

## Comment former les élèves ingénieurs à l'économie circulaire ?

Miguel Lopez-Ferber, Guillaume Junqua, Juliette Cerceau, J. Beigbeder

► **To cite this version:**

Miguel Lopez-Ferber, Guillaume Junqua, Juliette Cerceau, J. Beigbeder. Comment former les élèves ingénieurs à l'économie circulaire ?. IIMpact éco, Syndicat National des Ingénieurs de l'Industrie et des Mines 2020, 2, pp.75-77. hal-03052595

**HAL Id: hal-03052595**

**<https://hal.mines-ales.fr/hal-03052595>**

Submitted on 25 May 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **Comment former les élèves ingénieurs à l'économie circulaire : l'expérience de l'IMT Mines Alès**

Miguel LOPEZ-FERBER, Guillaume JUNQUA, Juliette CERCEAU, Joana Beigbeder  
IMT Mines Alès

**Les démarches en faveur de l'économie circulaire, attendues par le société civile et pilotées par les leviers législatifs, financiers, ... nécessitent, pour leurs mises en œuvre, le développement d'une expertise tant en matière de compétences (et donc de compétences) que de recherche. C'est à ce défi que doivent répondre les écoles d'ingénieurs intervenant au croisement de ces domaines (entreprises, recherche, enseignement).**

## **Comment former les élèves ingénieurs à l'économie circulaire. L'expérience de l'IMT Mines Alès.**

### **L'économie circulaire : le nouveau concept à la mode**

En Chine, la « loi pour la promotion de l'économie circulaire » est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2009, avec un objectif de protection des ressources naturelles, de transformation autant que possible des déchets en ressources, « mais surtout de générer des politiques territoriales adaptées à la protection et au développement global des écosystèmes ». En France, depuis le vote de la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) il y a 5 ans, le terme d'économie circulaire (EC) s'imisce progressivement dans notre quotidien. Cette loi découle du grand débat national sur la transition énergétique (Conseil National du débat, 2013). Le besoin d'englober au-delà du seul périmètre de l'énergie est vite devenu évident (Loi 2015-992). Il ne s'agit plus de réduire nos émissions de gaz à effet de serre, mais de prendre en compte la totalité des échanges avec notre environnement. En février de cette année, la loi 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire a été votée, amplifiant cette dynamique. Pour s'adapter à cette évolution de société, les acteurs économiques, entreprises, associations ou collectivités sont en demande d'expertise. Les élèves-ingénieurs, de plus en plus sensibilisés aux enjeux globaux, sont également en attente de contenus pédagogiques sur ce sujet. Les motivations sont multiples : mieux comprendre en quoi cette approche entraîne de nouvelles contraintes, être en mesure de tirer pleinement partie des opportunités qu'elle ouvre, tester son potentiel d'innovation technologique et organisationnelle, questionner sa capacité à changer de paradigme et tendre vers une durabilité forte.

Mais en général, le concept est flou, souvent limité à la seule réduction des déchets. Or, si l'on reprend la définition proposée par l'ADEME (ADEME 2013), c'est bien tout le cycle de vie des biens et services qui doit être repensé dans une perspective de mise en circularité des activités. L'EC agit pour limiter les impacts environnementaux au niveau de la demande en ressources, de la production de déchets, mais aussi du comportement des consommateurs. Si le besoin d'action des entreprises (dans son sens

le plus large) est facilement appréhendé, celui des autres acteurs de la société, et plus particulièrement des citoyens, est généralement méconnu.

L'EC invite à repenser l'organisation globale de la vie en société et doit donc infuser prioritairement dans la sphère politique. Pour devenir opérationnelle, elle doit néanmoins se décliner en actions économiques, sociales et environnementales dont les élèves-ingénieurs doivent pouvoir se saisir dans leur futur cadre professionnel.

### **Mesurer pour pouvoir comparer et choisir**

Le choix de la meilleure option de cycle de vie pour un produit, un service ou une stratégie territoriale implique d'avoir une méthode de comparaison, un « mètre étalon », et de bien comprendre ses limites de fonctionnement. La formation aux techniques d'évaluation environnementale est donc un pilier incontournable. Comprendre le cheminement entre une action (activité de production ou de service, stratégie de développement territorial) et un impact environnemental est nécessaire pour pouvoir après comparer entre plusieurs options de façon éclairée. Si certaines chaînes de causalité entre une action et l'impact qu'elle peut engendrer ont atteint consensus scientifique, pour d'autres, les contours sont encore flous. Il s'agit d'un domaine relativement récent, et encore en évolution, avec des niveaux d'incertitude qu'il faut bien mettre en exergue dans la formation. Dans les départements « Environnement, Energie et Risques » (EER) et EcoCOnception MATériaux et Procédés (ECOMAP), des unités d'enseignement sur l'évaluation environnementale sont proposées, incluant notamment le bilan d'émissions de gaz à effet de serre et les méthodes d'analyse de cycle de vie.

### **Décloisonner les connaissances**

L'un des plus grands dangers de ces approches est celui des transferts d'impacts, entre phases du cycle de vie, entre types d'impact, entre activités, entre territoires. Des études « en silo » accroissent fatalement ce risque. A la fin du parcours de formation, nos élèves ont acquis un socle de connaissances techniques et scientifiques mais aussi une capacité à chercher des informations et des connaissances spécifiques qui leur permettent d'intégrer avec réussite des postes variés. La mise en œuvre de projets d'EC demande une approche transdisciplinaire, basée sur l'acquisition des connaissances techniques variées, mais surtout de compétences en gestion de la complexité. Il faut que nos élèves soient capables de mettre en relation de façon décloisonnée ce qu'ils ont appris au cours de leur scolarité. Depuis plusieurs années, nous avons progressivement modifié nos formations, surtout au niveau de la fin des parcours (départements, options), pour insister sur cette capacité de décloisonnement, qui est la marque de fabrique des ingénieurs généralistes. Dans les projets intégratifs, nos élèves mettent en application leurs connaissances en les appliquant sur des cas concrets (installation d'une usine de production, conception et fabrication d'un objet, ...).

### **Prendre du recul pour mieux appréhender la vue d'ensemble**

Nos formations invitent les élèves-ingénieurs à s'interroger sur le bien-fondé de cette EC présentée comme un véritable changement de paradigme. A travers des conférences introductives et des questionnements distillés au cœur de chaque module relatif à l'EC, les enseignants-chercheurs de IMT Mines Alès ont à cœur de stimuler l'esprit critique de ces futurs professionnels : peut-on et doit-on rendre compatible croissance économique et préservation des ressources ? peut-on et doit-on s'en remettre exclusivement aux innovations technologiques pour répondre aux enjeux du 21<sup>ème</sup> siècle ? peut-on et doit-on mettre les territoires locaux au service d'un projet de transition nationale ? peut-on et doit-on limiter le rôle du citoyen à celui de consommateur éclairé ? etc.

## Nourrir les enseignements par la recherche

Il est difficile de pouvoir former des ingénieurs à ces sujets sans être impliqués dans une dynamique de R&D : les connaissances changent rapidement, les niveaux d'incertitudes diminuent sur certaines chaînes de causalité, et ce qui semblaient des bonnes idées il y a quelques années s'avèrent être mauvaises. Nous avons donc souhaité développer une activité de recherche sur ces sujets, ce qui nous permet de nous maintenir à la pointe, de transmettre à nos élèves l'état actuel des connaissances, et surtout, de leur faire comprendre les contours de leur champ d'application et de validité. A IMT Mines Alès, la recherche en EC s'est formalisée à partir de 2008, avec l'embauche d'un premier enseignant-chercheur qui a focalisé ses travaux sur les symbioses industrielles et les contextes favorisant leur émergence. Elle a intégré rapidement les aspects locaux pour devenir aujourd'hui l'Ecologie Industrielle et Territoriale. L'intégration des enseignements sur l'analyse de flux de matières et d'énergie, l'évaluation environnementale et la mise en œuvre de symbioses industrielle dans la formation a suivi à partir de 2009. Depuis, notre formation se nourrit de l'évolution de nos recherches et de l'intégration de nouvelles compétences (analyse de cycle de vie, géologie, sociologie, géographie, etc.), tout en cultivant des relations étroites avec d'autres Ecoles des Mines, et avec d'autres centres de recherche. En explorant les dynamiques territoriales de la mise en synergies, les formations intègrent davantage aujourd'hui les enjeux d'évaluation environnementale, de jeux d'acteurs et de planification. En plus des cours et des projets d'application proposés par nos partenaires, elles s'appuient notamment sur des jeux sérieux qui immergent les élèves-ingénieurs au sein de territoires confrontés à l'arbitrage nécessaire entre les enjeux techniques, politiques, économiques et organisationnels de la transition socioécologique.

Levy, J.C., Aurez, V., Wang, X ; 2013. Economie circulaire : cent villes chinoises pilotes pour l'économie circulaire.

[https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/conomie\\_circulaire\\_Chine\\_Circulaire1720\\_CNCD\\_cle814122.pdf](https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/conomie_circulaire_Chine_Circulaire1720_CNCD_cle814122.pdf). Accédé 16/07/2020

Loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031044385&categorieLien=id>

Loi 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000041553759&categorieLien=id>

ADEME 2013. Economie circulaire : Notions. Fiche technique.  
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-economie-circulaire-oct-2014.pdf>. Accédé 13/07/2020.

Conseil national du débat, 2013. Synthèse des travaux du débat national sur la transition énergétique de la France. Juillet 2013.

CV :

Miguel Lopez-Ferber est Professeur à l'IMT Mines Alès, responsable du Département Environnement, Energie et Risques depuis 2019. Après des études Biologie à l'Université d'Oviedo (Espagne), et un doctorat à l'Université de Montpellier (1987), il démarre sa carrière de chercheur au CNRS (Gif sur Yvette), au National Environment Research Council à Oxford (UK) (1989-1992), puis à l'INRA (St Christol les Alès)(1992-2005), avant d'assumer la direction du Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel et des Risques (LGEI) de l'IMT Mines Alès entre 2005 et 2015.

Guillaume JUNQUA, Maître-Assistant à l'IMT Mines Alès, est rattaché au LGEI depuis 2007, et développe la thématique d'économie circulaire depuis 2004 à l'Université de Technologie de Troyes, l'Ecole des Mines de Douai (2005) et l'Université de Sherbrooke au Canada (2006-2007). Il est titulaire d'un doctorat en Chimie et Microbiologie de l'Eau de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Ses travaux de recherche sont centrés sur le développement de démarches d'écologie industrielle et territoriale, couplant des approches d'ingénierie basées sur l'analyse de cycle de vie à des approches de sciences humaines et sociales basées sur les représentations territoriales des acteurs d'un territoire.

Juliette Cerceau est maître de conférences à IMT Mines Alès, en charge de développer les activités de recherche et d'enseignement en lien avec l'économie circulaire. Son parcours pluridisciplinaire articule une formation initiale en Philosophie et en Sociologie, une spécialisation en Gestion de l'Environnement et un doctorat à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne soutenu en 2013. Elle a travaillé

Joana Beigbeder est maître assistant à l'IMT Mines Alès depuis 2010, elle est rattachée à l'équipe 'Recherche sur les interactions des matériaux avec leur environnement', à Pau. Après une formation d'ingénieur en sciences des matériaux à l'ENSIACET à Toulouse et un doctorat en science et génie des matériaux à l'université Paul Sabatier de Toulouse, elle s'intéresse à l'étude des interactions des matériaux polymères avec leur environnement, à l'échelle du matériaux en étudiant leurs émissions dans l'air ou l'eau et également à une échelle globale via l'évaluation de leurs impacts environnementaux par analyse de cycle de vie."