

# **Vers l'éco-conception de technologies émergentes pour l'énergie et l'industrie du futur : prise en compte du changement d'échelle dans l'analyse de cycle de vie**

## **\* sCALE-IT \***

**Début de la thèse : Janvier 2020**

**Sujet financé dans le cadre d'un co-financement Institut Carnot ARTS et Carnot Energie du Futur**

### **1. Problématique scientifique ou de valorisation du projet**

Depuis plusieurs dizaines d'années les méthodologies et outils ont été développés pour accompagner les industriels dans leur démarche d'analyse environnementale de produits. On cherche alors à les réduire ou les éviter en faisant varier les choix de conception dans toutes les étapes du cycle de vie. L'analyse environnementale consiste à anticiper à chacune des phases du cycle de vie du futur produit les impacts environnementaux qui seraient générés. En faisant varier les paramètres dès la conception de ces produits, les impacts sont évités et des innovations peuvent émerger : sur les matériaux, la conception, l'usage, le transport, le traitement en fin d'usage, etc. Il s'avère que les équipes en charge du développement de composant ont souvent tendance à échapper à cette logique d'analyse environnementale globale. Or, certains choix effectués à ce stade du développement des produits vont fortement conditionner les impacts globaux futurs.

A un niveau de TRL bas, les concepteurs de composants ont en effet des difficultés à réaliser des analyses environnementales pour vérifier que leur innovation technologique serait moins impactante sur l'environnement par manque : i) de connaissances et compétences pour réaliser et interpréter des analyses environnementales ; ii) de données d'inventaires et leurs usages, sur les flux d'énergie et de matière utilisés dans les unités de productions qui ne sont pas encore matures ; iii) de connaissances sur les effets rebonds, c'est-à-dire les transferts d'impacts d'une étape de cycle de vie à une autre, ou d'un types d'impact environnemental à un autre ; iv) de connaissances/compétences/outils pour prendre en compte les contraintes environnementales lors du changement d'échelle : passage de prototype aux systèmes de production intégrés en industrie. L'ensemble de ses causes est intrinsèque à la notion de changement d'échelle : du composant conçu a priori pour répondre à un cahier des charges avant maturation des filières de production/fabrication, d'usage/réparation, et de traitement en fin de vie associées.

Le but du projet est d'adapter les démarches classiques d'analyse de Cycle de Vie du produit pour les composants de nouvelles technologies ou de nouveaux usages des technologies existantes, voire dans de nouveaux contextes d'application. L'importance du numérique et des technologies associées (pas nécessairement nouvelles) lors des périodes de confinement due à la COVID19 illustrent l'importance de l'anticipation des méthodes d'analyse d'impact en situations nouvelles, afin d'éviter que ne soient générés des impacts environnementaux coûteux aux conséquences potentiellement irréversibles sur l'Homme et les écosystèmes. Il est nécessaire de s'intéresser à l'identification des incertitudes, des leviers/points de blocage pour le déploiement de l'analyse environnementale et l'éco-conception dès les phases de R&D des composants. Un focus sera réalisé sur le changement d'échelle : le passage de la phase prototype vers production industrielle, dans une optique de soutenabilité globale de ces composants. L'influence de ce facteur d'échelle pourra être étudiée sous différents angles : i) l'étude de potentiels effets rebonds quant à l'optimisation des processus de conception-fabrication (optimisation des matières, des énergies) ; ii) la prise en compte d'aspects positifs du changement d'échelle (par exemple la présence d'un coproduit pouvant être utilisé en interne ou vendu/valorisé dans des filières associées) ; iii) l'effet de l'augmentation de la quantité de composants fabriqués sur la croissance de la consommation des ressources de matière et d'énergie impliquées (ex. : matériaux critiques, rares, extraits dans des zones à conflits, etc.), et sur les impacts locaux et globaux de ces cycles de vies nouveaux ; iv) l'impact sur l'environnement économique local (niche économique) ; v) l'anticipation de la phase d'utilisation pour optimiser la conception en réduisant aux maximum les impacts liés aux fonctionnements du composant (prise en compte des paramètres tels que fréquence d'utilisation, durée d'utilisation, contextes associés, filières nécessaires). L'ensemble des questionnements nécessaires pour améliorer l'éco-conception des composants sont rassemblés et positionnés par phase du cycle de vie dans la figure ci-dessous.

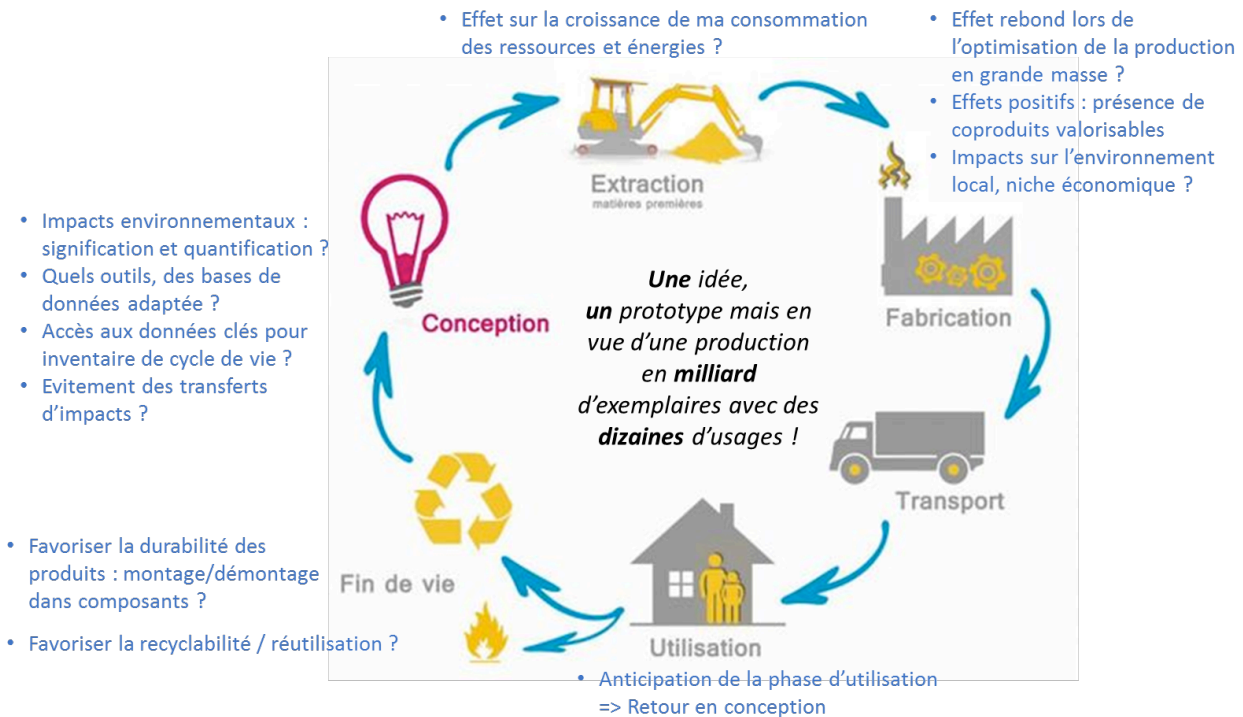


Figure 1 : Positionnement des questionnements traités lors du projet dans le cycle de vie d'un composant.

La finalité du projet est de mettre à dispositions des moyens possibles, actuellement manquant pour optimiser la conception, la fabrication, l'utilisation des composants et de réduire les impacts environnementaux des technologies sur la globalité de leurs cycles de vie, afin de rester dans les limites planétaires. Pour cela, une méthodologie globale sera proposée pour répondre à cette problématique. En parallèle, des outils prédictifs, dynamiques, seront développés pour accompagner les concepteurs de composants dans leurs innovations. Le premier outil permettra d'accompagner le changement d'échelle avec une vision environnementale, l'autre, accompagnera la réflexion sur l'utilisation des technologies et leur empreinte environnementale en phase d'utilisation (potentiellement sur plusieurs cycles d'usage).

Ainsi, les concepteurs pourront proposer sur le marché des composants pour des technologies soutenables pour l'énergie et l'industrie du futur. La démarche s'appuiera sur un cas d'étude : une technologie utilisée dans les produits de gestion ou production d'énergie (panneaux solaire). En parallèle, une réflexion sur un contexte de crise générant un changement d'échelle notoire dans l'utilisation des technologies existantes du numérique sera menée, en tenant compte de l'actualité internationale actuelle (aspect prédictif).

## 2. Méthode proposée

Les actions seront réalisées par un doctorant encadré conjointement par les deux laboratoires spécialisés en ACV, écoconception et développement de méthode et outils sur ces thématiques. Le séquençage suivant est envisagé (mais pourra évoluer selon l'avancée des travaux).

	2021	2022	2023
<b>Etat de l'art</b>			
Bilan de freins et leviers de l'écoconception des composants et technologies			
Analyse des pratiques/outils utilisés pour modéliser/étudier le changement d'échelle : du prototype à la production en grande quantité			
Analyse des pratiques actuelles de conception des composants lors de la prise en compte de la phase d'utilisation			

	2021	2022	2023
--	------	------	------

<b>Apports du projet</b>																			
Proposition d'une méthodologie d'évaluation environnementale, dès la conception, prenant en compte tout le cycle de vie des technologies : R&D, changement d'échelle, utilisation réelle																			
Mise en place d'un outil prédictif intégrant la composante environnementale lors du changement d'échelle : mise en évidence des effets rebonds et/ou des effets positifs quant à l'optimisation des processus de fabrication en grande quantité																			
Mise en place d'un outil prédictif dynamique pour l'anticipation des impacts environnementaux de la phase d'utilisation : couplage d'un questionnement sur les paramètres de la phase d'utilisation des composants et d'une analyse environnementale des impacts environnementaux des pratiques envisagées																			
Application sur un cas d'étude pour valider la démarche																			
<b>Valorisation et dissémination scientifique</b>																			

### 3. Communication et livrables attendus

- Communication prévues lors de congrès nationaux (S-mart) et internationaux (CIRP Design, CIRP LCE, ECODESIGN) et au moins 2 publications en journaux internationaux de rang A
- Le cas d'étude pourra être issu d'une start-up, d'une PME ou d'une ETI.
- Les méthodologies seront publiées.
- Les outils développés pourront être mis à disposition des acteurs régionaux/nationaux.

### 4. Profil recherché

Ingénieur généraliste (conception mécanique, matériaux, génie électronique, mineure éco-conception / « développement durable »), Master génie industriel, Master matériaux, procédé, chimie, électronique. Un fort intérêt pour la soutenabilité, l'écologie, les notions d'économie circulaire, est indispensable. Des compétences en méthodes et outils d'Analyse du Cycle de Vie, en éco-conception, en conception pour la circularité, sont préférables.

### 5. Informations complémentaires

Employeur : UGA , contrat de 3 ans (soumis aux règles de l'ED)

Démarrage : Janvier 2021

2 Lieux d'exercice : Institut Arts et Métiers de Chambéry et INP Grenoble

Laboratoire de recherche d'accueil : G-scop Grenoble et I2M Arts et Métiers

Equipe d'encadrement

Directeur de thèse : Peggy Zwolinski ,INP G - G-SCOP Grenoble

Co-encadrants :

Maud Rio , INP G - G-SCOP Grenoble - <http://eco-conception.g-scop.grenoble-inp.fr>

Carole Charbuillet - Institut Arts et Métiers de Chambéry

Véronique Perrot-Bernardet- Institut Arts et Métiers de Chambéry

Nicolas Perry- I2M Bordeaux- Equipe IMC



### 6. Candidature

CV détaillé, une lettre de motivation et à minima une lettre de recommandation à adresser à :

Veronique Perrot Bernardet [vpb@ensam.eu](mailto:vpb@ensam.eu) ET à [maud.rio@g-scop.eu](mailto:maud.rio@g-scop.eu), [Peggy.Zwolinski@grenoble-inp.fr](mailto:Peggy.Zwolinski@grenoble-inp.fr)

Date limite de candidature :15 décembre 2020