

Résumé en Français

Ce travail de thèse s'inscrit au sein de la tâche 6 du projet ANR Green AlgoHol (Défi « Energie, propre, sûre et efficace », 2015- fin 2017) ayant comme coordinateur le Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA, Pleubian, 22). Ce projet qui a débuté en janvier 2015 vise à étudier la faisabilité et la durabilité d'une filière de production et de transformation de macro-algues en tant que matière première d'une bio-raffinerie. La principale voie de valorisation qui sera étudiée est la valorisation énergétique de la biomasse algale par la production d'éthanol carburant. Cinq instituts de recherches sont en collaboration dans le cadre de ce projet : CEVA, CNRS-CERMAV, IFPEN, ISCR et INRA-LBE. Le LBE est en charge de l'évaluation environnementale par la méthode d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) de la filière étudiée. Cette thèse s'articule autour de deux aspects : l'application de l'ACV au projet et l'amélioration de cette approche.

L'ACV est une méthodologie normée ISO pour l'évaluation des impacts environnementaux d'un produit, d'un procédé ou d'un système. Cette évaluation se base sur un Inventaire du Cycle de Vie (ICV) du système qui recense l'ensemble de ses émissions vers l'environnement et des consommations de ressources envisageables (pour un total de l'ordre de 1800 substances). De nombreuses sources de variabilité des ICV sont observées provenant de la diversité des systèmes représentés, des incertitudes des modèles, des variations du monde réel... Suite à la construction des ICV, les émissions sont traduites en termes d'impact sur l'environnement selon un ensemble de catégories d'impacts : changement climatique, déplétion des ressources fossiles, acidification des milieux, toxicité humaine... Différentes méthodes de calculs (ILCD, ReCiPe, CML, Eco-indicator...) peuvent être utilisées pour déterminer ces résultats d'impacts ; chaque méthode de calculs regroupe un ensemble de catégories d'impacts et propose une façon de caractériser ces catégories. L'ACV permet donc de réduire la complexité d'un problème de comparaison de systèmes à 1800 dimensions (nombre de substances émises ou prélevées de l'environnement) en un problème à moins d'une 20^{aine} de dimensions ayant chacune une signification environnementale. Chaque catégorie d'impact représente ainsi les ICV et leur variabilité de manière plus ou moins exhaustive.

L'analyse approfondie d'une 20^{aine} de catégories d'impacts proposées par les méthodes reste cependant un travail important et la communication de ces résultats n'est pas aisée. Plusieurs approches sont envisageables.

Les praticiens ACV réduisent souvent le nombre de catégories d'impacts à interpréter en fonction de la cohérence des catégories d'impacts avec les objectifs et le champ de l'étude (par exemple : ensemble de catégories définies par les Environmental Product Declaration) ou des problèmes environnementaux relatifs au domaine d'activité des systèmes étudiés (changement climatique pour le domaine des transports).

Cette sélection de catégories d'impacts est une sélection relativement subjective. Les catégories d'impacts sélectionnées peuvent ne plus refléter la variabilité entre les ICV et l'information retenue pour réaliser les comparaisons peut ne plus être pertinente.

Dans la littérature scientifique, certaines publications réduisent la complexité des comparaisons (en termes de nombre de catégories d'impacts à interpréter) en réalisant une Analyse en Composante Principale sur les résultats des catégories d'impact. Cette méthode permet ainsi de regrouper les catégories selon leurs corrélations.

Ce travail de thèse propose de développer une méthodologie de sélection de catégories d'impacts représentant au mieux la variabilité des ICV. L'identification automatique de catégories d'impacts pertinentes et non redondantes permettra ainsi de proposer des recommandations concernant le

choix des catégories à étudier en fonction de l'information qu'elle porte vis-à-vis de la variabilité des émissions des systèmes étudiés.