

# ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) COMPARATIVE ENTRE L'ARBRE DE NOËL ARTIFICIEL ET NATUREL

**Sylvain Couillard** ing. M.Sc.

**Gontran Bage** ing. Ph.D.

**Jean-Sébastien Trudel** B.Com B.Sc.Soc. M.Env.

**Février 2009**

1043-RF3-09



**ellipsos**

Stratèges en développement durable



1030 Beaubien E. Suite 305  
Montreal Quebec H2S 1T4

514.463.9336

i@ellipsos.ca  
www.ellipsos.ca

**ellipsos inc. est une firme d'experts-conseils québécoise spécialisée en développement durable. Nous aidons nos clients à développer un avantage concurrentiel grâce à la gestion du cycle de vie, une approche encadrée par les Nations unies et par l'Organisation internationale de normalisation (ISO).**

**Nous sommes une entreprise différente. Nous existons parce que nous voulons aider les organisations à évoluer dans une perspective de développement durable. Nous croyons en ce qui n'existe pas. Nous croyons que les entreprises, les gouvernements et les gens font partie de la solution. Nous croyons en la créativité, l'innovation et l'action. Les dirigeants qui veulent prendre de meilleures décisions ont besoin d'indicateurs qui prennent en considération toutes les étapes du cycle de vie d'un produit ou d'un service. Notre rôle est de leur fournir ces outils d'aide à la décision.**

## À propos des auteurs

### **Sylvain Couillard** ing. M.Sc.

Sylvain Couillard est ingénieur mécanique. Diplômé de l'École Polytechnique de Montréal, il détient une maîtrise en génie biomédical de l'Université de Calgary. Au cours des cinq dernières années, il s'est spécialisé en assurance-qualité dans la conception de produits, notamment dans le secteur médical. Il a également été directeur de la qualité chez SCL Medtech. Comme professionnel, M. Couillard est reconnu pour sa forte capacité d'analyse axée sur la recherche de solutions pratiques dans une perspective de développement durable. Chez ellipsos, il se spécialise dans la réalisation d'analyses du cycle de vie.

### **Gontran Bage** ing. Ph.D.

Gontran Bage est ingénieur chimiste de formation. Titulaire d'un doctorat en génie chimique, il a orienté ses travaux de recherche sur la prise de décision basée sur des critères environnementaux et économiques. Il s'est par la suite intéressé à l'analyse du cycle de vie et, plus particulièrement, à la gestion du cycle de vie. Il a contribué scientifiquement dans ce secteur en développant, entre autres, un modèle de prise de décision combinant des informations environnementales provenant d'une analyse du cycle de vie (ACV) et des informations économiques provenant d'une analyse des coûts du cycle de vie (ACCV). Son expertise dans le domaine de l'ACV s'étend du développement d'outils pour la réalisation d'ACV à la gestion des incertitudes dans l'inventaire du cycle de vie (ICV). Gontran Bage a occupé le poste d'analyste senior puis de coordonnateur scientifique et de chercheur au CIRAIG- École Polytechnique pendant plus de six ans. Il est l'auteur de nombreuses publications et conférences portant sur l'analyse du cycle de vie. Il est également reconnu comme un formateur d'expérience dans le domaine de l'ACV, notamment par son expérience à titre de chargé de cours.

### **Jean-Sébastien Trudel** B.Com B.Sc.Soc. M.Env.

Fondateur d'ellipsos inc., Jean-Sébastien Trudel accompagne les dirigeants dans la mise en oeuvre de pratiques durables au sein de leur organisation. Il se spécialise dans l'intégration de la gestion du cycle de vie au sein des équipes dirigeantes. Il est également auteur, chroniqueur et conférencier. Son premier livre, intitulé Arrêtons de pisser dans de l'eau embouteillée (Éditions Transcontinental), est une référence auprès de la communauté d'affaires. Il s'est notamment mérité le Prix du livre d'entrepreneuriat France-Québec 2008, décerné par la Chambre de commerce et d'industrie de Paris, ainsi qu'une Mention spéciale développement durable du Prix du livre d'affaires du Québec 2008. Jean-Sébastien Trudel possède un bac en commerce et un bac en sciences économiques de l'Université d'Ottawa, ainsi qu'une maîtrise en environnement, spécialisée en gestion du cycle de vie, de l'Université de Sherbrooke, réalisée en partenariat avec le CIRAIG, de l'École Polytechnique.

## Résumé de l'étude

**A** l'approche du temps des fêtes on se prépare aux festivités et quand vient le temps de choisir son arbre de Noël, invariablement la question suivante se pose : naturel ou artificiel ? D'un point de vue environnemental cette question est litigieuse et anime les passions de plusieurs d'entre nous. Les arguments de part et d'autres sont nombreux. La majorité préconise que l'arbre naturel reste le meilleur choix. L'argument étant qu'au départ cet arbre est ... naturel ! On justifie aussi ce choix par sa capacité à lutter contre le réchauffement de la planète par la séquestration de carbone. D'autres diront que l'arbre artificiel est préférable puisqu'il peut être utilisé année après année sans recourir aux fertilisants et aux pesticides. Certains affirment que l'environnementaliste pur et dur préférera le sauvageon. Quant aux extrémistes, ils entretiennent l'idée d'abolir cette tradition.

À ce jour, cette question demeure sans réponse précise. C'est pourquoi la firme ellipsos a entrepris d'y répondre en utilisant une méthode scientifique.

### Objectif et champ de l'étude

Le but de cette étude est de comparer les impacts environnementaux de l'arbre de Noël naturel par rapport à ceux de l'arbre artificiel en utilisant la méthode scientifique de l'analyse du cycle de vie. Puisque l'étude prévoit que les arbres en question seront utilisés à Montréal (Canada) durant la période des fêtes, les données représentatives des arbres vendus à Montréal ont été utilisées. L'arbre naturel (cultivé) est récolté dans une plantation située à environ 150 km au sud de la métropole. L'arbre artificiel est fabriqué en Chine et expédié à Montréal par paquebot et train via Vancouver.

La méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV) a été retenue pour réaliser cette étude. Elle est encadrée par les normes ISO 14040 et 14044. Du fait que cette étude vise à guider le public soucieux de faire le choix le plus écologique entre un arbre de Noël naturel et artificiel, elle a été révisée par un comité d'experts indépendants, tel qu'exigé par la norme ISO 14044.

L'ACV permet de calculer les effets potentiels d'un produit ou d'une activité sur l'environnement durant son cycle complet de vie. La démarche est donc holistique, et elle tient compte de l'extraction des matières premières, de la transformation, du transport, de l'utilisation et de la gestion en fin de vie. L'étude a été réalisée de manière indépendante et elle est entièrement financée par ellipsos.

Compte tenu de la fonction décorative qu'occupe l'arbre de Noël d'intérieur durant la période des fêtes, nous avons comparé l'utilisation d'un arbre naturel à celui d'un arbre artificiel. Nous supposons que les deux arbres ont 7 pieds de hauteur. Pour améliorer la qualité de la comparaison, les lumières et les ornements ont été exclus. Puisque l'arbre artificiel peut être réutilisé à chaque année, le calcul se base sur une durée de vie de six ans, la moyenne d'utilisation établie pour l'Amérique du Nord. Les données ont été recueillies de sources primaires et secondaires à partir de questionnaires, de la littérature et des banques de données d'ACV.

## Méthodologie

D'après ISO 14040, l'ACV se divise en quatre phases :

**Phase 1 :** Définition des objectifs et du champ de l'étude;

**Phase 2 :** Collecte de données d'inventaire servant à quantifier les entrants et sortants d'un système de produit;

**Phase 3 :** Évaluation des impacts potentiels environnementaux provenant des diverses entrants et sortants du système de produits;

**Phase 4 :** Interprétation des résultats par rapport à l'objectif et au champ de l'étude.

**L'arbre de Noël naturel:** La collecte des données primaires utilise deux sources. La première est une pépinière (dont le nom est confidentiel). Elle ne représente pas l'entière production du Québec, mais il n'existe aucune autre source de référence comparable. La deuxième source est le Centre de recherche en agriculture et agroalimentaire du Québec. Il a fourni un modèle économique de la production de l'arbre de Noël naturel, révisé en mars 2007. Ce modèle représente les activités et entrants provenant du producteur moyen ayant une bonne expérience dans la production des sapins de Noël au Québec.

Une description détaillée du modèle de l'arbre de Noël naturel se trouve dans le rapport complet de l'ACV (en anglais seulement), disponible à l'adresse [www.ellipsos.ca](http://www.ellipsos.ca). En somme, le cycle de vie de l'arbre naturel est divisé en quatre étapes : la production en pépinière sur une période de quatre ans, à l'extérieur pendant 11 ans et le trépied, l'usage à la maison et la fin de vie (figure A).

**L'arbre de Noël artificiel:** Les données pour l'arbre artificiel proviennent de deux sources, à savoir un manufacturier d'arbres de qualité supérieure des États-Unis (dont le nom est confidentiel) et d'un rapport étudiant fourni par le Centre interuniversitaire de recherche sur la gestion du cycle de vie des produits et services (CIRAIG), qui a fait l'étude de l'arbre artificiel typique produit en Chine.

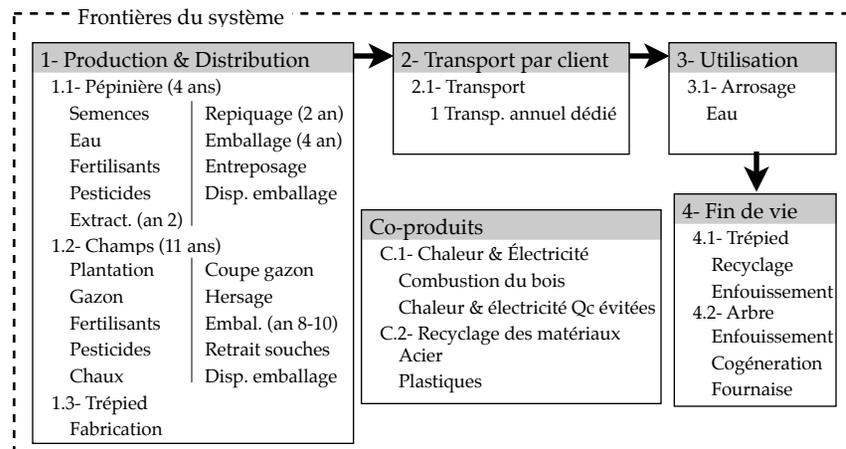


Figure A- Le système de produits de l'arbre de Noël naturel inclus toutes les étapes de la production, du transport, de l'utilisation en de disposition en fin de vie.

Les données obtenues directement des manufacturiers chinois se sont avérées généralement incomplètes et peu fiables. Les données pour l'arbre de qualité supérieure ont été utilisées comme référence pour l'analyse de l'arbre typique chinois. Les arbres de qualité supérieure sont plus robustes et durent plus longtemps. Une description détaillée du modèle de l'arbre artificiel est également présentée dans le rapport complet. En bref, le cycle de vie de l'arbre de Noël est divisé en quatre étapes : la production dans une usine de Beijing (incluant la distribution), le transport par le client, l'usage à la maison et la fin de vie (figure B).

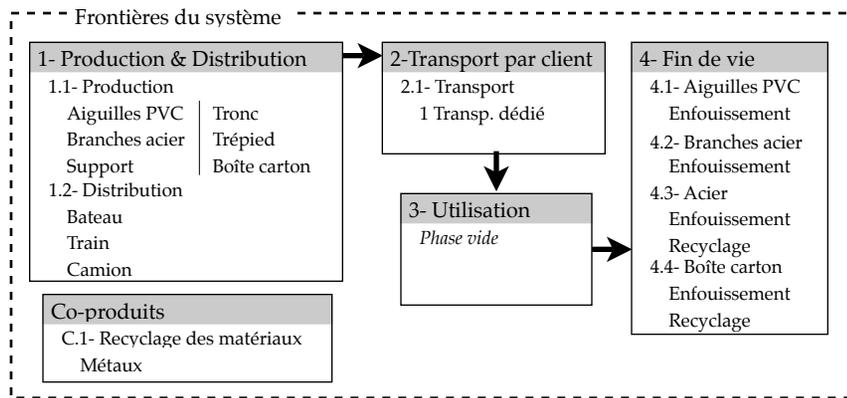


Figure B- Le système de produit de l'arbre artificiel inclus toutes les étapes, de l'extraction de la matière première et de la fabrication, du transport, de l'usage et la disposition en fin de vie.

### Évaluation des impacts

La méthode d'évaluation des impacts retenue pour cette étude est *Impact 2002+*. Ce choix est justifié par la nécessité de présenter au public les résultats de façon compréhensible. La méthode *Impact 2002+* a été légèrement modifiée afin d'inclure les effets des gaz biogéniques associés aux changements climatiques.

*Impact2002+* est une méthode d'évaluation qui permet le regroupement de quatorze catégories d'impacts intermédiaires en quatre catégories d'impacts sur l'environnement (niveau dommages). Les catégories de dommages sont : la santé humaine, la qualité des écosystèmes, les changements climatiques et l'épuisement des ressources.

La figure C identifie les 14 catégories intermédiaires qui contribuent aux catégories de dommages.

Afin d'évaluer la sensibilités des résultats obtenus avec la méthode *IMPACT 2002+*, une deuxième analyse a été réalisée en utilisant la méthode nord-américaine *TRACI2*.

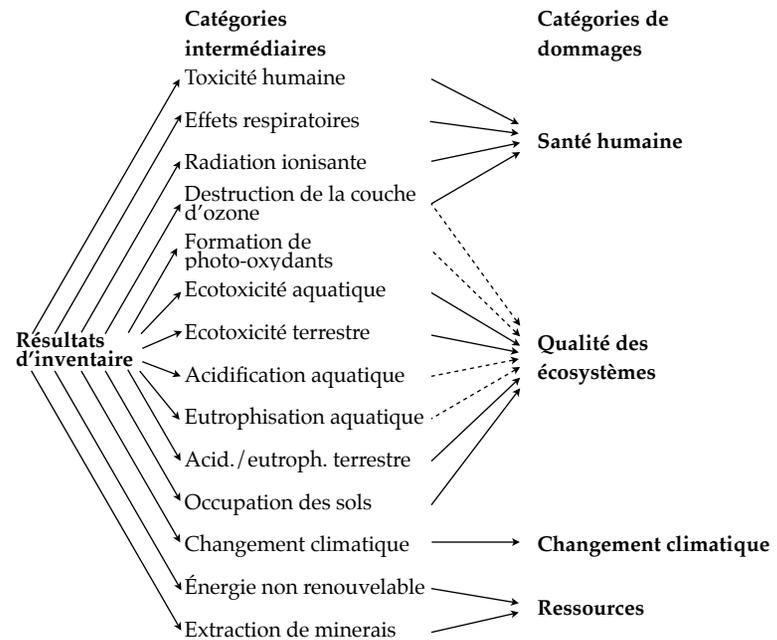


Figure C – Profil général de la méthode d'évaluation *Impact 2002+* pour les catégories intermédiaires et dommages.

## Résultats et discussion

Tel que stipulé précédemment, l'arbre artificiel de référence a une durée de vie de six ans. Les résultats pour cet arbre sont normalisés annuellement et comparés à ceux d'un arbre naturel. Nous comparons donc les effets de l'utilisation d'un arbre artificiel sur une année (1/6 de sa durée de vie) avec celle d'un arbre naturel. Les impacts environnementaux des arbres naturel et artificiel sont présentés dans la figure D. Les résultats révèlent les impacts relatifs à chaque arbre dans quatre catégories, soit la santé humaine, la qualité des écosystèmes, les changements climatiques et l'épuisement des ressources. Les impacts sont présentés en termes relatifs pour chaque catégorie et la référence est celle d'où l'arbre aura subi le plus grand impact (100%).

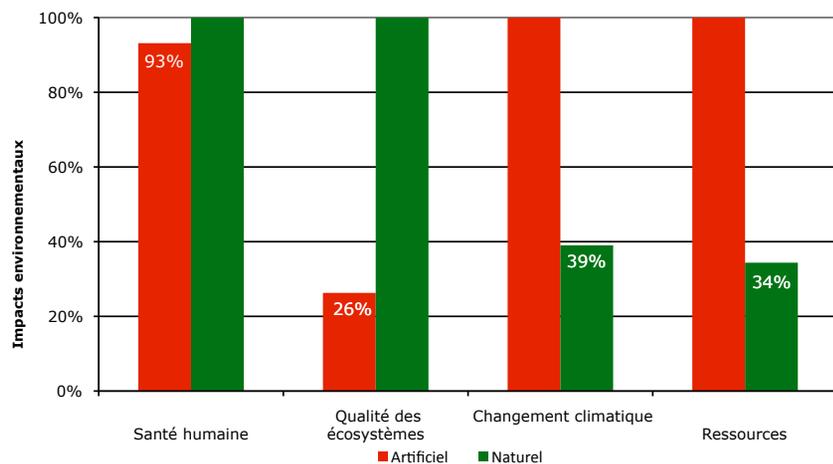


Figure D – Résultat de l'ACV comparant les impacts relatifs de quatre catégories de dommages au cycle de vie moyen d'un arbre artificiel (en rouge) et d'un arbre naturel (en vert) sur une année en utilisant la méthode IMPACT 2002+ modifiée pour y inclure les émissions de CO<sub>2</sub> équivalents biogéniques.

Lorsque ramené sur une base annuelle, l'arbre artificiel dont la durée de vie est de six ans, contribue trois fois plus aux changements climatiques et à l'épuisement des ressources que l'arbre naturel. Les impacts sur la santé humaine sont à peu près équivalents, mais l'arbre artificiel fait presque quatre fois mieux sur la qualité de l'écosystème que l'arbre naturel.

Des quatre catégories étudiées, celle des changements climatiques est probablement la plus préoccupante pour le grand public à l'heure actuelle. L'analyse des impacts nous indique que l'arbre naturel contribue de façon importante à réduire les émissions de gaz à effet de serre (39%) par rapport à l'arbre artificiel. Néanmoins, puisque les impacts de l'arbre artificiel se produisent essentiellement à l'étape de la production et puisqu'il est réutilisable à plusieurs reprises, il suffirait de le garder plus longtemps pour que celui-ci devienne un meilleur choix environnemental. Il faudrait toutefois le réutiliser pendant au moins 20 ans avant que l'arbre artificiel devienne la meilleure solution (figure E).

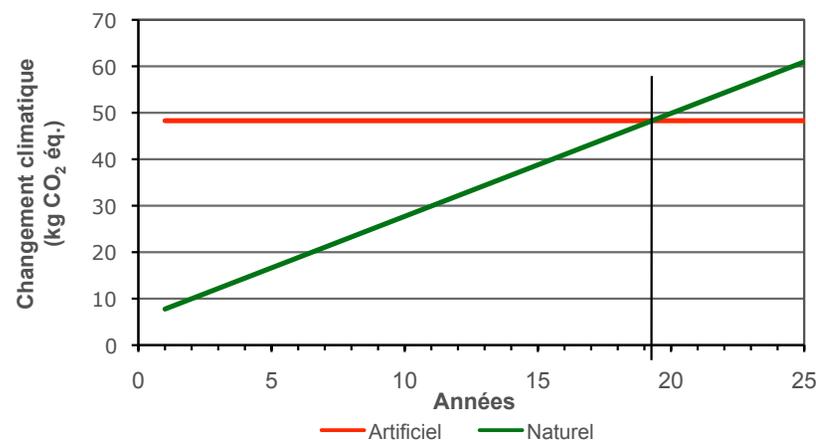


Figure E – L'arbre artificiel peut être réutilisé plusieurs fois. Ceci a pour effet de réduire ses impacts sur l'environnement par rapport à un arbre naturel que l'on doit remplacer à chaque année. Ainsi, il faudrait conserver l'arbre artificiel pendant au moins 20 ans.

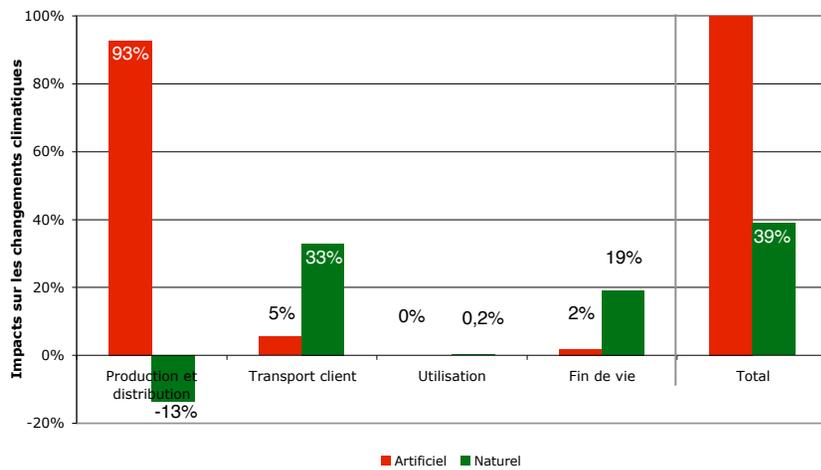


Figure F- Résultat de l'ACV comparant la catégorie des changements climatiques aux étapes du cycle de vie de l'arbre artificiel (en rouge) pour une année à ceux de l'arbre naturel (en vert) en utilisant la méthode IMPACT 2002+ modifiée pour y inclure les émissions (émissions de CO<sub>2</sub> biogénique)

Les effets sur les changements climatiques se produisent à différentes étapes du cycle de vie de l'arbre naturel et artificiel (Figure F). Pour l'arbre naturel les impacts se produisent durant son transport du lieu d'achat à la résidence. Pour l'autre, l'étape de production, qui comprend la fabrication (85%) et le transport de la Chine à Montréal (8%), représente la presque totalité des impacts (93%).

Il est intéressant de noter que la production de l'arbre naturel engendre des effets positifs sur les changements climatiques par sa capacité de séquestrer du CO<sub>2</sub> durant sa croissance. En outre, les effets du transport de l'arbre jusqu'à la maison ont été calculés sur une distance de 5 km. L'effet croît avec la distance du transport et le fait de répétition à chaque année. L'arrosage requis pendant son

utilisation ne produit qu'un effet minimal. En revanche, sa fin de vie contribue de manière importante aux changements climatiques à cause des émissions du carbone en CO<sub>2</sub> et en CH<sub>4</sub>. La vie de l'arbre naturel à Montréal se termine de deux manières : 50% des arbres sont envoyés à un lieu d'enfouissement et le reste est convertie en copeaux de bois. Ceux-ci remplacent du mazout utilisé dans une papetière au Québec pour produire de la chaleur.

Pour mettre les choses en perspective, les émissions de CO<sub>2</sub> équivalent pour le cycle de vie complet sont de 3,1 kg pour l'arbre naturel et de 8,1 kg pour l'arbre artificiel sur une base annuelle (48,3 kg pour la totalité de sa durée de vie). Pour avoir des émissions équivalentes avec une voiture de classe compacte, il faudrait parcourir 125 et 322 kilomètres respectivement. Autrement dit, il suffirait de faire du co-voiturage ou encore d'utiliser un vélo pour se rendre au travail, entre une et trois semaines durant l'année pour compenser les émissions de gaz à effet de serre provenant d'un arbre de Noël, peu importe le type.

Par ailleurs, si l'on considère les impacts produits sur la qualité des écosystèmes comme prioritaires comparativement aux changements climatiques, la discussion prend une tout autre allure. L'avantage attribué à l'arbre naturel dans cette analyse serait transféré à l'arbre artificiel du fait qu'il contribue cinq fois moins aux impacts sur les écosystèmes (Figure D). Un des facteurs qui explique cette différence est l'occupation du territoire par l'arbre naturel. Cependant, les plantations de sapins utilisent des terres généralement inutilisables pour d'autres usages, par exemple, parce qu'elles sont situées sous les lignes de haute tension. De plus, les impacts sur la qualité des écosystèmes ont une portée locale alors que les impacts sur les changements climatiques ont une portée globale.

## Limites de l'étude

L'étude réalisée avec la méthode de l'ACV a ses limites. Elle ne tient pas compte des bruits, odeurs, activités humaines, émissions de dioxines provenant du plastique dans l'arbre artificiel durant son utilisation et son élimination (si brûlé) ni des impacts associés aux additifs du PVC. De plus, l'électricité utilisée en Chine a été modélisée principalement avec une grille énergétique provenant d'Europe. Par ailleurs, le taux de séquestration du CO<sub>2</sub> et les émissions provenant des fertilisants varient selon les conditions environnementales, telles que le type de sol, l'exposition au soleil, les averses, etc.

Enfin, les résultats obtenus s'appliquent spécifiquement aux résidents de Montréal. Ils pourraient varier selon l'emplacement géographique qui modifierait plusieurs facteurs, comme les distances à parcourir ou le processus d'élimination de l'arbre en fin de vie.

## Conclusion

L'analyse du cycle de vie (ACV) a été utilisée pour guider le consommateur soucieux de faire un choix écologique de son arbre de Noël. L'arbre naturel s'avère la meilleure option, particulièrement par rapport aux impacts sur les changements climatiques et l'épuisement des ressources. Cela dit, l'arbre naturel n'est pas une solution parfaite puisqu'il présente plus d'impacts sur la qualité des écosystèmes que l'arbre artificiel. Les consommateurs qui préfèrent cette option peuvent le rendre plus performant que l'arbre naturel en prolongeant sa durée d'utilisation à 20 ans et plus.

Même si, à l'approche du temps des Fêtes, le dilemme entre l'arbre de Noël naturel et artificiel continuera d'animer les débats, il est maintenant clair d'un point de vue cycle de vie que peu importe l'arbre choisi, les impacts environnementaux sont négligeables comparativement à d'autres activités quotidiennes, comme l'utilisation de la voiture pour des déplacements de proximité.

