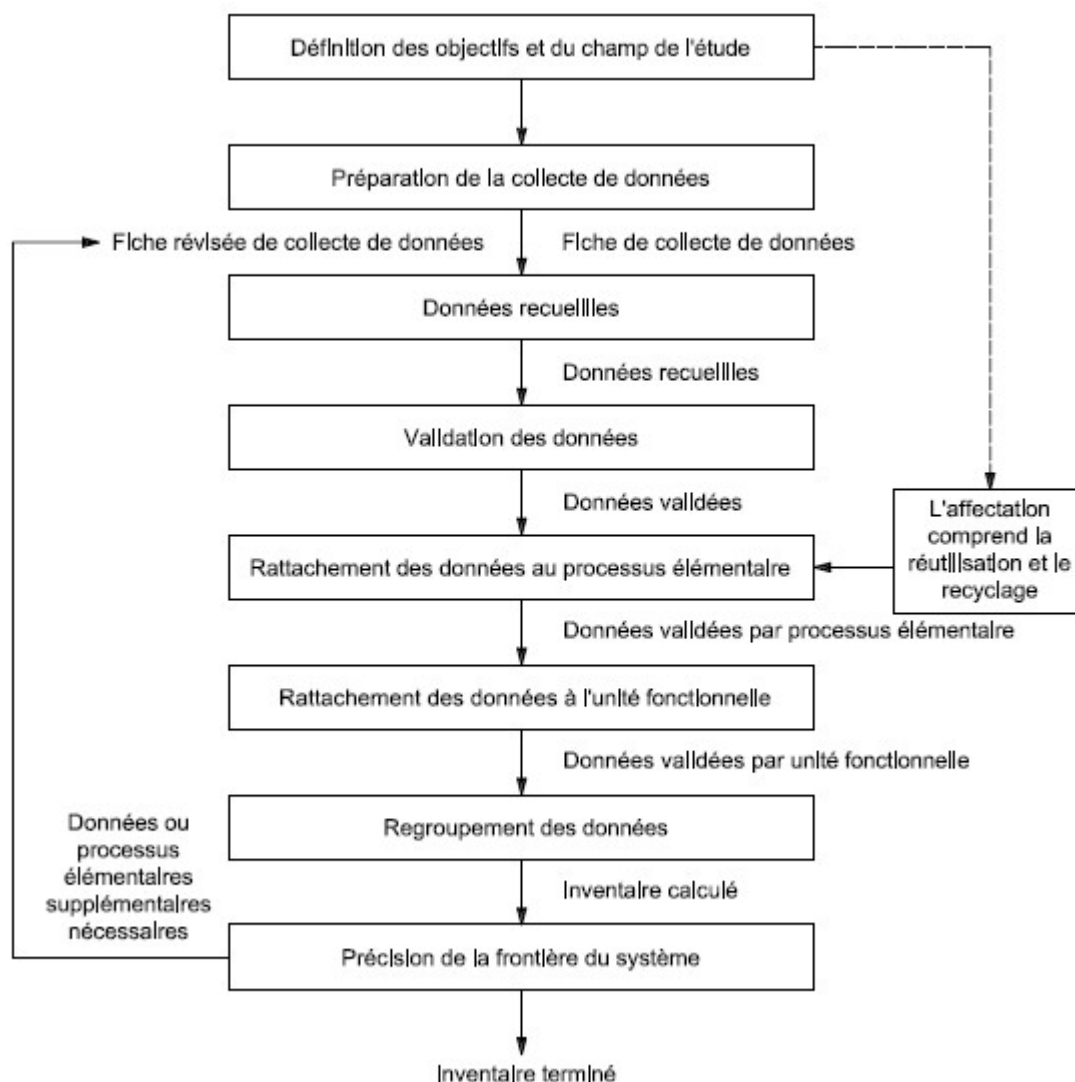


Figure A-2: Procédure de calcul de l'inventaire.

(tiré de ISO 14 044, 2006)

A.3.1 Description des catégories de données

Les données utilisées dans le cadre de l'AICV vie peuvent être classifiées selon leur source (spécifique ou générique), leur type (mesurées, calculées ou estimées), leur nature (déterministe ou probabiliste) et leur niveau d'agrégation.

A.3.1.1 Classification selon la source

Données spécifiques ou primaires

Les données spécifiques sont collectées à partir des installations associées aux processus élémentaires inclus dans les frontières du système. L'analyste responsable de leur collecte a un accès direct aux

données lors de leur collecte ou a un contrôle direct sur le processus de collecte (c.-à-d. la méthodologie employée). Autrement que pour caractériser les installations incluses dans l'étude, ce type de données n'est pas recommandé à cause de son manque de représentativité, à moins que 1) aucune autre source de données ne soit disponible ou 2) un nombre suffisant d'installations du même secteur industriel fournissent des données afin de calculer des moyennes industrielles représentatives (ces dernières peuvent ainsi devenir des données génériques pour d'autres études).

Données génériques ou secondaires

Les données génériques sont obtenues de sources publiées (c.-à-d. bases de données commerciales, littérature spécialisée). L'analyste n'a pas accès aux données lors de leur collecte. Ces données ne sont généralement pas accompagnées de métadonnées³ suffisantes pour obtenir de l'information sur la méthodologie de collecte et sur la variabilité des données.

A.3.1.2 Classification selon le type

Données mesurées

Les données mesurées proviennent d'installations réelles et sont issues d'un programme de surveillance continue (c.-à-d. monitoring) ou d'un programme d'échantillonnage ponctuel. Il est donc potentiellement possible d'obtenir des informations sur leur variabilité et leur distribution.

Données calculées

Les données calculées résultent de l'utilisation de modèles afin de représenter des procédés ou des phénomènes. Leur qualité dépend donc de la validité des modèles. Ces données peuvent être validées et/ou suppléées par des données mesurées.

Données estimées

Les données estimées incluent celles basées sur le jugement professionnel ou les règles du pouce. Elles ne sont utilisées que lorsqu'aucun autre type de données n'est disponible.

A.3.1.3 Classification selon la nature

Données déterministes

Les données déterministes sont représentées par des valeurs uniques (c.-à-d. mesure, résultat de calcul ou estimation) pour chacun des paramètres caractérisés (c.-à-d. flux). Il n'est donc pas possible de connaître la précision et la variabilité des valeurs rapportées.

Données probabilistes

Les données probabilistes sont représentées par des plages de valeurs ou des fonctions de distribution de probabilités (p. ex. triangulaire, normale, log-normale) pour chacun des paramètres caractérisés (c.-à-d. flux). Elles rendent ainsi compte de l'imprécision et de la variabilité de la valeur d'un paramètre et permettent éventuellement d'analyser, lors de la phase d'interprétation, l'incertitude des résultats obtenus lors des phases d'analyse de l'inventaire et d'évaluation des impacts.

³ Informations accompagnant la donnée d'inventaire et qui donne des renseignements à propos de la donnée (par ex. son origine, la méthodologie utilisée lors de sa collecte, les frontières du processus élémentaire décrit).

A.3.1.4 Classification selon le niveau d'agrégation

Le niveau d'agrégation des données fait référence au nombre de processus élémentaires qui sont représentés par une même donnée. Lorsque complètement désagrégées, les données décrivant une étape spécifique du cycle de vie ou un système de produits sont disponibles pour chaque processus individuel inclus dans l'étape ou le système. À l'inverse, ces mêmes données peuvent être complètement agrégées en une seule donnée, qui à elle seule décrit l'étape ou le système considéré (tous les flux élémentaires d'une même substance sont sommés en un seul flux). Il y a donc une perte d'information avec l'augmentation du niveau d'agrégation puisqu'il n'est plus possible de connaître la contribution individuelle de chacun des processus élémentaires agrégés. Il est parfois difficile d'établir le niveau d'agrégation (et la liste des processus agrégés) des données génériques disponibles dans les bases de données commerciales.

A.3.2 Recueil des données

Selon la complexité du système de produits étudié (c.-à-d. le nombre et la nature des processus élémentaires inclus dans ses frontières), la quantité de données qui doivent être recueillies est souvent considérable. Le recours à des bases de données d'inventaire commerciales facilite ce processus, en fournissant des données sur plusieurs processus élémentaires (p. ex. production de matériaux et d'énergie, transports). Ces bases de données sont majoritairement européennes et donc, ne sont pas vraiment représentatives du contexte canadien. Elles peuvent toutefois être adaptées à celui-ci si les données qu'elles contiennent sont suffisamment désagrégées et si les informations nécessaires pour le faire sont disponibles⁴. La méthodologie utilisée pour faire la collecte des données doit être clairement présentée.

A.3.3 Validation des données

Les données recueillies pour chaque processus élémentaire peuvent être validées en 1) les évaluant en relation avec les exigences déterminées durant la définition de l'objectif et du champ de l'étude quant à leur qualité, et 2) réalisant des bilans de masse ou d'énergie ou des analyses comparatives des facteurs d'émission. Si des anomalies évidentes sont identifiées, des données alternatives conformes aux exigences préalablement établies sont nécessaires.

La disponibilité et la qualité des données pertinentes (p. ex. lacunes dans les données, moyennes génériques au lieu de données spécifiques) vont limiter l'exactitude de l'ACV. Il y présentement un manque de données d'inventaire spécifiques nord américaines, ce qui va affecter les résultats d'études faites au Canada.

⁴ Des données décrivant la production de certains matériaux en Europe peuvent faire référence à d'autres processus de production de matériaux (par ex. pour des produits intermédiaires ou auxiliaires) ou d'énergie ou des processus de transport. Les données décrivant ces autres processus élémentaires peuvent être remplacés avec des données décrivant les mêmes processus, si disponibles, provenant d'une source plus spécifique au contexte canadien ou nord américain, augmentant ainsi la représentativité géographique des données européennes.

L'absence d'un format de documentation unique⁵, pouvant parfois résulter en une très faible documentation accompagnant les données provenant des bases de données d'inventaire commerciales, peut aussi entraver la collecte et la validation des données en rendant difficile l'évaluation de leur qualité et leur capacité à satisfaire aux exigences établies.

Selon l'ISO, le traitement des données manquantes et des oublis entraîne en règle générale : une valeur de donnée « non zéro » qui est justifiée; une valeur de donnée « zéro » si elle se justifie; ou une valeur calculée sur la base des valeurs communiquées provenant des processus élémentaires faisant appel à une technologie similaire.

A.3.4 Mise en rapport des données avec le processus élémentaire

Une fois que les entrants et les sortants de chaque processus élémentaire ont été identifiés, ils sont quantifiés par rapport à un flux de référence déterminé pour chacun des processus (p. ex. 1 kg de matière ou 1 MJ d'énergie). L'ISO stipule que si un processus élémentaire a plus d'un produit (p. ex. une raffinerie pétrolière produit un mélange d'hydrocarbures pétroliers commerciaux) ou entrant (p. ex. un site d'enfouissement sanitaire reçoit des déchets municipaux qui sont un mélange de différents produits), ou s'il recycle des produits intermédiaires ou des déchets en matières premières, les flux de matières et d'énergie ainsi que les émissions dans l'environnement qui leur sont associés, doivent être imputés aux différents co-produits ou co-entrants selon des règles clairement présentées lors de la définition de l'objectif et du champ de l'étude. L'ISO suggère également une série de principes et de procédures afin réaliser cette imputation.

Les règles d'imputation prescrites par l'ISO sont données ci-après en ordre de priorité.

1. Il convient, dans la mesure du possible, d'éviter l'imputation en :
 - subdivisant les processus multifonctionnels en deux ou plusieurs sous-processus (lorsque certains sous-processus sont spécifiques à un seul des coproduits) ;
 - élargissant les frontières, de manière à inclure les fonctions de d'autres systèmes (potentiellement) substituées par les coproduits (et en attribuant au système étudié un crédit environnemental correspondant à l'impact évité des fonctions substituées).
2. Lorsque l'imputation ne peut être évitée, il convient de diviser les flux entrants et sortants des processus multifonctionnels entre les différents coproduits de manière à refléter des relations physiques sous-jacentes entre eux (p. ex. masse ou énergie).
3. Lorsqu'une relation physique ne peut être établie, il convient de répartir les flux entrants et sortants de manière à refléter d'autres relations entre eux (p. ex. la valeur économique des coproduits).

A.3.5 Mise en rapport des données avec l'unité fonctionnelle

Les entrants et les sortants de tous les processus élémentaires inclus dans le système de produits sont alors normalisés par rapport à l'unité fonctionnelle et agrégés. Selon l'ISO, le niveau d'agrégation doit

⁵ Un tel format permettrait un niveau de documentation suffisant et uniforme pour les données génériques provenant des bases de données d'inventaire commerciales. La norme ISO 14 048 (2002), traitant de cette question, est un pas dans la bonne direction.

être suffisant pour répondre aux objectifs de l'étude, et les catégories de données (c.-à-d. substances individuelles ou groupes de ressources naturelles ou d'émissions dans l'environnement) ne devraient être agrégées seulement si elles concernent des substances équivalentes et des impacts similaires sur l'environnement.

A.4 Phase III de l'ACV : Évaluation des impacts du cycle de vie

La troisième phase de l'ACV, appelée l'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV), est l'interprétation des résultats de l'analyse de l'inventaire du cycle de vie du système de produits étudié afin d'en comprendre la signification environnementale.

L'analyse de l'inventaire permet la quantification des échanges entre le système de produits et l'environnement. Selon le champ d'étude, l'information obtenue sera plus ou moins importante (c.-à-d. des centaines de flux de ressources naturelles et d'émissions dans l'environnement peuvent être quantifiés) et son utilisation pratique peut s'avérer difficile. Durant la phase d'ÉICV, certains enjeux environnementaux, appelés catégories d'impacts, sont modélisés et des indicateurs de catégories sont utilisés pour condenser et expliquer les résultats de la phase d'inventaire.

Selon l'ISO, le cadre méthodologique de l'ÉICV présente des éléments obligatoires et des éléments optionnels (Figure A-3).

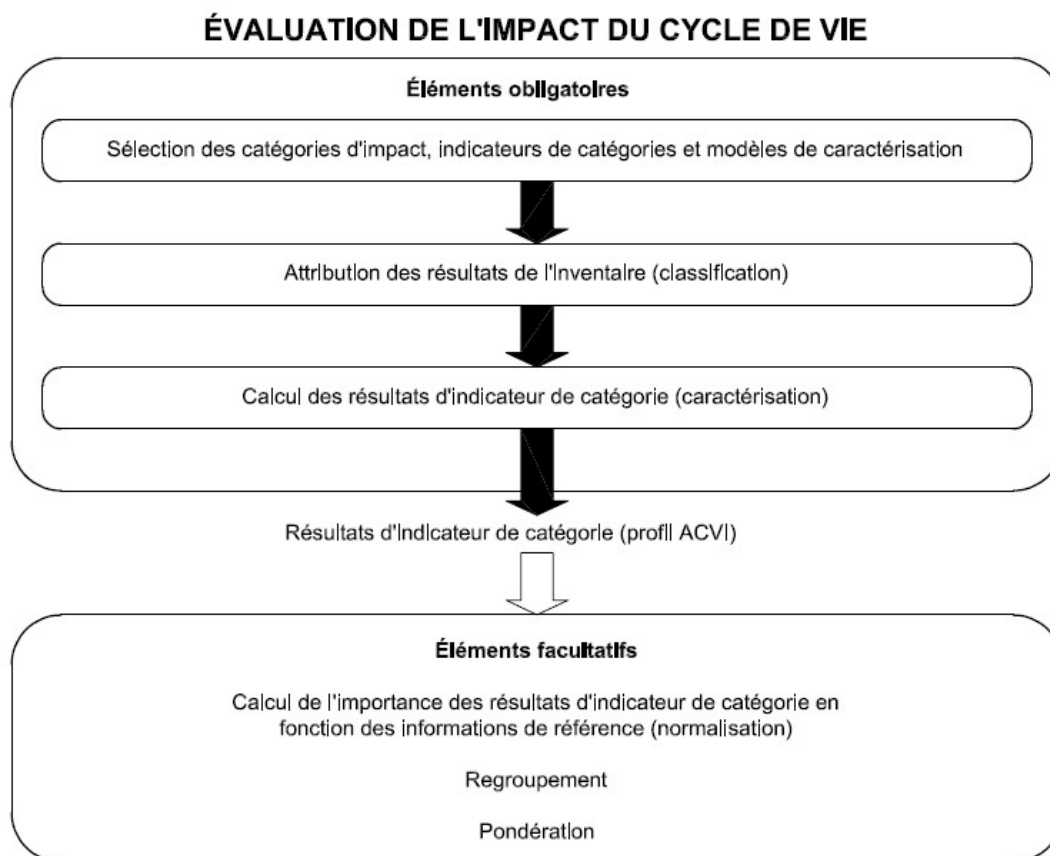


Figure A-3: Éléments de la phase d'ÉICV.
(Tiré de ISO 14 040, 2006)

A.4.1 Sélection des catégories d'impacts et des modèles de caractérisation

La première étape est la sélection de **catégories d'impacts** représentant les points environnementaux à problème considérés durant l'étude. Chaque catégorie est identifiée par un **impact final** (c.-à-d. un attribut ou aspect de l'environnement naturel, de la santé humaine ou des ressources naturelles). Un **mécanisme environnemental** (c.-à-d. chaîne de causalité) est alors établi pour relier les résultats d'inventaire aux impacts finaux et un **indicateur de catégorie** est choisi à un endroit quelconque du mécanisme pour agir comme une représentation quantifiable de la catégorie. Par exemple, la Figure A-4 illustre le mécanisme environnemental pour la catégorie d'impact « Réchauffement global ».

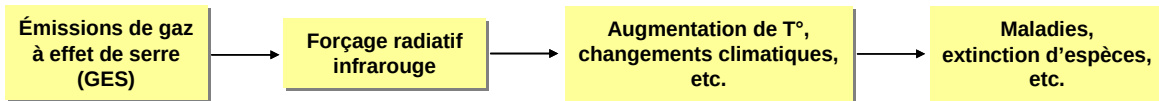


Figure A-4 : Mécanisme environnemental pour la catégorie d'impact « Réchauffement global ».

Un **modèle de caractérisation** est alors développé afin d'en tirer des **facteurs de caractérisation**, qui seront ensuite utilisés pour convertir les résultats d'inventaire pertinents en résultats d'indicateur de catégorie selon leur contribution relative à la catégorie d'impact. Par exemple, pour la catégorie « Réchauffement global », les facteurs de caractérisation représentent le potentiel de réchauffement global de chacun des gaz à effet de serre (en kg de CO₂-équivalents/kg de gaz) et peuvent être calculés à partir du modèle de l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Les résultats d'inventaire convertis en une unité commune peuvent alors être agrégés en un seul **résultat d'indicateur de catégorie** pour chaque catégorie d'impact. Un exemple des termes utilisés dans le cadre de l'ÉICV pour la catégorie « Réchauffement global » est présenté au Tableau A-1.

Tableau A-1 : Exemple des termes utilisés dans le cadre de l'ÉICV

Terme	Exemple	Unité
Catégorie d'impact	Réchauffement global	--
Résultats de l'inventaire	Quantité de gaz à effet de serre (GES) par unité fonctionnelle	kg de gaz
Modèle de caractérisation	Modèle de base sur 100 ans élaboré par l' <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (IPCC)	--
Indicateur de catégorie	Forçage radiatif infrarouge	W/m ²
Facteurs de caractérisation	Potentiel de réchauffement global (GWP ₁₀₀) pour chaque GES	kg d'équivalents CO ₂ / kg de gaz
Résultat d'indicateur de catégorie	Somme des résultats d'inventaire caractérisés (c.-à-d. multipliés par leur facteur de caractérisation respectif)	kg d'équivalents CO ₂ / unité fonctionnelle
Impacts finaux par catégorie	Maladies, extinction d'espèces, etc.	--
Pertinence environnementale	Le forçage radiatif infrarouge est une donnée indirecte pour des effets potentiels sur le climat, dépendant de l'absorption de chaleur atmosphérique intégrée engendrée par les émissions de la répartition dans le temps de l'absorption de chaleur.	--

(adapté de ISO 14 044, 2006)

Selon l'ISO, il convient que :

- Les catégories d'impacts, les indicateurs de catégorie et les modèles de caractérisation soient acceptés à l'échelle internationale, c'est-à-dire qu'ils soient basés sur un accord international ou approuvés par un organisme international compétent ;
- Le choix des catégories d'impacts reflète un ensemble complet de points environnementaux en rapport avec le système de produits étudié, tout en tenant compte de l'objectif et du champ de l'étude ;
- Le modèle de caractérisation pour chaque indicateur de catégorie soit scientifiquement et techniquement valable, et fondé sur un mécanisme environnemental distinct, identifiable et/ou une observation empirique reproductible ;
- Les choix de valeurs et les hypothèses faites lors du choix des catégories d'impacts, des indicateurs de catégorie et des modèles de caractérisation soient minimisés.

Les catégories d'impacts souvent considérées en ACV sont les suivantes :

- Réchauffement global
- Appauvrissement de la couche d'ozone
- Acidification
- Eutrophisation
- Smog photochimique

- Toxicité humaine
- Écotoxicité
- Utilisation des ressources abiotiques
- Utilisation des terres
- Utilisation de l'eau

Cependant, puisqu'il n'y a pas encore une seule méthode ÉICV qui est généralement acceptée, il n'existe pas une liste de catégories d'impacts unique, généralement reconnue et utilisée (Udo de Haes *et al.*, 2002). Couramment, un compromis doit être atteint entre les applications envisagées des résultats et l'applicabilité et la praticabilité du choix des catégories et des modèles associés.

Comme pour les banques de données d'inventaire, la plupart des méthodes ÉICV sont européennes et introduisent un biais lorsque le contexte canadien est considéré. Ceci est particulièrement important pour les catégories d'impacts régionales (smog photochimique, eutrophisation, acidification) et locales (toxicité humaine, écotoxicité, utilisation des terres). Ces catégories étant en effet influencées par les conditions environnementales du milieu récepteur, les modèles de caractérisation utilisés devraient normalement prendre en compte ces caractéristiques⁶. Pour ces catégories d'impacts, le CIRAIG a développé une méthode ÉICV canadienne, LUCAS (Toffoletto *et al.*, 2007), basée sur la méthode américaine TRACI (*Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts*) (Bare *et al.*, 2003). Cette méthode a l'avantage d'utiliser des modèles de caractérisation adaptés au contexte nord-américain.

Il est par ailleurs à noter que la méthode IMPACT 2002+ (Jolliet *et al.*, 2003) propose des facteurs de caractérisation de la toxicité humaine pour chaque continent. Et, comme présenté par Rochat *et al.* (2006), bien que les substances émises dans différents continents soient associées à des impacts pouvant différer jusqu'à deux ordres de grandeurs, l'impact relatif (c.-à-d. le « *ranking* ») des substances demeure le même pour la plupart. Les auteurs concluent donc que :

- Des facteurs de caractérisation génériques calculés à l'échelle d'un continent, tels que proposés par la plupart des méthodes ÉICV, sont normalement valables, sur une base comparative, pour d'autres continents ;
- Des facteurs de caractérisation spécifiques aux milieux récepteurs doivent être utilisés lorsque l'étude s'intéresse aux résultats absolus ou lorsque la comparaison vise des scénarios impliquant des émissions dans des milieux récepteurs très différents.

A.4.2 Classification et caractérisation des résultats d'inventaire

Une fois que les catégories d'impacts ont été sélectionnées, les flux élémentaires inventoriés sont affectés (c.-à-d. classés) à ces catégories selon leurs effets prédits. Certains peuvent être exclusivement affectés à une seule catégorie alors que d'autres peuvent être affectés à plus d'une catégorie lorsque sont considérés des mécanismes d'effets parallèles ou en série.

Les résultats d'inventaire affectés sont ensuite convertis grâce aux facteurs de caractérisation appropriés et aux unités communes des indicateurs de catégorie, et les résultats convertis pour chaque catégorie

⁶ Les modèles de caractérisation utilisés pour les impacts ayant des répercussions à l'échelle globale (c.-à-d. le réchauffement global, l'appauvrissement de la couche d'ozone, l'utilisation des ressources abiotiques et de l'eau) sont les mêmes quel que soit le lieu d'émission ou d'extraction des ressources.

sont agrégés pour obtenir un résultat d'indicateur sous forme numérique. L'ensemble des résultats d'indicateur forme le **profil d'ÉICV**.

Concernant ce profil, deux éléments doivent être spécialement notés :

1. L'amplitude calculée des impacts considérés ne représente qu'une potentialité puisqu'elle est basée sur des modèles décrivant les mécanismes environnementaux et donc une simplification de la réalité⁷.
2. Les substances non définies (c.-à-d. celles qui n'ont pas de facteur de caractérisation dû à un manque d'information, comme les données (éco)toxicologiques par exemple) qui ne sont pas incluses dans les calculs augmentent l'incertitude des résultats.

A.4.3 Éléments optionnels

Selon l'ISO, l'objectif du calcul de l'amplitude des résultats d'indicateur de catégorie par rapport à une information de référence (c.-à-d. **normalisation**) est de mieux comprendre l'amplitude relative de chaque résultat d'indicateur du système de produits étudié. L'information de référence peut être :

1. les émissions ou utilisations de ressources totales pour une zone géographique donnée qui peut être mondiale, régionale, nationale ou locale;
2. les émissions ou utilisation de ressources totales pour une zone donnée (mondiale, régionale ou locale) par habitant ou mesure similaire;
3. un scénario de référence, tel un autre système de produits donné.

Cette étape optionnelle peut s'avérer utile pour un contrôle de cohérence par exemple. Elle présente également l'avantage de convertir tous les résultats d'indicateur de catégorie dans une même unité (p. ex. équivalent personne), un pré requis pour les éléments optionnels suivants.

Selon l'ISO :

1. le **groupement** consiste à affecter les catégories d'impacts en une ou plusieurs séries telles que prédéfinies dans la définition de l'objectif et du champ de l'étude, et il peut impliquer un tri sur une base nominale (p. ex. par caractéristiques telles que les émissions et ressources ou échelles spatiales mondiales, régionales et locales) et/ou un classement par rapport à une hiérarchie donnée (p. ex. priorité élevée, moyenne et basse);
2. la **pondération** est le processus de conversion des résultats d'indicateur des différentes catégories d'impacts en utilisant des facteurs numériques. Elle peut inclure l'agrégation de résultats d'indicateurs pondérés en un score unique.

Ces éléments optionnels impliquent des choix de valeurs et ainsi, différents individus, organismes et sociétés peuvent avoir des préférences différentes et peuvent, par conséquent, obtenir des résultats de groupement et de pondération différents à partir des mêmes résultats d'indicateurs caractérisés.

La méthodologie (c.-à-d. sélection des catégories d'impacts, des indicateurs de catégories, des modèles de caractérisation et des éléments optionnels) utilisée pour réaliser l'évaluation des impacts potentiels doit être clairement présentée durant la définition de l'objectif et du champ de l'étude.

⁷ La divergence entre les prédictions des modèles et la réalité est accrue pour la plupart du fait qu'ils sont basés sur le contexte européen. Ceci est particulièrement important pour les impacts régionaux et locaux tels l'acidification et l'écotoxicité.

A.5 Phase IV de l'ACV : Interprétation

Les objectifs de la quatrième phase de l'ACV, appelée interprétation, sont d'analyser les résultats, d'établir des conclusions, d'expliquer les limites et de fournir des recommandations en se basant sur les résultats des phases précédentes de l'étude et de rapporter les résultats de l'interprétation du cycle de vie de manière transparente de façon à respecter les exigences de l'application telles que décrites dans l'objectif et le champ de l'étude.

Idéalement, l'interprétation se fait de façon interactive avec les trois autres phases de l'ACV, avec les phases de définition de l'objectif et du champ de l'étude et d'interprétation du cycle de vie formant le cadre de l'étude et les phases d'analyse de l'inventaire et d'évaluation des impacts fournissant les informations relatives au système de produits.

Selon l'ISO, l'interprétation du cycle de vie comporte trois éléments :

1. l'identification des points significatifs à partir des résultats des phases d'analyse de l'inventaire et d'évaluation des impacts en liaison avec les objectifs et le champ de l'étude;
2. la vérification, qui prend en compte les contrôles de complétude, de sensibilité et de cohérence;
3. les conclusions, les recommandations et la rédaction d'un rapport.

La vérification a pour objectifs d'établir et de renforcer la confiance dans les résultats de l'étude, ainsi que leur fiabilité. Le **contrôle de complétude** a pour objectif de garantir que toutes les informations et données pertinentes nécessaires à l'interprétation sont disponibles et complètes. Le **contrôle de sensibilité** a pour objectif de vérifier la fiabilité des résultats et des conclusions en déterminant s'ils sont affectés par des incertitudes dans les données et les divers choix méthodologiques (p. ex. les critères d'inclusion, les méthodes d'imputation ou les indicateurs de catégorie). Le **contrôle de cohérence** a pour objectif de déterminer si les hypothèses, les méthodes et les données sont cohérentes avec l'objectif et le champ de l'étude et si elles ont été appliquées de façon constante durant toute l'étude, et dans le cas d'une comparaison entre diverses alternatives, aux systèmes de produits comparés.

L'interprétation des résultats est également entravée par la nature déterministe des données d'inventaire et d'évaluation des impacts généralement disponibles, puisque celle-ci empêche l'analyse statistique et quantitative de l'incertitude des résultats associée à l'utilisation de telles données. Ceci affecte le niveau de confiance que l'on peut avoir en ces résultats déterministes; les conclusions et recommandation qui en seront tirées pourraient manquer de nuance, voire être erronées, du fait qu'il est impossible de quantifier la variabilité de ces résultats ou de déterminer s'il y a une différence significative d'impacts entre deux alternatives. La méthodologie (c.-à-d. les types de contrôles) qui sera utilisée pour conduire l'interprétation des résultats doit être clairement présentée durant la définition de l'objectif et du champ de l'étude.

A.6 Références

- BARE, J., NORRIS, G.B., PENNINGTON, D.W., MCKONE, T. (2003). TRACI – The tool for the Reduction and assessment of chemical and other environmental impacts. *Journal of Industrial Ecology*, 6(3-4), pp. 49-78.
- ISO 14 040 (2006). « Management environnemental – Analyse du cycle de vie - Principes et cadre », Organisation internationale de normalisation, 24 p.
- ISO 14 044 (2006). Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Interprétation du cycle de vie, Organisation internationale de normalisation, 19 p.
- ISO 14 048 (2002). « Management environnemental -- Analyse du cycle de vie -- Format de documentation de données », Organisation internationale de normalisation, 45 p.
- Joliet, O., MARGNI, M., CHARLES, R., HUMBERT, S., PAYET, J., REBITZER, G., ROSENBAUM, R. (2003). IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology, International Journal of Life Cycle Assessment 8(6), pp. 324-330.
- ROCHAT, D., MARGNI, M., *et al.* (2006). Continent-specific intake fractions and characterization factors for toxic emissions: Does it make a difference? International Journal of Life Cycle Assessment 11 pp. 55-63.
- TOFFOLETTO, L., BULLE, C., GODIN, J., REID, C. et DESCHÊNES, L. (2007). LUCAS - A new LCIA Method Used for a Canadian-Specific Context. *International Journal of LCA*, 12(2), pp. 93-102.
- UDO DE HAES, H., JOLLIET, O., FINNVEDEN, G., HAUSCHILD, M., KREWITT, W., MÜLLER-WENK, R. (1999). “Best Available Practice Regarding Impact Categories and Category Indicators in Life Cycle Impact Assessment – Part II” Background document for the Second Working Group on Life Cycle Impact Assessment of SETAC-Europe, *International Journal of LCA*, 4 (3), pp. 167-174.
- UDO DE HAES, H., JOLLIET, O., FINNVEDEN, G., GOEDKOOP, M., HAUSCHILD, M., HERTWICH, E., HOFSTETTER, P., KLÖPFFER, W., KREWITT, W., LINDEIJER, E., MUELLER-WENK, R., OLSON, S., PENNINGTON, D., POTTING, J. et STEEN, B. (2002). “Life Cycle Impact Assessment: Striving Towards Best Practice” Published by the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola, FL, USB. 272 p.

Annexe B :
Méthode ÉICV IMPACT 2002+, version 2.15

IMPACT 2002+, version 2.15

La méthode IMPACT 2002+ utilisée par le CIRAIG correspond à la version 2.10 (Jolliet et al., 2003), modifiée afin que les catégories d'impact Eutrophisation aquatique et Acidification aquatique soient intégrées à l'indicateur de dommages Qualité des écosystèmes. Les facteurs de caractérisation employés sont détaillés dans Humbert et al. (2012). La présente annexe résume les grandes lignes de la méthode employée.

IMPACT 2002+ (Jolliet et al. 2003) is a European Life Cycle Impact Assessment (LCIA) method, peer-reviewed and internationally recognized. It proposes an approach oriented towards both midpoint impact and damage categories. Since its launch in 2003, the authors have updated this methodology several times. In 2012, due to scientific developments and driven by the industry needs, a significantly updated version (v2.20) was presented by Humbert et al. (2012). This version included new midpoint categories and new characterisation factors (CFs) to address gaps in the model. The main additions to the previous 2.10 version include:

- Climate change CFs, adapted to a 100 year time horizon due to strong demand from companies wishing to analyze climate change using the IPCC GWP 100 year instead of the IPCC GWP 500 year time horizon;
- Water withdrawal (including water consumption) and Turbined water were incorporated into two new midpoint categories due to strong demand from companies to analyze the impacts of water use and consumption;
- Aquatic acidification, Aquatic eutrophication and Turbined water midpoint categories were added as endpoints to the Ecosystem Quality damage category (Tirado Seco, 2005; Maendly and Humbert, 2012);
- Normalization factors were updated.

Following this implementation, IMPACT 2002+ version 2.15 was created by CIRAIG's research team by including some elements of this 2.20 version to the previous 2.10 official version, and by excluding categories that were not scientifically recognized.

As with version 2.20, the 2.15 version of the method includes:

- A characterization factor to include the Aquatic Acidification impact category within the Ecosystems Quality damage indicator (based on Tirado Seco, 2005);
- A characterization factor to include the Aquatic Eutrophication impact category within the Ecosystems Quality damage indicator based on (based on Tirado Seco, 2005);
- A new Water Withdrawal indicator (in m³);
- New characterization factors for non aromatic C10-C50 hydrocarbons emitted into water (Non-carcinogens, Aquatic ecotoxicity, Terrestrial ecotoxicity). New substance "Hydrocarbons, C10-C50, non aromatic" added in the list of emissions to water.

Unlike version 2.20, the CIRAIG's version 2.15 of the method includes:

- The climate change impact is evaluated using a the GWP 500 year time horizon as in version 2.10;
- The GWP of biogenic CO₂ and CO are set to zero; CH₄ and biogenic CH₄ are set to 7.6; fossil CH₄ is set to 10.35 (7.6+2.75), using the GWP 500a time horizon;

- The characterization factor for Turbined water has been removed from the Ecosystems Quality damage indicator, as this work as has not been published it is not recognized amongst the LCA community.

Figure B-1 shows the overall structure of the IMPACT 2002+ framework linking life cycle inventory data results via 14 midpoint impact indicators to 4 damage categories (endpoints). It presents the version 2.15 of the method, as used by CIRAIG.

A plain arrow indicates a relevant impact pathway that is known and quantitatively modeled based on natural science. Impact pathways between midpoint and damage categories which are assumed to exist, but that are not modeled quantitatively due to missing knowledge are represented by dotted arrows.

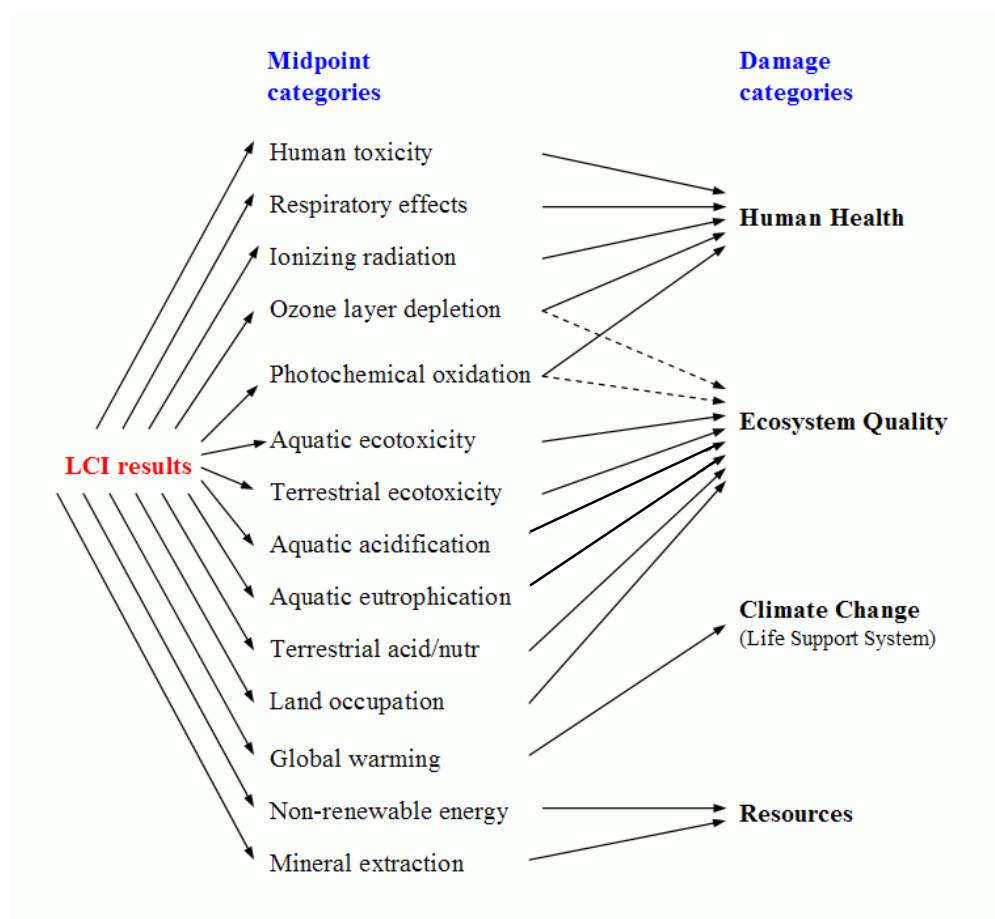


Figure B-1: Overall schematic of IMPACT 2002+ (version 2.15 used by CIRAIG), linking the life cycle inventory results (LCI) and the damage categories, via the midpoint categories.

The following shortly describes the main assessment characteristics for midpoint categories.

1. **Human Toxicity** measures the impact on human life related to carcinogen and non-carcinogen toxic effects caused by pollutants emitted into the environment and eventually reaching humans through inhalation of air, drinking water and the ingestion of food. Carcinogen and non-carcinogens can, in some cases, be represented as two distinct indicators.

2. **Respiratory Inorganics** (also called “winter smog”) are air pollutants such as primary or secondary fine particles (PM_{2.5}) that affect human lungs. These pollutants are released primarily by heavy industries, combustion processes and road traffic. Agriculture is also an important source of ammonia (NH₃), which can lead to the production of fine particles.
3. **Ionizing Radiation** measures the impact on human life caused by substances emitting ionizing radiation. These substances are mainly released by the nuclear energy sector.
4. **Ozone Layer Depletion** measures the potential in reducing the stratospheric ozone layer and thus the increase in ultraviolet (UV) light reaching the earth. These have various impacts on human health such as skin cancer and cataracts, and can also damage terrestrial life and aquatic ecosystems. Pollutants destroying the ozone layer, such as CFCs, are emitted by some specific industrial processes,, for example, for powerful cooling systems.
5. **Photochemical Oxidation** measures the effects on human health (and eventually on crop growth) associated with tropospheric ozone formation (also called summer smog formation). Pollutants responsible for tropospheric ozone such as NO_x and Volatiles Organic Carbons (VOCs) are mainly emitted by road traffic and industrial activities.
6. **Aquatic Ecotoxicity** measures the effects on fresh water ecosystems in term of loss in biodiversity caused by toxic emissions, such as heavy metals, emitted into the environment.
7. **Terrestrial Ecotoxicity** measures the effects on terrestrial ecosystems in term of loss in biodiversity caused by toxic emissions, such as heavy metals, emitted into the environment.
8. **Aquatic Acidification** literally refers to processes increasing the acidity in aquatic systems that may lead to declines in fish populations and disappearances of species. These substances such as airborne nitrogen (NO_x and NH₃) and sulfur oxides (SO_x) are mainly emitted by heavy oil and coal combustion for electricity production, and by road traffic.
9. **Aquatic Eutrophication** measures the potential of nutrient enrichment of the aquatic environment, which generates a growth of biomass that pushes this ecosystem population out of balance. A decrease in oxygen leads to further fish kills and the disappearance of bottom fauna. These nutrients are mainly associated with phosphorus and nitrogen compounds in detergents and fertilizers.
10. **Terrestrial Acidification and Nutrification** measure the potential change in nutrient level and acidity in the soil leading to a change of the natural condition for plant growth and competition. A reduction of species is observed with an excess of nutrients and a decrease in forest health by soil acidification (effect on biodiversity). Acidifying and nutrifying substances such as NO_x, SO_x and NH₃ are predominantly released by heavy industries and road traffic.
11. **Land Occupation** measures the reduction of biodiversity caused by the use of land. Agriculture (farming) and deforestation are the main contributors to this category.
12. **Global Warming** covers a range of potential impacts resulting from a change in the global climate. It is the measured heat-trapping effect of a greenhouse gas (GHG) released in the atmosphere. CO₂ emitted by fossil fuel combustion is the main GHG.

13. **Primary Non-Renewable Energy** measures the amount of energy extracted from the earth contained in the fossil energy carrier (coal, oil and natural gas) or uranium ore. These resources are subject to depletion. Electricity, heat and fuel production and consumption are the main consumer of fossil fuels and uranium ore.

14. **Mineral Extraction** measures the surplus of energy associated with the additional effort required to extract minerals from lower concentration ore mines.

These fourteen midpoint indicators are grouped to the following 4 damage indicators (Table B-1 and B-2):

1. Climate Change (kg CO₂ eq)

From the authors' point of view, the modeling up to the damage of the impact of climate change on ecosystem quality and human health (endpoints) is not accurate enough to derive reliable damage characterization factors. The interpretation, therefore, directly takes place at midpoint level, which can be interpreted as damage on life support systems that deserve protection for their own sake. Global warming is considered to be a stand-alone endpoint category with units of [kg-eq CO₂], which is normalized in the next step. The assumed time horizon is also 500 years to account for both short-term and long-term effects as there is little evidence that global warming effects will decrease in the future.

2. Human Health (DALY)

Human Health impact can be caused by the release of substances that effect humans through acute toxicity, cancer-based toxicity, respiratory effects, increases in UV radiation and other causes. The evaluation of the overall impact of a system on human health is made following the Human Health endpoint in the IMPACT 2002+ method (Jolliet et al., 2003), in which substances are each evaluated based on their ability to cause a variety of damages to human health (including mortality and morbidity). This category is expressed in Disability-adjusted life years (DALY), a unit used by the World Health Organization (WHO).

3. Ecosystem Quality (PDF*m²*yr)

Ecosystem Quality can be impaired by the release of substances that cause acidification, eutrophication, toxicity to wildlife, land occupation, and a variety of other types of impact. An evaluation of the overall impact of a system on ecosystem quality has been made following the Ecosystem Quality endpoint IMPACT 2002+ method (Jolliet et al. 2003), in which substances are each evaluated based on their ability to cause a variety of damages to wildlife species. This category is measured in potentially disappeared fraction of species on a certain surface and over a given time (PDF*m²*yr).

4. Resources (MJ primary)

Resources depletion is caused when non-renewable resources are used or when renewable resources are used at a rate greater than they can be renewed. Various materials can be given greater importance based on their abundance and difficulty to obtain. An evaluation of the overall impact of a system on resource depletion has been made following the Resources endpoint in the IMPACT 2002+ method (Jolliet et al., 2003), which combines non-renewable primary energy use and mineral extraction. Non-renewable primary energy use accounts for the consumption of fossil and nuclear resources and excludes sources of renewable energy at all stages of the life cycle and in all upstream processes. The category Mineral Extraction estimates the increased amount

of energy that will be required to obtain additional incremental amounts of substances from the earth due to removal of resources inventoried for each system (based on the Eco-indicator 99 method). Non-renewable primary energy use accounts for the consumption of fossil and nuclear resources but excludes sources of renewable energy at all stages of the life cycle and in all upstream processes (however, non-renewable energy needed to produce renewable energy is considered). This metric is expressed in megajoules (MJ).

Table B-1: Number of substances covered, source and units of IMPACT 2002+ (v2.1).

Midpoint category	Reference	Midpoint reference substance	Damage unit	Damage unit
Human toxicity (carcinogens + non-carcinogens)	IMPACT 2002	kg chloroethylene _{eq}	Human Health	DALY
Respiratory (inorganics)	Ecoindicator 99	kg chloroethylene _{eq}		
Ionizing radiations	Ecoindicator 99	kg PM2.5 _{eq}		
Ozone layer depletion	USEPA and Ecoindicator 99	Bq Carbon-14 _{eq}		
Photochemical oxidation	Ecoindicator 99	kg CFC-11 _{eq}		
Aquatic ecotoxicity	IMPACT 2002	kg ethylene _{eq}	Ecosystem Quality	PDF·m ² ·yr
Terrestrial ecotoxicity	IMPACT 2002	kg triethylene glycol _{eq} into water		
Terrestrial acidification/nitrification	Ecoindicator 99	kg triethylene glycol _{eq} into soil		
Land occupation	Ecoindicator 99	m ² organic arable land		
Aquatic acidification	IMPACT 2002	kg SO2 _{eq}		
Aquatic eutrophication	IMPACT 2002	kg PO4 _{eq}		
Global warming	IPCC 2007 (500 yr)	kg CO _{2-eq}	Climate Change (life supporting functions)	kg CO _{2-eq} into air
Non-renewable energy	Ecoinvent	MJ/kg crude oil _{eq}	Resource depletion	MJ primary non-renewable energy
Mineral extraction	Ecoindicator 99	MJ/kg iron _{eq}		

Table B-2: Units of midpoint impact categories and conversion factors between the midpoint categories and the damage categories of IMPACT 2002+ (v2.15).

Midpoint category	Damage Factor	Unit
Carcinogens	2.80 ^E -6	DALY/kg chloroethylene _{eq}
Non-carcinogens	2.80 ^E -6	DALY/kg chloroethylene _{eq}
Respiratory (inorganics)	7.00E-4	DALY/kg PM2.5 _{eq}
Ionizing radiations	2.10E-10	DALY/Bq Carbon-14 _{eq}
Ozone layer depletion	1.05E-3	DALY/kg CFC-11 _{eq}
Photochemical oxidation	2.13E-6	DALY/kg ethylene _{eq}
Aquatic ecotoxicity	5.02E-5	PDF·m ² ·yr/kg triethylene glycol _{eq} into water
Terrestrial ecotoxicity	7.91E-3	PDF·m ² ·yr/kg triethylene glycol _{eq} into soil
Terrestrial acidification/nutrition	1.04	PDF·m ² ·yr/kg SO _{2-eq}
Aquatic acidification	8.82E-3	PDF·m ² ·yr /kg SO _{2-eq}
Aquatic eutrophication	11.4	PDF·m ² ·yr /kg PO _{4⁻⁻⁻-eq}
Land occupation	1.09	PDF·m ² ·yr/m ² organic arable land
Global warming	1	kg CO _{2-eq} /kg CO _{2-eq}
Non-renewable energy	45.8	MJ/kg crude oil _{eq}
Mineral extraction	5.10E-2	MJ/kg iron _{eq}

Bibliography

- ecoinvent Centre (2005). ecoinvent data v1.2, Final reports ecoinvent 2000 No. 1-16. ISBN 3-905594-38-2. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- Goedkoop M., Effting S., et al. (2000). The Eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Amersfoort, The Netherlands, PRé Consultants B.V.: 22.
- Guinée J.B., Gorée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., Koning A. d., Oers L. v., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H.A., Bruijn H. d., Duin R. v., Huijbregts M.A.J. (2002), Handbook on Life Cycle Assessment – Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Humbert, S., M. Margni and O. Jolliet (2005). IMPACT 2002+ User Guide: Draft for version 2.1. Lausanne, Switzerland, EPFL: 33.
- Humbert, S. De Schryver, A., Bengoa, X., Margni, M., Jolliet, O. (2012). IMPACT 2002+: User Guide. Draft for version Q2.21 (version adapted by Quantis). 45 pages. On line: http://www.quantis-intl.com/pdf/IMPACT2002_UserGuide_for_vQ2.21.pdf [last consulted May 31st, 2013].
- Jolliet O, Margni M, Charles R, Humbert S, Payet J, Rebitzer G and Rosenbaum R. (2003). "IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology." Int Journal of LCA, 8 (6) p. 324-330.
- Maendly R. and Humbert S. (2012). Empirical characterization model and factors assessing aquatic biodiversity damages of hydropower water use. [Journal] // Submitted in: International Journal of Life Cycle Assessment.
- Tirado Seco P (2005). Development of damage functions for aquatic eutrophication in Life Cycle Assessment. Mémoire 116 Direction: Prof. Jolliet O, Payet Dr. J, EPFL, Lausanne, répondant Dr J.-L. Loizeau, Institut F.-A. Forel, Université de Genève, Switzerland.

Annexe C : Données et hypothèses du volet environnemental

C.1	Revue bibliographique	C-2
C.2	Modélisation des systèmes (tasses et gobelets).....	C-8

C.1 Revue bibliographique

Les Tableaux C-1 et C-2 résument les études répertoriées sur les contenants pour boissons chaudes et froides respectivement. Certaines d'entre elles incluent une comparaison entre des options lavables et à usage unique. Le Tableau C-3 présente, à titre indicatif, les études ayant porté sur d'autres produits jetables fréquemment retrouvés dans les chaînes de restauration rapide (serviettes de tables, ustensiles, vaisselle), afin de situer dans quel contexte la présente analyse s'inscrit. Outre ces études publiées, l'utilisation de produits jetables pour la consommation de café ou d'autres aliments en restaurant est un sujet chaud, qui alimente bien des sites de discussions. Par exemples¹ :

- **Contenants pour boisson :**

- o 2011 : « Ecological Effects of Products & Services – Paper cup »
http://www.ecofx.org/wiki/index.php?title=Paper_cup
- o 2010 :
 - « K-cup and other single-use pods : the waste issue, again »
<http://www.coffeehabitat.com/2010/08/single-use-coffee-waste/>
 - Mugs vs. Paper Cups : Essential Answer
http://alumni.stanford.edu/get/page/magazine/article/?article_id=28752
- o 2009 :
 - « Paper Cups No More » <http://www.sheknows.com/living/articles/810025/the-impact-of-disposable-coffee-cups-on-the-environment>
 - Design for the Environment course – Disposable Coffee Cups
http://en.wikiversity.org/wiki/DFE2009_Disposable_Coffee_Cups
 - « Reusable vs. Disposable Cups : Saving Money and Energy »
<http://greenresearch.com/2009/07/16/reusable-vs-disposable-cups-saving-money-and-energy/>
- o 2008 :
 - « Hey Coffee Drinker, Ditch That Paper Cup »
http://www.alternet.org/story/84187/hey_coffee_drinker%2C_ditch_that_paper_cup
 - « The Coffee Cup Revolution : Let's Take a Stand! » <http://www.wisebread.com/the-coffee-cup-revolution-lets-take-a-stand>
- o 2007 :
 - « Is it greener to drink from reusable cups? »
<http://www.guardian.co.uk/lifeandstyle/2007/nov/11/ethicalliving>
 - « Disposable paper drinking cups verses greenware diposables »
<http://en.allexperts.com/q/Environmental-Science-1471/disosable-paper-drinking-cups.htm>
 - « Paper vs. Styrofoam vs. Plastic Cups » <http://www.genexe.com/environment/paper-vs-styrofoam-vs-plastic-cups/>
 - « AskPablo : Disposable Cups vs. Reusable Mugs »
<http://www.triplepundit.com/2007/12/askpablo-disposable-cups-vs-reusable-mugs/>
- o 2006 : « Ask Pable : The Coffee Mug Debacle » <http://citizenbean.blogspot.ca/2006/09/ask-pablo-coffee-mug-debacle.html>
- o 2004 : « Eco Tip : Coffee cups – spilling the beans »
<http://www.treehugger.com/culture/ecotip-coffee-cups-spilling-the-beans.html>

¹ Tous les sites web listés ont été consultés pour la dernière fois en octobre 2013.

- o Année inconnue :
 - Mugs vs. Paper Cups : Nitty-gritty
http://alumni.stanford.edu/get/page/magazine/article/?article_id=28765
 - Wikipedia – Paper cup - http://en.wikipedia.org/wiki/Paper_cup
- **Ustensiles :**
 - o 2011 :
 - « Ask Pablo : Metal vs. Plastic Cutlery » <http://www.treehugger.com/culture/ask-pablo-metal-vs-plastic-cutlery.html>
 - « (Re)stirring up the cutlery debate with a world's first »
<http://ecoramblings.com/restirring-up-the-cutlery-debate-with-a-worlds-first/>
 - « Living the Life of a Plastic Fork »
<https://sites.google.com/a/pvlearners.net/sustainability/a-life-cycle-analysis-a-plastic-fork>
- **Vaisselle :**
 - o 2013 : « Results of the research on disposable plastic dishes »
<http://www.mater.polimi.it/mater/en/news-events/news/349-results-of-the-research-on-disposable-plastic-dishes>
 - o 2010 : « Ask Pablo : Ceramic Plates vs Paper Plates » <http://www.treehugger.com/about-treehugger/ask-pablo-ceramic-plates-vs-paper-plates.html>
 - o 2009 : « Vaisselle et emballages recyclables et compostables »
<http://www.hrimag.com/Vaisselle-et-emballages>
 - o Année inconnue : « Sugarcane Bagasse – Biodegradable Compostable Cups, Plates, and Cutlery » <http://www.squidoo.com/bagasse-biodegradable-compostable-dishware-cups-plates-cutlery>
- **Lavage à la main et au lave-vaisselle :**
 - o 2007 : « Ask Pablo : The Dishwasher » <http://www.triplepundit.com/2007/01/askpablo-the-dishwasher/>
 - o 2005 : « Dishwasher vs Handwashing : the Winner » <http://www.treehugger.com/kitchen-design/dishwasher-vs-handwashing-the-winner.html>
 - o Année inconnue : « Dishwashers »
<http://www.consumerenergycenter.org/home/appliances/dishwashers.html>

Tous les documents consultés aux fins de l'étude sont répertoriés dans les références (Chapitre 7).

Note : pour réduire la taille des tableaux présentés ci-dessous, les abréviations des matières plastiques ont été utilisées. Leur définition est donnée ici :

	Polyéthylène téréphtalate (PET)
	Polyéthylène haute densité (PEHD ou HDPE).
	Polychlorure de vinyle (PVC)
	Polyéthylène basse densité (PEBD ou LDPE)
	Polypropylène (PP)
	Polystyrène (PS), pouvant être expansé (PSE), d'usage général (GPPS) ou résistant aux chocs (HIPS)
	Autres plastiques, incluant le polycarbonate (PC), l'acide polylactique (PLA) l'acrylique et le nylon

Tableau C-1 : Études publiées sur contenants pour boissons chaudes

Auteurs (année)	Contexte géographique	Titre	Produits analysés / comparés	Commentaire (UF : Unité fonctionnelle)
Connolly (2012)	Colombie-Britannique, Canada	A Qualitative Cradle to Grave Life Cycle Analysis of a BC Disposable-Coffee-Cup's Sustainability	Gobelet jetable : - en papier et PE - en PSE Tasse réutilisable	Pas une ACV. Méthode qualitative reprenant des données déjà publiées.
Franklin Associates (2006b)	États-Unis	Life cycle inventory of polystyrene foam, bleached paperboard, and corrugated paperboard foodservice products	Gobelets de 16 oz jetables : - en PSE - en papier et PE (avec ou sans gaine en carton ondulé non blanchi)	ICV. Aucune conclusion sur les impacts environnementaux des produits. Données sur l'emballage secondaire (boîtes et sacs)
Franklin Associates (2009b)	États-Unis	Life cycle inventory of 16-ounce disposable hot cups	Gobelets de 16 oz jetables : - en mousse de PET recyclé SMX (<i>Solid-state Microcellular eXpansion</i>) - en PSE - en papier et PE (avec ou sans gaine en carton ondulé non blanchi)	UF : 10 000 gobelets à usage unique de 16 oz pour boisson chaude, incluant l'emballage. Résultats limités à l'énergie, la production de déchets solides et les GES.
Franklin Associates (2011)	États-Unis	Life Cycle Inventory of Foam Polystyrene, Paper based, and PLA Foodservice Products	Gobelets de 16 oz jetables : - en PSE - en papier et PE (avec ou sans gaine en carton ondulé non blanchi) - en papier et PLA (avec ou sans gaine en carton ondulé non blanchi)	Mise à jour de l'étude Franklin 2006b. Inventaire du cycle de vie et évaluation du potentiel de réchauffement global (100 ans)

Auteurs (année)	Contexte géographique	Titre	Produits analysés / comparés	Commentaire (UF : Unité fonctionnelle)
Hocking (1991a; 1991b)	Victoria, Canada	Relative Merits of Polystyrene Foam and Paper in Hot Drink Cups: implications for Packaging	Gobelet jetable de 8 oz : • en papier non doublé • en PSE	Pas une ACV. Étude datant d'avant la publication de la série de normes ISO 14 040
Hocking (1994), repris par Institute for Life cycle Energy Analysis (1994)	Victoria, Canada	Reusable and Disposable Cups: An Energy-Based Evaluation	Tasse en céramique et en verre Gobelet réutilisable en PS Gobelet jetable : • en papier non doublé • en PSE	Pas une ACV. Comparaison énergétique. Étude datant d'avant la publication de la série de normes ISO 14 040
Ligthart et Ansems (2007)	Europe	Single use Cups or Reusable (coffee) Drinking Systems: An Environmental Comparison	Tasse en céramique, avec soucoupe Tasse (mug) en terre cuite Gobelets jetables : • en PS • en PS avec support réutilisable • en papier	UF : La distribution de 1 000 unités de boissons chaudes à partir d'une machine distributrice dans un bureau ou une usine
Refiller (2013)	Suisse	Lifecycle Assessment: reusable mugs vs. disposable cups	Tasses en céramique Tasse de voyage (KeepCup) Gobelets jetables : • en papier et PE • en PS	UF : 500 services de café (nombre de réutilisations des tasses, par hypothèse). Indicateurs évalués : Réchauffement global et Énergie non renouvelable.
Simon <i>et coll.</i> (2012)	États-Unis	A Comparison of Life Cycle Assessment (LCA) Software in Packaging Applications	Gobelets 16 oz jetables pour boissons froides et chaudes : • en PLA, en PS, en PP, en PET recyclé • en papier doublé de PE • en papier recyclé • en papier doublé de PLA	Comparaison de 5 outils ACV appliqués à l'évaluation d'emballages. UF : 24 000 gobelets de 16 oz.
Ziada (2009)	Toronto, Canada	Disposable Coffee Cup Waste Reduction Study	Gobelet biodégradable Gobelet jetable en PS Tasse réutilisable	Pas une ACV. Revue des études et documentation portant sur le traitement des gobelets jetables. Objectif : réduction des déchets par les consommateurs fréquents de café

Tableau C-2 : Études publiées sur contenants pour boissons froides

Auteurs (année)	Contexte géographique	Titre	Produits analysés / comparés	Commentaire (UF : Unité fonctionnelle)
Bouvier et Bossut (2011)	France	Comparaison des impacts environnementaux des gobelets dans l'événementiel	Gobelet jetable en PP Gobelet réutilisable en PP Gobelet biodégradable en PLA ou en carton et PLA	<i>UF : 1 utilisation d'un gobelet de 25 cl sur une manifestation. Gobelets utilisés lors d'événements</i>
Franklin Associates (2006a)	États-Unis	Life Cycle Inventory of five products produced from PLA and Petroleum-based Resins	Gobelet jetable : • en HIPS • en PET • en PP • en PLA	<i>UF : 10 000 gobelets de 16 oz utilisés dans les marchés</i>
Franklin Associates (2006b)	États-Unis	Life cycle inventory of polystyrene foam, bleached paperboard, and corrugated paperboard foodservice products	Gobelet de 32 oz jetable : • en PSE • en papier blanchi et PE • en papier blanchi ciré	Inventaire du cycle de vie. Aucune conclusion sur les impacts environnementaux des produits.
Franklin Associates (2011)	États-Unis	Life Cycle Inventory of Foam Polystyrene, Paper based, and PLA Foodservice Products	Gobelet de 32 oz jetable : • en PSE • en papier blanchi et PE • en papier blanchi ciré • en PLA rigide	Mise à jour de l'étude Franklin 2006b. Inventaire du cycle de vie et évaluation du potentiel de réchauffement global (100 ans)
Garrido et Alvarez del Castillo (2007)	Espagne	Environmental Evaluation of Single-Use and Reusable Cups	Gobelet jetable en PP Gobelet réutilisable en PP	<i>UF: Servir 1 000 l de breuvage (froid) Gobelets utilisés lors d'événements.</i>
Grandchamp et Giger (2009)	Suisse	ACV Gobelets jetables, réutilisables, recyclables	Gobelet jetable en PET Gobelet réutilisable en PP Gobelet recyclable en PET (haute qualité)	<i>UF : L'utilisation d'un gobelet pouvant contenir 3 dl de boisson Gobelets utilisés lors d'événement</i>
Häkkinen et Vares (2010)	Europe	Environmental impacts of disposable cups with special focus on the effect of material choices and end of life	Gobelet jetable : • en carton et PE • en carton et PLA • en PET	<i>UF : 100 000 gobelets pour boissons froides Impact évalué : potentiel de réchauffement climatique</i>
OVAM (2006a; 2006b)	Belgique	Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events	Gobelet réutilisable en PC Gobelet jetable : • en PP • en carton et PE Gobelet biodégradable en PLA	Comparaison du coût et des impacts environnementaux de gobelets durant les événements
PE Americas (2009)	États-Unis	Comparative LCA Ingeo™ biopolymer, PET, and PP Drinking Cups	Gobelet jetable et couvercle : • en PET • en Ingeo • en PP	Réalisée pour le compte de Starbucks. <i>UF : un gobelet de 16 oz en plastique pour boisson froide, avec un couvercle</i>

Auteurs (année)	Contexte géographique	Titre	Produits analysés / comparés	Commentaire (UF : Unité fonctionnelle)
Pladerer et coll. (2008)	Suisse, Allemagne, Allemagne	Comparative Life Cycle Assessment of various Cup Systems for the Selling of Drinks at Events	Gobelet jetable : • en PET • en PS • en carton • en PLA • en matière plastique développée par Belland Gobelet réutilisable en PP	But de l'étude : dresser un écobilan comparatif des types de gobelets les plus fréquemment utilisés dans les débits de boissons. Pour l'UEFA EURO 2008. <i>Gobelets utilisés lors d'événements</i>
Uihlein et coll. (2008)	Allemagne	Utilisation options of renewable resources: a life cycle assessment of selected products	Gobelet jetable : • en PLA de maïs • en PS	Comparaison directe d'un gobelet par rapport à l'autre.

D'autres rapports et études portant sur la comparaison de gobelets jetables et réutilisables pour les boissons froides ont également été réalisés en allemand (Jansen, 2000; Bättig, 2002; Dinkel, 2004; Dinkel, 2005; Liebl, 2010). Il n'a pas été jugé essentiel de traduire ces documents, car les conclusions présentées dans ces rapports sont représentatives d'un contexte où les matières résiduelles sont en majorité incinérées en incinérateur municipal avec récupération énergétique, ce qui ne s'applique pas au cas québécois. Également, plusieurs de ces études se posent dans un contexte de gestion de déchets dans les événements spéciaux, ce qui ne s'applique pas du tout à la situation visée par la présente étude.

Tableau C-3 : Études publiées sur la vaisselle jetable et réutilisable

Auteurs (année)	Contexte géographique	Titre	Produits analysés / comparés	Commentaire (UF : Unité fonctionnelle)
Broca (2008)	États-Unis	A comparative analysis of the environmental impacts of ceramic plates and biodegradable plates (made of corn starch) using the Life Cycle Assessment tool	Assiettes de céramique, assiettes biodégradable (maïs)	UF: 2 960 assiettes
Brownlee et coll. (2013)	Colombie Britannique, Canada	Life Cycle Assessment: Aspenware Biodegradable Cutlery	Ustensiles jetables • en bois (biodégradables) • en PS	UF : un ustensile à usage unique
Detzel et Krüger (2006)	Allemagne	Life Cycle Assesment of PLA : A comparison of food packaging made from NatureWorks® PLA and alternative materials	Emballage pour emporter de type coquille (<i>clam shell</i>)	UF: 1 000 unités d'emballage de 500 ml pour emporter de la nourriture froide
Franklin Associates (2006b)	États-Unis	Life cycle inventory of polystyrene foam, bleached paperboard, and corrugated paperboard foodservice products	Assiette 9 po haute résistance : • en GPPS • en papier et PE • en pâte moulée Emballage coquille pour sandwich (5 po) : • en GPPS • en carton ondulé.	Inventaire du cycle de vie. Aucune conclusion sur les impacts environnementaux des produits.

Auteurs (année)	Contexte géographique	Titre	Produits analysés / comparés	Commentaire (UF : Unité fonctionnelle)
Franklin Associates (2009a)	États-Unis	Life Cycle Environmental and Cost Analysis of Disposable and Reusable Ware in School Cafeterias, Including Dishwasher Operation	Plateau de service réutilisable, compartimenté Assiettes et bols jetables dans plateau plat réutilisable.	UF: 100 000 repas complets servis. <i>Dans un contexte de cafétéria d'école.</i>
Franklin Associates (2011)	États-Unis	Life Cycle Inventory of Foam Polystyrene, Paper based, and PLA Foodservice Products	Assiette 9 po haute résistance : • en GPPS • en papier et PE • en pâte moulée • en PLA rigide Emballage coquille pour sandwich (5 po) : • en GPPS • en carton ondulé • en PLA rigide	Mise à jour de l'étude Franklin 2006b. Inventaire du cycle de vie et évaluation du potentiel de réchauffement global (100 ans)
Jelse et Westerdahl (2011)	Allemagne, Suisse, Royaume-Uni	Life cycle assessment of premium single-use and reusable napkins for restaurant dinners	Serviettes de table	UF: une utilisation de serviette de table dans un restaurant moyen
Madival et coll. (2009)	États-Unis	Assessment of the environmental profile of PLA, PET and PS clamshell containers using LCA methodology	Emballages coquille pour la vente de fraises	UF : 1 000 unités d'emballage d'une capacité de 0,4536 kg de fraises (1 lb)
Razza et coll. (2009)	Italie	Compostable cutlery and waste management: An LCA approach	Ustensiles biodégradables et compostables Ustensiles jetables en GPPS	UF: servir 1 000 repas
To et Chan (2006)	Colombie-Britannique, Canada	A Life-Cycle and Economic Analysis: Paper Versus Ceramic Plates in the Barn Restaurant	Assiettes de céramique et de carton	Pas une ACV conforme aux normes ISO.

C.2 Modélisation des systèmes (tasses et gobelets)

Pour obtenir le détail des systèmes, tels que modélisés pour l'analyse environnementale, se référer au fichier « Annexe C - Données.xlsx » disponible avec le présent rapport.

Annexe D :

Évaluation de la qualité des données d'inventaire

D.1	Critères d'évaluation de la qualité des données	D-2
D.2	Résultats – analyse de qualité des données	D-2

D.1 Critères d'évaluation de la qualité des données

Le Tableau D-1 présente les critères de qualification des données utilisés. Ces critères concernent la fiabilité et la représentativité des données. Il est à noter que cette analyse est simplifiée dans l'objectif de ne pas alourdir le processus d'évaluation des impacts du cycle de vie, mais représente une excellente vue d'ensemble du type de données d'inventaire collectées.

Tableau D-1 : Critères de qualification des données (quantités et processus)

Pointages	Critères de qualification de la <u>fiabilité</u> des données (quantités)
1	Données vérifiées mesurées ou calculées sur le terrain - Cette donnée remplit le critère « fiabilité/précision » requis pour le cas à l'étude
2	Données vérifiées, en partie issues d'hypothèses ou Données non vérifiées issues de mesures (documents fournis par le mandataire ou littérature) – cette donnée est jugée suffisamment précise/fiable par l'équipe d'analystes pour le cas à l'étude
3	Données non vérifiées, en partie issues d'hypothèses ou Estimation de qualité (effectuée par un expert) – cette donnée est jugée utilisable par l'équipe d'analystes, mais sa fiabilité/précision pourrait être améliorée
4	Données estimées de façon grossière - Cette donnée ne remplit pas le critère « fiabilité/précision » requis pour le cas à l'étude
Pointages	Critères de qualification de la <u>représentativité</u> des données (processus)
1	Données de terrain (du cadre à l'étude), de laboratoire - Cette donnée remplit le critère « représentativité » requis pour le cas à l'étude
2	Bonne représentativité géographique et/ou technologique du processus sélectionné – cette donnée est jugée suffisamment représentative par l'équipe d'analystes pour le cas à l'étude
3	Données relatives au même procédé ou matériau, mais se référant à une technologie différente (ex. : processus représentatif disponible dans la banque ecoinvent) – Cette donnée est jugée utilisable par l'équipe d'analystes, mais sa représentativité pourrait être améliorée
4	Représentativité géographique et/ou technologique inadéquate. La donnée recherchée n'est pas facilement accessible, utilisation d'un autre processus comme approximation - Cette donnée ne remplit pas le critère « représentativité » requis pour le cas à l'étude

D.2 Résultats – analyse de qualité des données

Le Tableau D-3 présente un résumé de l'évaluation de la qualité des données.

La qualité des données « fiabilité » fait référence à la quantification des flux (matière et énergie, distances de transport, quantités de rejets). La qualité des données « représentativité » fait plutôt référence à la validité géographique et technologique et la complétude des modules de données (processus) génériques sélectionnés. Enfin, la contribution potentielle à l'impact réfère à l'influence du processus ou du paramètre évalué sur les résultats (établit sur sa contribution moyenne aux différentes catégories de dommage à l'étude). Pour simplifier la lecture, un code de couleur a été ajouté et est présenté au Tableau D-2.

Tableau D-2 : Critères de contribution et de qualité des données

Contribution		Qualité	
0-5%	Contribution potentiellement faible ou négligeable	1	Remplit le critère pour le cas à l'étude. Ex. Donnée validée par un expert dans le domaine.
6-10%	Contribution potentiellement influente	2	Jugée suffisamment représentative. Ex. Donnée générique, spécifique ou applicable au contexte québécois
11-50%	Forte contribution potentielle	3	Jugée utilisable, mais pouvant être améliorée. Ex. Donnée générique impliquant des données substitutives assez proches.
51-100%	Très forte contribution potentielle	4	Ne remplit pas le critère pour le cas à l'étude. Ex. Donnée substitutive; estimation grossière.

Rappelons que de manière générale, une note de « 1 » correspond à une très bonne évaluation, alors qu'une note de « 4 » correspond à une donnée qui devrait être améliorée afin de remplir les différents critères de qualité. Ainsi, les processus pour lesquels la qualité des données est considérée comme étant limitée ou insuffisante sont surlignées en rouge (note « 4 ») et les processus pouvant être améliorés sont en orangé (note « 3 »).

En ce qui a trait à la contribution, une plage de valeurs est présentée. Elle indique la contribution minimale et maximale du processus évalué en fonction des cinq indicateurs environnementaux considérés (c.-à-d. *Santé humaine*, *Qualité des écosystèmes*, *Changement climatique* et *Ressources* et *Consommation d'eau*). La contribution globale du processus évalué (couleur de la case) a été établie en fonction de sa contribution maximale, tout indicateur confondu.

Tableau D-3 : Contribution des processus et qualité des données

Étape du cycle de vie / Processus	Contribution à l'impact global du système	Qualité	
		Fiabilité (Quantité)	Représentativité (Processus)
Gobelet Carton-PE	100%		
Production-distribution du gobelet	44-92%	1	2
Production-distribution du couvercle	7-37%	1	2
Gestion en fin de vie	1-28%	2	3
Production-distribution du gobelet	100%		
Carton (<i>Solid bleached board</i>)	45-91%	2	3
LDPE	1-14%	2	3
Impression	0-1%	2	3
Énergie de production	3-33%	2	1
Emballage	2-4%	2	2
Transport (distribution et livraison)	0-4%	3	3
Production-distribution du couvercle	100%		
PS	18-80%	1	3
Procédé de thermoformage	14-43%	1	2
Emballage	3-33%	2	2
Transport (distribution et livraison)	0-6%	3	3
Gestion en fin de vie	100%		
Transport en fin de vie	7-67%	3	3
Enfouissement de la fraction carton	28-89%	1	3
Enfouissement de la fraction PE	1-2%	1	3
Enfouissement du couvercle en PS	3-8%	1	3
Tasse en porcelaine (500 utilisations)	100%		
Production-distribution	32-82%	2	3
Utilisation	18-68%	3	2
Gestion en fin de vie	0-1%	2	3
Production-distribution tasse	100%		
Production céramique	84-95%	1	3
Emballage	2-13%	3	2
Transport	3-6%	3	3
Utilisation	100%		
Production du lave-vaisselle	1-14%	2	2
Entretien du lave-vaisselle	1-15%	3	2
Détergent lave-vaisselle	8-58%	3	3
Électricité pour le lavage	2-61%	3	1
Eau potable	0-79%	3	1
Traitement des eaux usées	1-23%	3	2
Gestion en fin de vie	100%		
Transport en fin de vie	42-83%	3	3
Enfouissement céramique	17-58%	1	3

Seul CC 100a > 13%

Seul R > 12%

Seul QE >8% (boite de carton)

Seul QE >24%

Seul Eau >3%

Seul QE >9%

seul Eau >35%

Étape du cycle de vie / Processus	Contribution à l'impact global du système	Qualité	
		Fiabilité (Quantité)	Représentativité (Processus)
Tasse de voyage en acier inoxydable (500 utilisations, lavage moyen)	100%		
Production-distribution	2-43%	2	2
Utilisation	56-98%	1	2
Gestion en fin de vie (transport seulement)	0-0,4%	2	3
Production-distribution tasse	100%		
Production-transformation acier inox	78-96%	2	2
Production-transformation PP	0-12%	2	3
Emballage	1-6%	3	2
Transport (distribution et livraison)	1-6%	3	3
Utilisation	100%		
Électricité pour eau chaude	2-60%	2	1
Savon	9-39%	1	3
Eau potable	1-85%	1	1
Traitement des eaux usées	1-30%	1	2
Tasse de voyage en polypropylène (500 utilisations, lavage moyen)	100%		
Production-distribution	1-32%	2	2
Utilisation	68-99%	1	2
Gestion en fin de vie (transport seulement)	0-0,3%	2	3
Production-distribution tasse	100%		
Production-transformation PP	37-86%	2	3
Emballage	7-49%	3	2
Transport (distribution et livraison)	3-16%	3	3
Utilisation	100%		
Électricité pour eau chaude	2-60%	2	1
Savon	9-39%	1	3
Eau potable	1-85%	1	1
Traitement des eaux usées	1-30%	1	2
Tasse de voyage en polycarbonate (500 utilisations, lavage moyen)	100%		
Production-distribution	1-53%	2	2
Utilisation	47-99%	1	2
Gestion en fin de vie	0-0,7%	2	3
Production-distribution tasse	100%		
Production-transformation PC-PP	61-96%	2	3
Emballage	2-26%	3	2
Transport (distribution et livraison)	1-13%	3	3
Utilisation	100%		
Électricité pour eau chaude	2-60%	2	1
Savon	9-39%	1	3
Eau potable	1-85%	1	1
Traitement des eaux usées	1-30%	1	2
Gestion en fin de vie	100%		
Transport en fin de vie	39-79%	3	3
Enfouissement	21-61%	1	3

Seul QE >40%

Seul Eau >9%

seul R >15%

seul QE >13%

Seul QE >40%

Seul Eau >9%

seul R >40%

seul QE >3%

Seul QE >40%

Seul Eau >9%

Annexe E : Résultats bruts

Le contenu de cette annexe est inclus dans le fichier
« Annexe E – Résultats bruts.xlsx » disponible avec le présent rapport.
Certaines figures ont été reproduites ici pour le bénéfice du lecteur.

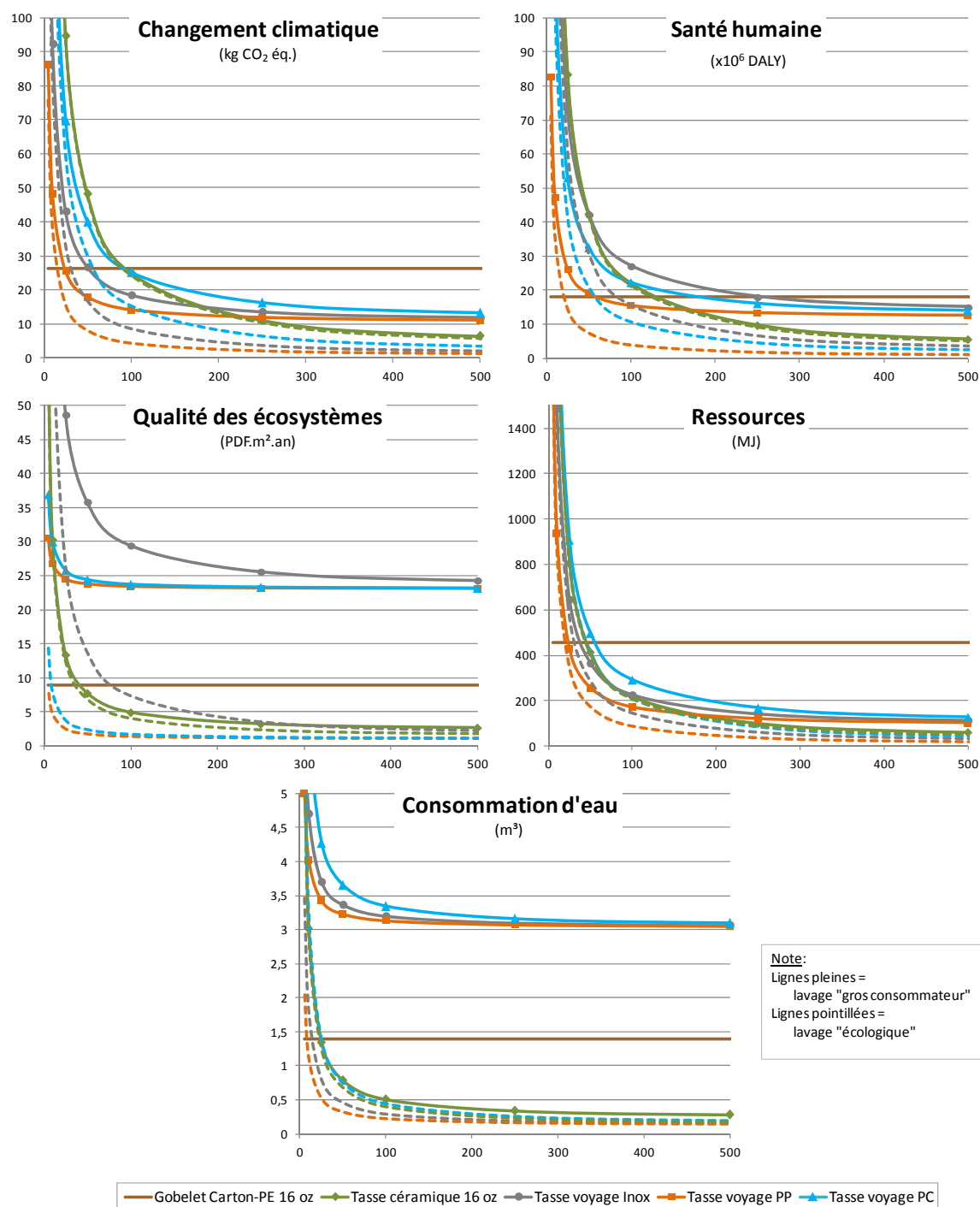


Figure E-1 : Comparaison de cinq options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthodes IMPACT 2002+ et IPCC 2007) – Analyse de sensibilité considérant des scénarios de lavage « gros consommateur » et « écologique ».

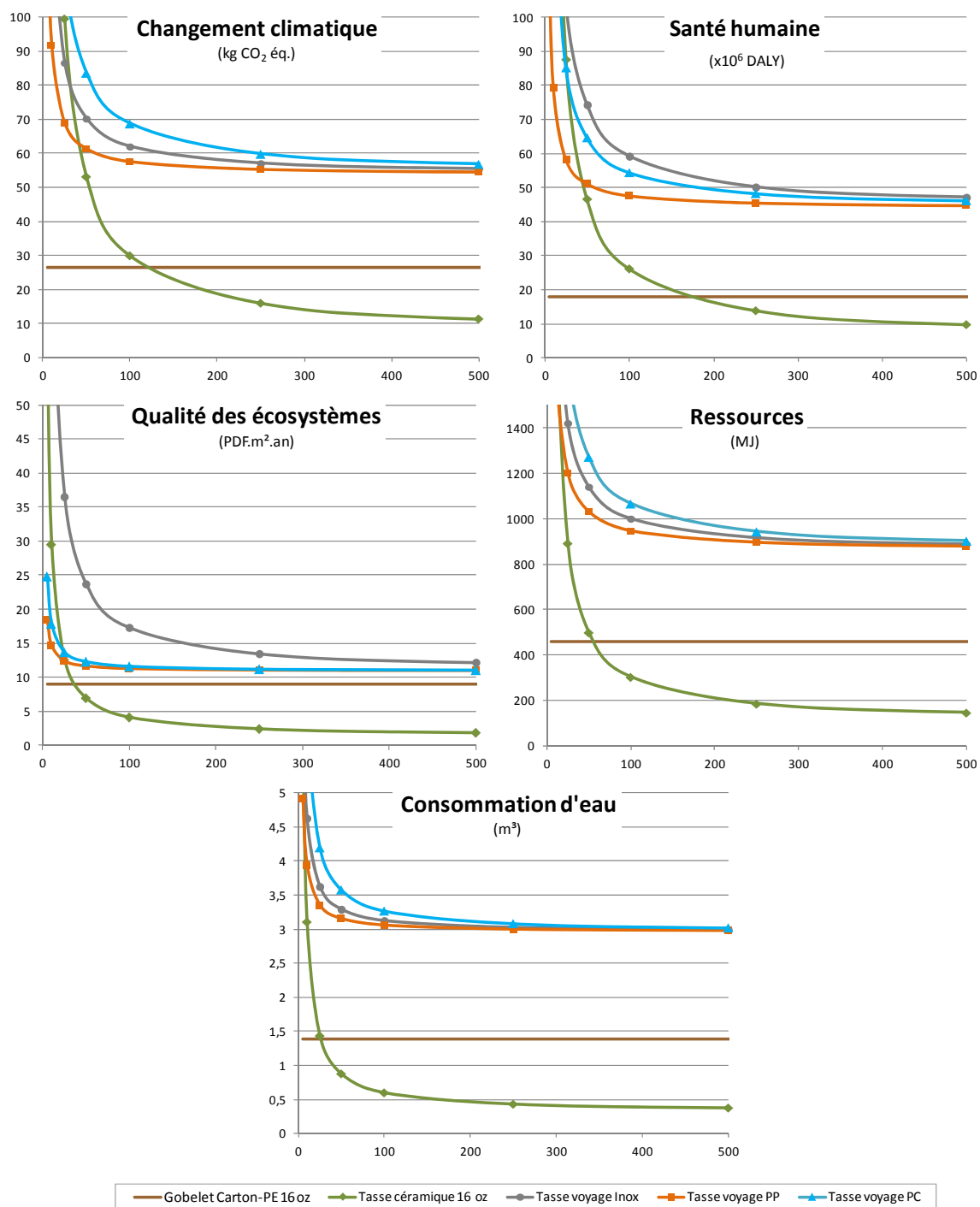


Figure E-2 : Comparaison de cinq options pour servir un café par jour pendant un an, en fonction du nombre de réutilisations des tasses (méthodes IMPACT 2002+ et IPCC 2007) – Analyse de sensibilité considérant un approvisionnement énergétique nord-américain moyen pour le lavage des tasses.

Annexe F : analyse de l'acceptabilité sociale

- F.1 Liste des commerces observés et ciblés pour enquête
- F.2 Grille sommaire d'observation des commerces de café
- F.3 Guide pour les entrevues auprès de commerces ciblés
- F.4 Axes de discussion et données quantitatives préalables requises

F.1 Liste des commerces observés et ciblés pour enquête

L'observation a porté sur 21 commerces localisés à Montréal et trois commerces ailleurs au Québec. Par ailleurs, sept commerces ont participé à une enquête plus détaillée (voir Figure F-1 et Figure F-2 pour visualiser leur emplacement). L'ensemble des commerces observés et enquêtés sont présentés au Tableau F-1. Dans celui-ci, les lignes en bleu pâle identifient les commerces ayant participé à l'enquête détaillée.

Tableau F-1 : Liste des commerces observés et ciblés pour enquête

Commerce	Observé	Enquêté	Service sur place		
			Tasses lavables	tasses et gobelets (50%-50%)	Gobelets jetables
Ahuntsic-Cartierville					
McDonald, boulevard de la Côte-Vertu	x				x
Côte-Des-Neiges-Notre-Dame-De-Grâce					
Harvey's	x				x
Second Cup	x			x (préférence gobelet)	
Duc de Lorraine	x		x		
Paolo Café	x		x		
Van Houtte	x			x	
Starbucks coffee	x				x
Brûlerie St-Denis	x		x		
Le Plateau-Mont-Royal					
Café Art Java	x		x		
Café Expressions	x		x		
Copoli Club Café	x		x		
Café noir	x		x		
Second Cup, Maisonneuve - St-Denis	x			x	
Verdun					
Café La Tazza		x			
Le Victoria		x			
Ville-Marie					
Café Fractal, UQÀM		x			
Le Salon G, UQÀM		x			
Villeray-Saint Michel-Parc extension					
Tim Hortons	x				x
Café'in	x		x		
La Stellina	x		x		
Au pain doré	x		x		
Le pain dans les voiles	x		x		
Café-bistro l'Enchanteur	x		x		
Café Della Via	x		x		
Première Moisson	x	x	x		
Chocolats Privilège		x			
Gatineau					
McDonalds	x				x
Québec					
Presse Café	x		x		
Brûleries Limoilou	x	x	x		

Ces commerces, essentiellement des franchises de certaines grandes chaînes de restauration et des cafés indépendants, sont localisés dans les rues De Castelnau, Henri-Julien coin Jean Talon,

Marché Jean Talon, St-Laurent, Mont-Royal, Côte-Des-Neiges, Maisonneuve, Décarie. Elle a été faite deux jours de fin de semaine, samedi et dimanche à un intervalle d'une semaine, soit les 21 et 27 avril 2013, puis les 24, 29 et 30 mai 2013. Le choix de la fin de semaine est motivé par la nécessité d'observer les commerces à des moments de grande affluence. Subsidiairement et pour croiser les données d'observation sur certaines représentations de quelques chaînes importantes, les observations ont été également faites à Gatineau et à Québec dans trois commerces, portant le nombre total de commerces observés à 24 (Figure F-2).

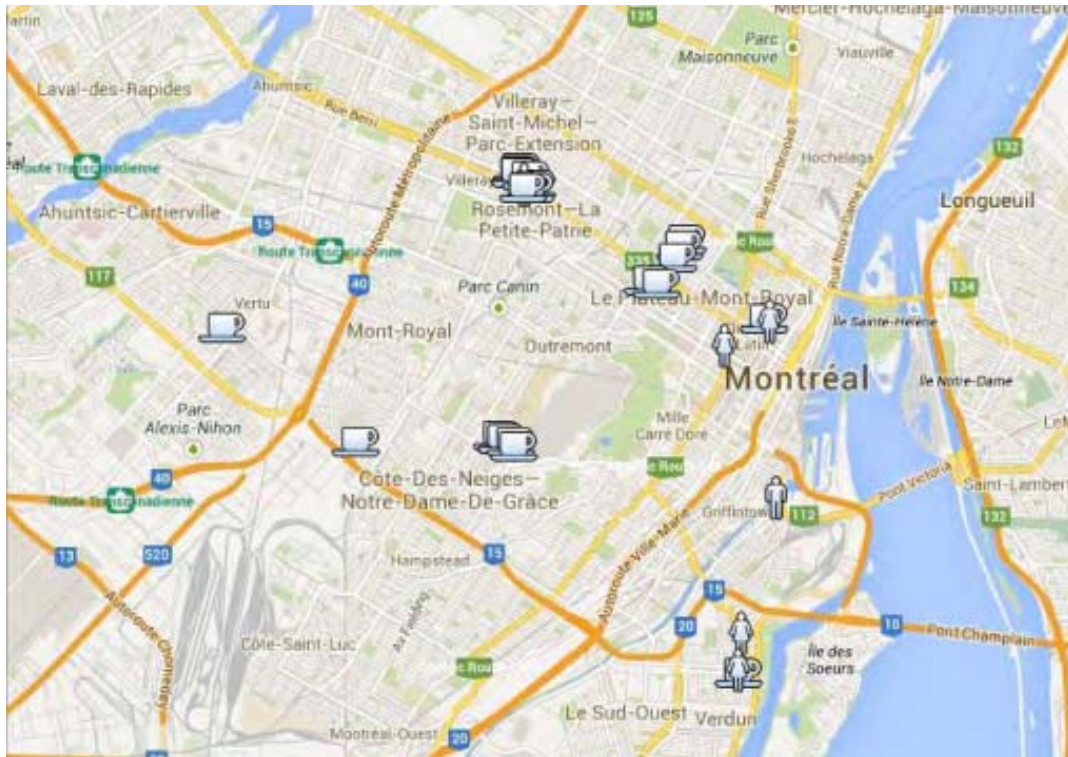


Figure F-1 : Localisation des commerces observés et enquêtés sur l'Île de Montréal.

Note : Les commerces observés sont représentés par des tasses de café. Les commerces ayant fait l'objet d'entrevues sont représentés par des icônes masculins et féminins selon le sexe du répondant rencontré.

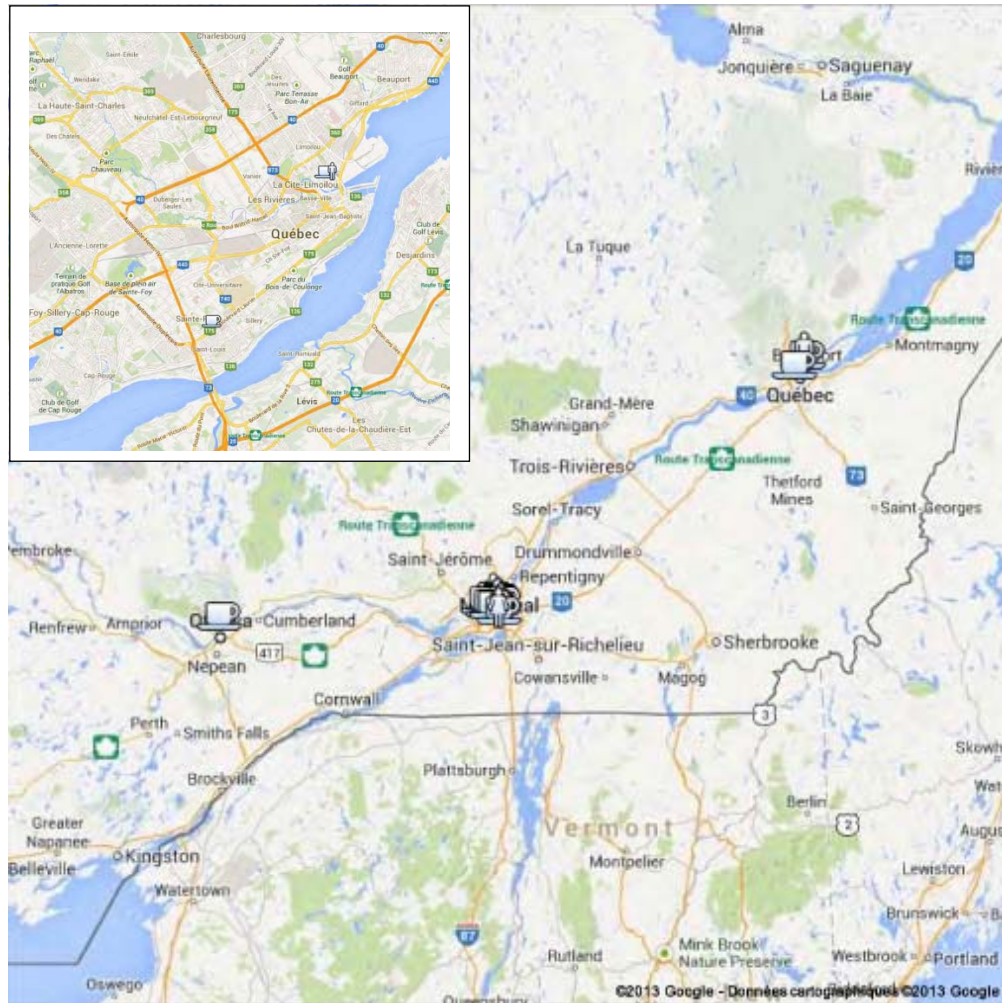


Figure F-2 : Carte d'ensemble des zones d'observation et des commerces enquêtés.

Note : Les commerces observés sont représentés par des tasses de café. Les commerces ayant fait l'objet d'entrevues sont représentés par des icônes masculins et féminins selon le sexe du répondant rencontré.

F.2 Grille sommaire d'observation des commerces de café

Quartier/Rue :

Nom du café :

Jour :

Heure :

Circonstances particulières :

N°	Phénomène observé	Type	État			Commentaires
			Sur table	À la poubelle	Ailleurs	
1	Contenant utilisé	Céramique				
		Verre				
		Autre				
2	Dans quoi servez-vous le café aux clients qui le consomment sur place?					
3	Depuis quand servez-vous dans ce type de contenant?					

F.3 Guide pour les entrevues auprès de commerces ciblés

Questions
Social
• Qui sont-ils? ○ Fonction ○ Statut dans l'entreprise • Que pensent-ils d'une substitution de tasses réutilisables aux contenants jetables? ○ Sont-ils touchés? Comment? ○ Sont-ils concernés? Comment? ○ Que signifie la substitution pour eux / Comment la perçoivent-ils? ○ Comment pensent-ils et veulent-ils la vivre? ○ Quelles sont les attentes particulières? ○ Que représente la substitution pour la société en général, à leur avis? ○ Qu'est-ce qui pourrait empêcher une telle substitution de leur point de vue? • Que pensent les consommateurs qu'ils rencontrent? • Quelles sont les conditions sociales et économiques dans lesquelles ils travaillent? ○ Revenu ○ Niveau de scolarité ○ Discrimination
Comportemental et environnemental
• À votre connaissance, quels sont les comportements et les actions qui peuvent rendre possible la substitution? ○ Au niveau des employés ○ Au niveau des clients (consommateurs) ○ Au niveau des responsables du commerce ○ Expériences connues qui ont eu du succès • Quels sont les comportements et les actions qui pourraient contrecarrer la substitution? ○ Au niveau des employés ○ Au niveau des clients (consommateurs) ○ Au niveau des responsables du commerce ○ Expériences connues qui ont eu du succès • Quelles sont les conditions (contexte) sociales qui peuvent ou non favoriser la substitution ○ Écoute au travail ○ Qualité des échanges sociaux employeurs/employés/clients ○ Mécanismes de circulation de l'information entre les paliers • Quelles sont les conditions environnementales qui peuvent ou non favoriser la substitution ○ Taille du commerce ○ Milieu en permanence propre
Éducationnel et organisationnel
• De façon générale, les clients qui consomment du café sur place prennent : ○ une tasse en céramique ? ○ un gobelet jetable? ○ une tasse de voyage (qui leur appartient) ? • Existe-t-il une différence pour vous de remplacer les contenants jetables par vos tasses en céramique ou par des tasses réutilisables apportées par le client? ○ En quoi consiste-t-elle? ○ Qu'est-ce qui la justifie? • Vos connaissances, croyances, valeurs, attitudes qui supportent cette différence ○ Connaissances qui supportent/opposent de remplacer ou non les tasses/remplir ou non tasses apportées par le client ○ Valeurs qui supportent/opposent de remplacer ou non les tasses/remplir ou non

- tasses apportées par le client - o Attitudes par rapport à la substitution (remplacer ou non les tasses/remplir ou non tasses apportées par le client) • Nommer les changements techniques, organisationnels et de ressources (humaines, matérielles) nécessaires à la substitution (disponibilité, accessibilité, habileté, perspective) - o Connaissance et disponibilité des organismes/services pouvant appuyer ou s'opposer à la substitution - o Connaissance et disponibilité de programmes en faveur ou non, pouvant accompagner ou non - o Capacité à utiliser les ressources, à utiliser convenablement les changements • Indiquer les conditions d'exploitation de la chaîne de gestion tasse/lave-vaisselle - o Nombre de cafés servis par mois (ou par année, ou par jour) ▪ % servis sur place ? (en tasses, gobelets jetables ?) ▪ % pour emporter ? - o Nombre d'utilisations des tasses en céramique / Quantité de tasses remplacées annuellement - o Estimation des heures d'employés pour le lavage de la vaisselle et pour la récupération des poubelles - o Pour les lave-vaisselle : consommation d'agent de rinçage (gallons / année) ? entretien (nombre de visite d'entretien par an)? (coûts et matériaux) - o Marque et modèle du lave-vaisselle utilisé. Raison du choix ? - o Proportion des gobelets jetables qui ne servent pas à servir du café (deux gobelets un par-dessus l'autre, servir de l'eau ou autres boissons, bris, etc.) - o Espace (pi²) nécessaire pour avoir de la vaisselle lavable : rangement des tasses, entreposage des tasses sales, lave-vaisselle lui-même. • Votre affect et vos normes - o Appréciation personnelle des avantages/inconvénients de la substitution? - o Réaction émotionnelle, physique ou sociale (pour ou contre) anticipée?	4. Administratif et politique • Disponibilité de ressources nécessaires pour assurer la transition (administration interne du commerce) ou capacité à les identifier et les mobiliser - o Votre commerce a-t-elle les ressources nécessaires pour la substitution? (Personnel suffisant? Faire payer le service?) - o Peut-il les mobiliser (incluant le financement, si nécessaire? Faut-il rechercher du financement? À qui s'adresser?)? - o Le matériel nécessaire est-il disponible? L'environnement actuel est-il capable d'accueillir le changement? • Adéquation des politiques (règlements intérieurs, lois, stratégies et priorités gouvernementales) aux priorités d'actions des commerçants - o À l'interne, la haute direction supporte(ra)-elle un tel changement? / Les membres du commerce sont-ils en accord avec le changement? - o À l'externe, les politiques, lois et règlements en place supportent-ils un tel changement? / Vont-ils de pairs ou à l'encontre de vos priorités d'actions? / Sont-ils en accord avec les pratiques et les attentes de votre clientèle? - o Quels sont vos liens (opposition, collaboration, etc.) avec les ressources, associations professionnelles, organisations et services publics externes (conditions politiques favorables ou nécessaires).
--	---

F.4 Axes de discussion et données quantitatives préalables requises

Document envoyé aux commerces ciblés lors de la demande d'entrevue.

Dans la présente entrevue, il vous sera demandé votre opinion sur les facteurs favorisant, renforçant et prédisposant à la substitution des tasses réutilisables aux contenants jetables ; sur l'adéquation des politiques provinciales en cette matière à vos priorités d'actions, les habitudes de consommation de café de vos clients et les conditions d'exploitation de la chaîne de gestion contenant/lave-vaisselle au sein de votre commerce.

À cet effet, quelques données quantitatives nous sont nécessaires pour comprendre le fonctionnement de votre commerce que nous vous prions de rassembler avant l'entrevue avec vous. Elles sont les suivantes :

Données quantitatives requises

- De façon générale, les clients qui consomment du café sur place utilisent :
 - une tasse en céramique ?
 - un gobelet jetable?
 - une tasse de voyage (qui leur appartient) ?
- Combien de café servez-vous par mois / et par an?
- De ce nombre, combien sont
 - % servis sur place ? (en tasses, gobelets jetables ?)
 - % pour emporter ?
- Si vous servez le café dans du contenant réutilisable, combien en remplacez-vous par an?
- Combien d'heures votre employé affecté à cette tâche consacre-t-il pour le lavage de la vaisselle et pour la récupération des poubelles?
- Combien de gallons / année utilisez-vous pour le rinçage des contenants?
- Quel est le nombre de visites par an nécessaire pour l'entretien du lave-vaisselle et quels sont les coûts afférents?
- Quels marque et modèle de lave-vaisselle utilisez-vous ?
- Pour quelles raisons avez-vous choisi ces marque et modèle?
- Quelle est la proportion de gobelets jetables qui ne servent pas à servir du café (deux gobelets un par-dessus l'autre, servir de l'eau ou autres boissons, bris, etc.)?
- Quel est l'espace (pi²) nécessaire pour avoir de la vaisselle lavable : rangement des tasses, entreposage des tasses sales, lave-vaisselle lui-même?

Annexe G : Revue critique

Le contenu de cette annexe est inclus dans le fichier
« Annexe G - Revue critique.pdf » disponible avec le présent rapport.