

XXXII^{èmes} Journées du développement ATM 2016

COLLOQUE

**Catastrophes, vulnérabilités et résiliences
dans les pays en développement**

UNIVERSITE Lille 1

1, 2, et 3 juin 2016

Écologie Industrielle (EI) et Économie Circulaire (EC). Concurrentes ou complémentaires ?

Armel CHEBBI, CREG

armel.chebbi@univ-grenoble-alpes.fr

Catherine FIGUIÈRE, CREG

catherine.figuere@univ-grenoble-alpes.fr

Résumé L'Écologie Industrielle (EI) est systématiquement présentée comme l'une des composantes de l'Économie Circulaire (EC) alors même que cette dernière est médiatisée plus tardivement. Cette communication a pour objectif de révéler la typicité des deux projets en comparant leurs historiques, leurs origines (par qui est produit le savoir), et leur positionnement en matière de durabilité. Les travaux sur l'EI vont s'avérer antérieurs, leurs développements académiques nettement plus fournis et s'inscrivant dans les différentes approches de la durabilité. Les travaux sur l'EC, majoritairement portés par des partenariats publics-privés, se situent quant à eux quasi-exclusivement dans une approche faible de la durabilité, même si certaines publications très récentes amorcent les premières propositions en faveur d'une EC radicale.

Mots Clés Ecologie industrielle, économie circulaire, durabilité, partenariat public-privé.

Introduction

Face à l'épuisement des ressources naturelles, le mode de production occidental fondé sur le postulat d'abondance, a atteint ses limites. Il contribue de plus en plus à augmenter la pression des activités humaines sur la biosphère¹ (Meadows & Meadows, 2012 ;Aurez & Levy, 2013) mettant ainsi en péril son fonctionnement. Dans le même temps, la Chine inscrit l'économie circulaire dans son 11ème plan avec une loi spécifique promulguée en 2008 ; et le Bénin s'essaye à la « symbiose agroalimentaire » sur le site du « système intégré Songhai » (Nzamujo, 2010) où l'on cultive des céréales et des légumes, on élève des porcs et des poules (pour les œufs et la chair), on filtre l'eau grâce à des jacinthes, on fabrique des décortiqueuses d'arachides en recyclant de vieilles machines agricoles, et on forme des agriculteurs à des techniques qui ont pour ambition de « *réduire au maximum le recours aux pesticides et aux engrais chimiques, qui endettent les paysans et stérilisent les sols* »². Ces propositions ne sont donc plus seulement l'apanage des seuls pays développés, elles sont mobilisables dès l'instant où on envisage de mettre en œuvre une activité économique quelle qu'elle soit, puisque chacune nécessite des intrants-et donc le plus souvent des prélèvements sur la nature- et toutes ces activités produisent des déchets ou des pollutions. Réfléchir en amont afin d'anticiper les impacts environnementaux fait donc pleinement partie intégrante d'une réflexion en termes de résilience. Par conséquent, le questionnement sur les projets d'écologie industrielle et d'économie circulaire transcende les distinctions entre pays développés, émergents ou en voie de développement. Il permet de progresser dans la compréhension de leurs apports respectifs, et par suite de leur éventuelle utilité spécifique dans les processus de développement.

C'est depuis la fin des années 1960 que des chercheurs de différents domaines ne cessent d'alerter sur les dégâts environnementaux résultant du fonctionnement d'un système productif vétuste (« Halte à la croissance, 1972 ; Passet, 1979). Face aux nombreuses critiques, des chercheurs en sciences sociales (notamment en économie) ont réfléchi à des modes alternatifs de fonctionnement. Aujourd'hui beaucoup sont d'accord pour dire que le fonctionnement du système productif doit réviser son organisation « linéaire » qui ne traite les problèmes environnementaux que *ex post* ou « *end of pipe* ». C'est le fondement des travaux sur l'Écologie Industrielle (EI) et l'Économie Circulaire (EC).

L'EI a été médiatisée à la fin des années 1980, par Frosch et Gallopoulos, deux ingénieurs en recherche-développement de General Motors qui mobilisent le terme d'écosystème industriel. Selon eux, L'EI se définit comme un modèle d'organisation qui vise un découplage entre croissance et prélèvement des ressources en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels et des travaux en écologie scientifique. Pour cela elle devra relever quatre défis : décarboner l'énergie, boucler systématiquement les flux de matières et d'énergie, dématérialiser l'économie et enfin valoriser les déchets (Erkman, 2004). C'est une approche systémique, visant à repenser l'organisation des activités humaines en les intégrant davantage à la biosphère.

¹ La biosphère s'entend dans ce travail comme l'ensemble des écosystèmes de la planète. Elle se compose d'espèces vivantes qui interagissent entre elles et avec leurs milieux.

² http://www.lemonde.fr/afrique/article/2015/10/08/benin-songhai-l-ecole-des-fermiers-entrepreneurs-fait-des-emules_4784990_3212.html et le site songhai.org.

L'EC a été médiatisée plus récemment et le plus souvent dans des contextes institutionnels. Partant du postulat que pour lutter contre l'épuisement des ressources il faut rompre avec la logique linéaire qui prévaut : extraire, fabriquer, consommer, jeter (MEDDE, 2014), l'EC propose un nouveau système économique d'échange et de production visant à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources. Elle se détermine par 7 composantes (Geldron, 2013 ; Deschamps, Wehring & Geldron, 2014) (cf. tableau 1). Il s'agit d'une approche englobante mais cloisonnée, chacun des volets étant envisagé séparément et contribuant à l'établissement d'une économie circulaire.

C'est bien la proximité entre les deux projets qui saute aux yeux dès les premières définitions : l'EI et l'EC apparaissent quasiment assimilables l'une à l'autre, la première étant incluse dans la seconde, mais les éléments constitutifs de la seconde détaillant également ceux de la première... c'est à y perdre son latin comme le montre le tableau suivant.

Tableau 1 EI et EC : des projets siamois ?

Selon Suren Erkman (1998 : 100) l'écologie industrielle repose sur quatre grands axes d'actions complémentaires	André Geldron en 2013 retient sept propositions pour qualifier l'économie circulaire
<ol style="list-style-type: none"> 1. Valoriser les déchets 2. Minimiser les émissions dissipatives (étanchéité des processus de production) 3. Dématérialiser l'économie (= économie de la fonctionnalité) 4. Décarboner l'énergie 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Approvisionnement durable, 2. Eco-conception, 3. Ecologie industrielle et territoriale, 4. Economie de la fonctionnalité, 5. Consommation durable, 6. Allongement de la durée d'usage 7. Recyclage

L'EI pourrait apparaître à première vue comme un simple outil de mise en place d'une EC. C'est d'ailleurs ainsi qu'Erkman (1998) l'envisage fugacement lorsqu'il mentionne très rapidement l'EC (Buclet, 2015a, p 29). Cependant l'étude des différents travaux sur ces deux projets permet de dépasser cette confusion mais également de montrer qu'au-delà des similarités apparentes, l'EI et l'EC constituent bien deux projets distincts pas forcément compatibles.

Ces similarités posant la question de la typicité des deux projets, cette communication de nature analytique, a pour objectif de faire progresser la compréhension du positionnement relatif des deux projets dans le champ de l'économie : que porte chacun précisément, comment s'articulent-ils l'un à l'autre -dans le temps et en termes de contenu-, comment les institutions les mobilisent.

A ce stade de la recherche, trois principaux éléments de différenciation peuvent être avancés : leurs fondements historiques et leurs origines théoriques (section 1) ; leurs portages respectifs (partenariats publics-privés ou recherches académiques) (section 2). En matière de positionnements théoriques, il conviendra de prendre en considération les différentes catégories de travaux en EI : mainstream et radicales. Il semble dès lors que l'EC s'avère compatible avec une seule de ces catégories en matière de durabilité : l'EI mainstream en durabilité faible (section 3).

1/ EI et EC : un timing et des motivations différentes

Etablir des distinctions entre Écologie Industrielle (EI) et Économie Circulaire (EC) peut paraître de prime abord compliqué tant leur objectif paraît similaire : faire fonctionner de façon moins linéaire le système industriel de production et de consommation. L'idée d'un fonctionnement du système industriel qui s'inspirerait des écosystèmes naturels trouve son origine dans les travaux d'écologues comme Eugene Odum au début des années 1950 (Erkman, 1997, 1998). L'étude de la biosphère ne pourrait plus désormais être déconnectée de l'étude des impacts du système industriel (Hutchinson, 1970). La proposition sera ensuite renversée par l'écologie industrielle : le système industriel ne peut plus être pensé sans anticiper son impact sur la biosphère. L'EC quant à elle n'explicite que très peu cette affiliation aux sciences de la nature. On va donc mettre ici en évidence l'antériorité de l'EI et les différences de motivations initiales des textes fondateurs.

1.1 L'écologie industrielle : un fondement critique

Les premiers travaux qui font référence au principe de bouclage des flux de matières et d'énergie remonte aux années 1960, on parle alors d'Écologie Urbaine³. Cette discipline s'inscrit, d'une part dans le prolongement du développement de l'écologie scientifique⁴ et, d'autre part dans un contexte d'incertitude sur la capacité de la planète à pouvoir nourrir l'ensemble de sa population (Barles, 2010). La discipline reste au départ très théorique jusqu'à la mobilisation de la notion de métabolisme⁵. Elle sera transposée dans un premier temps par Wolman (1965) à l'Écologie Urbaine (Métabolisme Urbain), lui permettant de passer d'une réflexion critique à une proposition technique. L'objet d'étude devient alors la recherche d'une ville qui fonctionnerait de manière systémique, par bouclage des flux de matières et d'énergie.

Les réflexions menées dans le cadre de l'Écologie Urbaine ont permis de poser les premiers jalons qui serviront ensuite de base de réflexion pour les travaux en EI. Les processus de développement des systèmes productifs s'étant historiquement centrés sur l'industrie, les préoccupations environnementales s'intéressent logiquement aux impacts de cette dernière. C'est ainsi que les premières réflexions concernant l'impact des sociétés industrielles sur leur environnement sont menées au Japon dès le début des années 1970, dans un contexte international de prise de conscience de la problématique environnementale (Rapport « Halte à la Croissance, Sommet de Stockholm, etc.). Le ministère du commerce extérieur et de l'industrie

³ L'écologie urbaine vise à favoriser une écologie de la ville et non pas une écologie dans la ville (Barles, 2010)

⁴ L'écologie scientifique prend forme suite à la parution en 1953 d'un ouvrage : *Fundamental of Ecology* par Howard et Eugene Odum. Ces deux biologistes vont s'intéresser tout particulièrement aux écosystèmes et à l'énergie. Eugene Odum affirmera même que l'énergie doit être considérée comme l'étalon monétaire des écosystèmes (Vivien, 1994).

⁵ La notion de métabolisme provient de la chimie, et s'entend comme l'ensemble des transformations chimiques et physicochimiques qui s'accomplissent dans tous les tissus de l'organisme vivant (dépenses énergétiques, échanges, nutrition) (Le Robert, 1995). Étendue au domaine des sciences sociales, la notion de métabolisme s'attarde à la compréhension d'un système socio-écologique comprenant des interactions entre deux sous systèmes, physique et anthropique (Fischer-Kowalski, 1998 ; Fischer-Kowalski & Haberl, 2007 ; Fischer-Kowalski, 2011).

japonais (MITI), faisant suite aux recommandations d'un rapport du Conseil pour une structure industrielle, va mettre en place un groupe de travail chargé de repenser le système industriel dans une perspective « d'écologie scientifique ». Ce groupe, « écologie-industrie », dirigé par Chihiro WATANABE publiera deux rapports, en 1971 et 1972, amorçant ainsi un cycle de grands projets industriels⁶ conçus pour mieux prendre en compte de l'environnement (Erkman, 1997).

La première apparition du terme « écosystème industriel », au sens où on le connaît aujourd'hui, un système industriel s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels, est l'œuvre d'un géologue américain, Preston Cloud⁷ en 1977. Ce dernier propose une critique radicale du fonctionnement des « sociétés industrielles modernes » (SIM) définies ainsi (683 et 685) :

“Modern industrial societies are, without exception, high-technology growth-societies. They are organized toward ever increasing production as a central goal, with high and increasing degrees of specialization, mechanization, auto-mation, and urbanization as distinctive manifestations. In addition to certain advantages, such processes also give rise to disamenities on a large scale, not only within the industrialized world but throughout the world - to an un-precedented growth and crowding of populations, to the degrading of much human input from individual, self-fulfilling work to machine-tending or work-brigade drudgery, to ever-widening gaps between rich and poor, to an alarming dependence of industrialized peoples on vulnerable supply systems, and to a growing isolation of man from nature simultaneously with a growing unfavorable impact of man on nature. Industrial society thus exhibits not only civilizing but also degrading aspects.

(...) Let us, therefore, take a hard look at the material basis of current industrial societies. And let us also examine the dangerous but widespread illusion that there are no limits to continued material growth, that mankind can somehow continue to consume and disperse the world's capital stock of raw materials forever without a day of entropic reckoning, that the gap between rich and poor can somehow be narrowed or even closed without major revision of present outlooks and norms. Let us consider too some of the steps that might be taken to smooth the transition from the world's current societal structure into a more humanistic, more durable, more equitable one. What is involved in sustaining that which is good in industrial society and in making a smooth transition to the future? A change in attitude, for one thing, on the part of both rich and poor -- involving the realization that the society to come must in some way preserve and enhance the civilizing aspects of industrial society, while reducing and eventually eliminating its dehumanizing effects and moving toward a less-intensively industrialized and more diversified condition.”

Prenant pour point de départ les lois de la thermodynamique (Georgescu-Roegen, 1987 ; Passet, 2006), Cloud fait le constat que la valeur réside dans les matières de basse entropie. Ces dernières sont localisées massivement dans des pays pauvres sous industrialisés. Malgré cela ce sont les pays occidentaux développés qui les utilisent de façon récurrente pour leurs besoins de production et de consommation, contribuant à faire passer ces matières d'un état de basse entropie à un état de haute entropie. Cette organisation des SIM rend selon lui le développement économique non soutenable à long terme. Cloud propose alors de repenser cette organisation en valorisant les complémentarités qu'offrent les diverses entités économiques qui les composent :

⁶ Les années qui suivent la parution de ces rapports voient naître de nombreux projets industriels visant une meilleure efficacité énergétique : le « *Sunshine project* » en 1974, le « *Moonlight project* » en 1978, le « *new sunshine project* » en 1993. La dynamique technologique est à chaque fois au cœur de ces projets (Erkman, 2004).

⁷ Preston Cloud est avant tout connu pour ses travaux effectués en géologie, mais il est également paléontologue et géographe.

L'objectif étant d'aller vers un bouclage des flux de matières et d'énergie qui s'intégrerait au sein du système anthropique.

Cet article de 1977 peut être considéré comme l'acte de naissance de l'EI. Cependant le contexte idéologique prédominant et le caractère non consensuel de ses propositions ne lui ont pas permis d'avoir un écho immédiat dans le domaine scientifique. Il ne sera repris que plus tard, par les tenants d'une EI radicale (cf. point suivant).

Six ans plus tard, et cette fois en Europe, un ouvrage issu d'un travail collectif dirigé par Gilles Billen tente de faire émerger la discipline : *l'écosystème Belgique. Essai d'Écologie Industrielle* (1983). Il se propose d'analyser l'économie belge en exprimant la production industrielle en flux de matières et d'énergie plutôt qu'en unité monétaire.

Il faut attendre 1989 pour que l'EI connaisse une véritable médiatisation grâce à l'article de Frosch et Gallopoulos, deux ingénieurs de la recherche chez General Motors. Ils publient dans un numéro spécial de la revue *Scientific American*, un article intitulé *Strategies for manufacturing*. Partant du constat que le système industriel s'inscrit dans un monde fini, ils suggèrent de faire évoluer le modèle « end of pipe » vers un modèle intégrant la finitude des quantités de ressources naturelles disponibles. Ce système fonctionnerait donc « à la manière » des écosystèmes naturels : d'où son appellation « d'écosystème industriel » (Frosch & Gallopoulos, 1989) ; en bouclant le plus systématiquement possible les flux de matières et d'énergie. Cette approche, plus consensuelle, permet l'essor de l'E.I. dans le domaine scientifique et sa diffusion dans le monde industriel (Erkman, 2004). L'E.I. devient alors une « discipline » ce qui permet à Allenby de soutenir la première thèse en EI en 1992, dans laquelle il qualifie d'immature le système industriel contemporain. Ce dernier puise en effet une quantité illimitée de ressources et les rejette massivement sous forme de déchets dans la biosphère. Ne représentant pas un système viable⁸ à long terme, il doit évoluer vers un « système industriel mature » fonctionnant de manière systémique (Allenby, 1992 ; Allenby & Cooper, 1994 ; Allenby, Richards & Frosch, 1994). Le raisonnement est très proche finalement de celui de Cloud, mais la critique d'Allenby se cantonne strictement aux impacts environnementaux du système industriel, sans aucune analyse politique. Ses travaux recevront un accueil beaucoup plus favorable, d'autant plus qu'il soutient sa thèse l'année de premier Sommet de Rio.

La distinction entre ces deux traditions va néanmoins perdurer, elles donneront naissance à une EI radicale et une EI mainstream comme le montrera le point suivant.

1.2 L'économie circulaire à la recherche du « gagnant-gagnant »

C'est également au début des années 1990, qu'apparaît pour la première fois le terme d'économie circulaire (EC) dans un ouvrage de D.W. Pearce et R. K. Turner intitulé « *Economics of Natural Resources and the Environment* » (1990). La notion ne sera médiatisée qu'au début des années 2000 avec la publication de l'ouvrage de McDonough et Braungart : « *Cradle to Cradle : créer et recycler à l'infini* » en 2002. Ces auteurs mettent en avant une « façon de faire » de l'EC : la

⁸ Le choix du terme viable est ici un choix fait par l'auteur. Contrairement à l'adjectif soutenable, le terme viable fait référence aux seules sphères économiques et environnementales dans le diagramme du développement durable.

démarche *cradle to cradle* (C2C), qui est avant tout une certification internationale⁹. La démarche C2C permet de garantir qu'un produit a été conçu selon un cahier des charges précis. L'objectif recherché est de rendre ce produit plus compétitif sur le marché par l'intermédiaire des bénéfices environnementaux qu'il propose. Les auteurs distinguent deux notions : **P'éco-efficacité**, qui permet d'être « moins mauvais » et **P'éco-bénéficine**¹⁰ qui vise à « faire mieux » par l'utilisation du « métabolisme technique » (Produit conçu de façon à resservir indéfiniment à l'industrie) et « biologique » (Produit conçu de façon à retourner sans dommage –car biodégradable- dans la biosphère, donc bénéfique pour l'environnement). La démarche C2C vise à fabriquer des produits éco-bénéfiques (McDonough & Braungart, 2002).

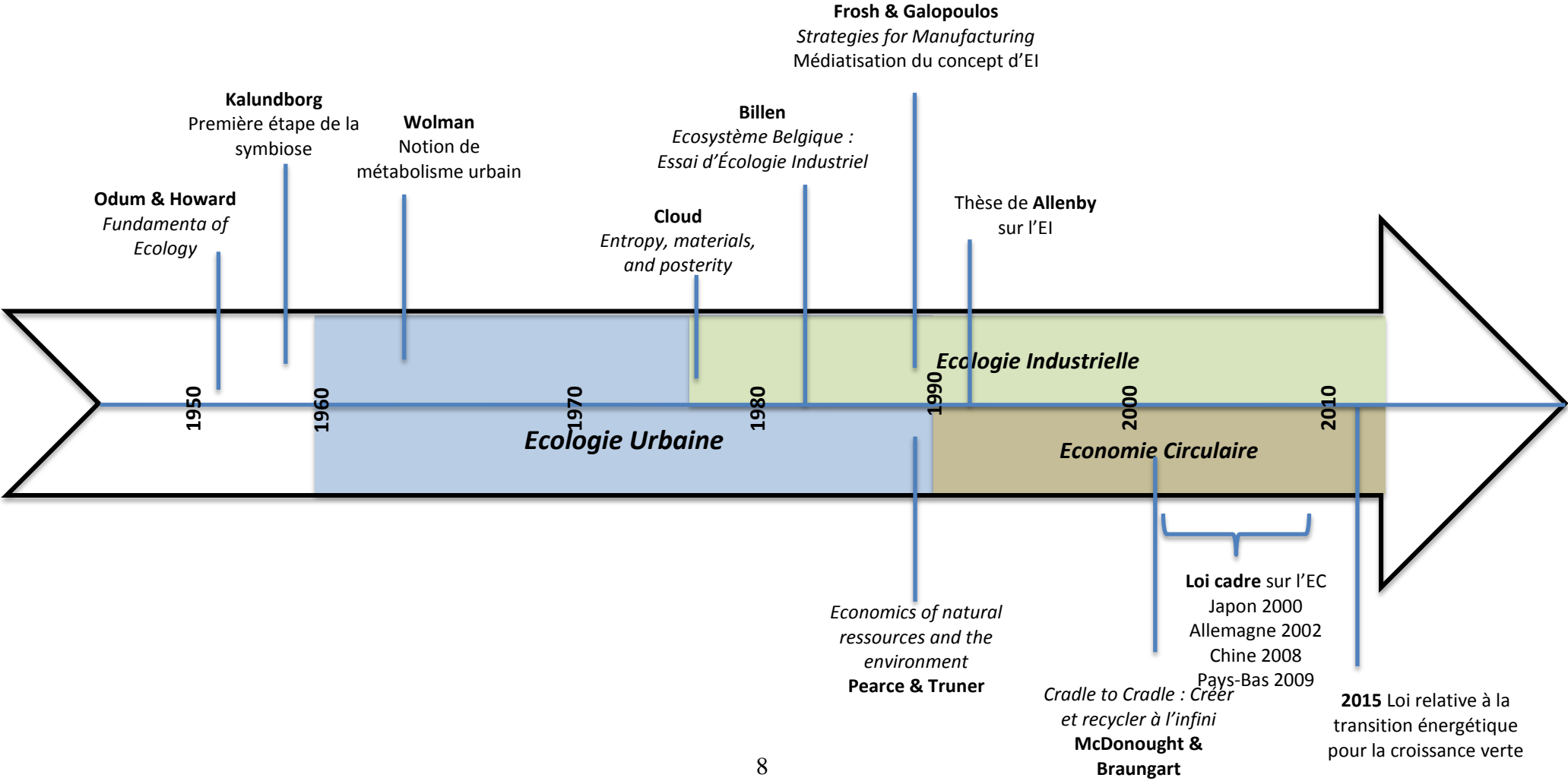
Sur la même période, le terme est largement adopté dans par les acteurs institutionnels. C'est ainsi que dans plusieurs pays du monde des lois promouvant une économie circulaire ont été établies : au Japon (en 2000), en Allemagne (2002), en Chine (2008) et aux Pays-Bas (2009). La plupart de ces lois prônent une démarche « orientée déchet » sauf la Chine qui l'étend au domaine des ressources (Rouquet & Nicklaus, 2014). Dans tous les cas, l'EC est avant tout considérée comme un levier efficace de croissance économique (Adoue & *al.*, 2014).

La figure suivante propose une synthèse des dates clés pour les deux projets.

⁹ Le programme de certification a été créé en 2005 par William McDonough et Michael Brungart. Aujourd'hui environ 2000 produits sont certifiés C2C (<http://www.c2ccertified.org/>)

¹⁰ Le terme d'éco-bénéficine est traduit de l'anglais *eco-effectiveness*

Figure 1 Ecologie industrielle et Economie circulaire : quelle antériorité ?



Que ce soit pour l'EC ou pour l'EI, la mise en œuvre nécessite le plus souvent une proximité géographique des acteurs pour permettre leur mise en relation ou pour faciliter le travail coopératif (Brullot, 2009 ; Beaurain & Brullot, 2011 ; Lemoigne, 2014). Le territoire constitue dès lors l'échelle pertinente (Lévy & Auzé, 2014 ; Beaurain & Brullot, 2011 ; Buclet, 2011 ; Metereau & Figuière, 2014). Le rôle des collectivités locales est souvent fondamental, d'une part dans l'impulsion de telles démarches et d'autre part dans leur pérennisation. Néanmoins selon Nicolas Buclet (2015b), l'EC est une approche globale qui s'appuie sur les territoires pour la mise en œuvre, alors que certains travaux en écologie industrielle (territoriale notamment) travaillent centralement sur la durabilité des territoires.

La mobilisation au moins affichée de l'analyse systémique va également constituer l'un des points de rencontre entre les deux projets. Si la référence est récurrente dans les travaux en EI, elle l'est moins dans les travaux en EC (Lambert & Georgeault, 2014). La référence à l'écosystème naturel est beaucoup plus prégnante en EI qu'en EC (Buclet, 2015a). Par suite, les travaux sur l'EC ne mobilisent jamais la méthode d'étude de métabolisme (urbain, industriel ou territorial), outil central de l'EI.

En conclusion, on peut noter que le glissement sémantique n'est pas anodin : on abandonne « l'écologie industrielle » au profit de « l'économie circulaire » : l'accent n'est explicitement pas mis sur la même dimension du développement durable. On est passé d'un terme « rugueux », voire un brin effrayant pour beaucoup, à un terme lisse nettement plus consensuel qui « *possède le grand avantage de pouvoir parler à l'ensemble des acteurs économiques. En effet, les grandes entreprises capitalistes peuvent être séduites par les nombreuses opportunités de création de valeur et de réduction de coût que l'économie circulaire permet ; les administrations publiques peuvent être intéressées par l'objectif de zéro déchet ; enfin, les acteurs alternatifs peuvent être intéressés par la rupture avec le productivisme concrétisée par l'économie de fonctionnalité ainsi que par les valeurs de soutenabilité que l'économie circulaire met en avant.* » Sana (2014, p.15).

Ce glissement sémantique peut s'interpréter, en forçant le trait, comme une forme d'usurpation de définition. C'est en tout cas le sentiment qui peut surgir à la lecture des précisions suivantes : « *Optimiser l'utilisation des flux de matière et d'énergie / Repenser le cycle de vie de l'objet / Un modèle de production inspiré du fonctionnement des écosystèmes.* Le lecteur averti est ici persuadé qu'il est question d'écologie industrielle, mais la suite va le détromper : *L'économie circulaire rompt avec le schéma traditionnel de production linéaire, qui va directement de l'utilisation d'un produit à sa destruction, auquel il substitue une logique de "boucle", où l'on recherche la création de valeur positive à chaque étape en évitant le gaspillage des ressources tout en assurant la satisfaction du consommateur* » (site de l'IEC, mise en ligne le 28/01/2013). Il y a là indubitablement une forme de holdup, les idées et les expressions de l'EI étant ici largement reprises sans que soient mentionnés ni le terme « écologie industrielle » ni les auteurs qui les ont initialement portées.

A ce stade de la réflexion il convient de préciser justement les origines de la production du savoir sur les deux projets.

2/ Ecologie Industrielle et Economie Circulaire : différenciation des portages

Afin d'affiner encore le positionnement relatif des deux projets, il convient de se poser désormais la question des origines de la production du savoir. Il s'avère en effet que l'EI compte désormais plusieurs revues académiques dédiées - *Journal of Industrial Ecology*, *Progress in Industrial Ecology*, *Business strategy and the environment*, *Journal of Cleaner Production*-, alors que l'EC se développe quasi-exclusivement par le biais de recherches institutionnelles (MITI au Japon, Union Européenne ou encore l'Institut de l'Economie Circulaire créé par le gouvernement français en 2013, etc.) ou privées (la Fondation Ellen McArthur est leader dans le domaine, cf. Encadré 2). Certains travaux académiques très récents amorcent néanmoins des réflexions sur une approche radicale de l'EC.

2.1 Le corpus de l'EI : un socle commun, des approches théoriques diversifiées.

Les travaux sur l'EI, tant empiriques que théoriques sont aujourd'hui si développés qu'il est désormais possible d'en proposer une typologie, comme l'ont fait Metereau et Figuière (2014), dont les résultats seront ici largement repris (cf. Encadré 3).

Ces auteurs proposent de distinguer trois catégories de travaux. La première regroupe les travaux fondateurs qui posent les bases des principes matériels et techniques des bouclages de flux de matières, d'eau et d'énergie, en mobilisant la métaphore ou l'image du fonctionnement des écosystèmes (Allenby, Erkman, Graedel). Ces travaux sont pour la plupart issus des sciences de l'ingénieur ou bien encore d'écologues (Metereau & Figuière, 2014). Ils transposent la méthode d'étude des écosystèmes naturels aux systèmes productifs par l'utilisation de la notion de métabolisme industriel.

L'application de ces principes aux systèmes sociaux humains donne ensuite lieu à des travaux dans le champ des sciences sociales. Metereau et Figuière considèrent qu'aujourd'hui ces travaux révèlent deux appropriations bien distinctes de ce « socle technique commun ». D'un côté l'EI est envisagée comme une « science de la durabilité » (Allenby, 1992) qui permet une amélioration de la compétitivité des entreprises du fait de son positionnement environnemental. D'un autre côté l'EI est pensée comme une rupture radicale du fonctionnement des sociétés industrielles (Cloud, 1977 ; Metereau & Figuière, 2014).

Au sein de la première approche qualifiée de libérale ou mainstream, largement majoritaire, « le déterminisme technologique » et la croyance en l'efficacité des marchés comme moyen de réguler l'activité humaine sont prépondérants (Opoku & Keitsch, 2006). La croissance économique permet d'atteindre les objectifs de durabilité. Ici le développement durable est vu comme la sixième étape de la croissance de Rostow (Vivien, 2004) et est compatible avec une vision « *business as usual* ».

La seconde approche qui sera ici qualifiée de « radicale », envisage l'EI comme un levier de restructuration du système productif des pays aujourd'hui industrialisés. Ce système doit être appréhendé comme un système ouvert et complexe fait d'interactions entre les différentes entités qui le composent en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels (Ehrenfeld, 2004, Hess, 2010 ; Abitbol, 2012 ; Cerceau & al., 2014). L'EI vise alors une restructuration du système productif actuel et plus largement des SIM, qui s'inscrirait au sein d'un contrat social renouvelé (Cloud, 1977 ; Hill, 2006 ; Figuière & Metereau, 2012 ; Metereau & Figuière, 2014).

2.2 L'économie circulaire : un projet institutionnel « public-privé »

Alors que le corpus intellectuel en EI s'est structuré progressivement, autour de la métaphore fondatrice de l'écosystème industriel, la structuration du projet d'EC est plus difficile à qualifier. L'EC peut apparaître comme une juxtaposition de différents modules aux inspirations variées : (Ecologie Industrielle, Eco conception, Approvisionnement durable, consommation durable, etc.). Cet état de fait découle d'une dynamique de structuration spécifique. Là où l'EI est une proposition académique avant d'être un concept opérationnel, L'EC est un projet institutionnel, souvent porté par des partenariats publics-privés.

L'EC est médiatisée par le succès qu'elle rencontre auprès des instances européennes et nationales, en Europe, mais aussi au Japon et en Chine (cf. point précédent). Les travaux du *European Academies' Science Advisory Council* (EASAC, 2015) notamment, s'appliquent à donner un contenu opérationnel au projet afin de le traduire en directives pour les politiques publiques européennes.

En France, dès 2012, le Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) reprend le terme à son compte et en fait l'un de ses axes de priorité. L'EC se retrouve ainsi à l'agenda de la conférence environnementale de 2012 et de 2013. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), opérateur de l'État pour accompagner la transition écologique et énergétique développe également des propositions pour mettre en œuvre l'EC. Il s'agit d'un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous tutelle conjointe du MEDDE et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. « *Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'ADEME met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public ses capacités d'expertise et de conseil* ». Sur son site on peut lire (mise à jour 26/08/2014) que l'axe « *écologie industrielle et territoriale* » est déclinée comme suit, « *dénommée aussi symbiose industrielle, (elle) constitue un mode d'organisation interentreprises par des échanges de flux ou une mutualisation de besoins* ». Cette assimilation est si réductrice qu'elle questionne la scientificité de la démarche de l'Ademe en matière d'EC.

L'Institut de l'EC (IEC) est créé en 2013, avec pour mission principale de favoriser la promulgation d'une loi sur l'EC en collaboration avec des acteurs privés pour que cette loi repose sur un consensus (cf. encadré 1). L'IEC fait sienne la définition de l'EC proposée par l'Ademe : un « *système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus.* » (Geldron, 2013 :4).

Encadré 1 2013 Création de l'Institut de l'Economie Circulaire (IEC), 2015 promulgation de la Loi sur la transition énergétique

L'IEC AFFICHE SEPT AMBITIONS, la septième : Faire évoluer la législation et la réglementation pour dynamiser l'économie circulaire

SON HORIZON TEMPOREL : **Le long terme** : « C'est vers un changement profond de notre modèle économique que nous voulons tendre. Ce changement imposera d'avancer étape par étape, la transition se faisant sur le long terme ». Et **2017** : c'est la fin du mandat de la majorité actuelle, et donc la date butoir que nous nous fixons pour qu'un projet de loi en faveur de l'économie circulaire soit présenté et voté.

MEMBRES FONDATEURS : Ecofolio (Société privée à but non lucratif dans le domaine du tri), Kedge Business School, Federec (Fédération d'acteurs du recyclage), Fondation Nicolas Hulot, GRDF, le groupe La Poste, le syndicat français de l'industrie cimentière.

PARTENAIRES INSTITUTIONNELS : Caisse des dépôts et consignations, Conseil économique, social et environnemental.

LA LOI RELATIVE A LA TRANSITION ENERGETIQUE pour la croissance verte, promulguée en 2015, fixe plusieurs objectifs pour faciliter la transition nationale vers une EC : une diminution de 10% des déchets ménagers ; un objectif de découplage entre croissance du PIB et les prélèvements de ressources naturelles avec une hausse de 30%, entre 2010 à 2030, du rapport entre PIB et consommation intérieure de matières visées.

Source: site de l'IEC consulté le 21 mars 2016 et le texte de la loi

Depuis sa création, l'IEC a néanmoins commandé de nombreux rapports (Aurez & Levy, 2013 ; Lévy & Aurez, 2014 ; Aurez & al., 2015 ; Bonnet-Fernandez et al., 2014 ; Perret, 2014), ce qui pourrait contribuer à terme à impulser une dynamique de structuration scientifique.

En Grande-Bretagne, force est de constater que la production la plus significative sur l'EC émane de la Fondation Ellen McArthur, fondation privée dirigée par l'illustre navigatrice (cf. encadré 2). Des textes nombreux et de qualité sont régulièrement mis en ligne. La nature des principales parties prenantes de la fondation ne laisse néanmoins aucun doute quant à leurs finalités : les préoccupations restent centrées sur les moyens de maintenir la profitabilité des entreprises en insérant la dimension environnementale.

Encadré 2 2010 création de la Fondation Ellen McArthur

The Ellen MacArthur Foundation was formed in 2010 to inspire a generation to rethink, redesign and build a positive future. The Foundation believes that the circular economy provides a coherent framework for systems level redesign and as such offers us an opportunity to harness innovation and creativity to enable a positive, restorative economy.

The Foundation is supported by a group of 'Founding Partners'— B&Q, BT, Cisco, National Grid and Renault. Each of these organizations has been instrumental in the initial formation of the Foundation, the instigation of this report and continues to support its activities in education, communications and working as a business catalyst.

McKinsey & Company, a global management consulting firm, provided the overall project management, developed the fact base and delivered the analytics for the report.

In addition to a number of leading academic and industry experts, an extended group of organizations provided input and expertise. They included Caterpillar, Cyberpac, Desso, EPEA, Foresight Group, ISE, Marks & Spencer, Product-Life Institute, Ricob, Turntoo, and Vestas.

Source : Ellen MacArthur Foundation (2013)

Il convient de souligner que *de facto*, ces portages institutionnels publics-privés, confèrent à l'EC une vocation directement normative –sans passer par la conception théorique–, qui devient un objectif légal, tant à l'échelle nationale qu'europpéenne.

Si l'immense majorité des travaux en EC n'affiche pas d'inscription théorique explicite, la nature des évolutions économiques qu'elle propose, inscrites dans un scénario *business as usual*, la situe donc *de facto* dans une approche orthodoxe ou *mainstream* de l'économie (London, 2008). Ces travaux sont donc *a priori* épistémologiquement compatibles avec l'approche *mainstream* de l'EI.

2.3 Emergence d'une économie circulaire « radicale »

On assiste néanmoins depuis très peu de temps au développement de travaux plus radicaux dans les domaines de l'EC (Grosse, 2010a, 2010b ; Kampelmann, 2016 ; Arnsperger & Bourg, 2016). Ainsi dans un article de Kampelmann publié en 2016, intitulé « Mesurer l'économie circulaire à l'échelle territoriale, une analyse systémique de la gestion des matières organiques à Bruxelles », semble amorcer une réflexion sur l'EC susceptible de proposer des « trajectoires alternatives » comme l'annonce le résumé : « (...) *cet article souligne l'existence de trajectoires alternatives vers la circularisation de l'économie et montre que ces alternatives ne sont pas neutres quant à leurs conséquences économiques, sociales et environnementales. La mesure de ces conséquences, (...), permet de faire ressortir deux trajectoires potentielles : celle d'une « troisième révolution industrielle », avec une prolongation de la logique de croissance économique basée sur l'accumulation de capital et une expansion quantitative, et celle d'une « post-croissance », créatrice d'une nouvelle organisation polycentrique du travail et d'un développement qualitatif moins intensif en capital.* » La lecture de l'article, comme les références mobilisées révèlent une très forte proximité avec les travaux en EI radicale.

Dans le même numéro de la revue de l'Ofce, Arnsperger et Bourg proposent une réflexion sur « une économie authentiquement circulaire ». Ici l'EC constitue un paradigme qui englobe et dépasse les projets plus parcellaires comme l'EI ou l'économie de la fonctionnalité, « *cela lui prescrit des exigences plus radicales que celles que même ses promoteurs les plus visionnaires ont tendance à lui imposer* » (p 94). La radicalité de la proposition ne fait aucun doute : « *une économie authentiquement circulaire est toute différente de ce que veulent encore et toujours nous « vendre » les chantres d'une « croissance verte ».* » (p 95). Les auteurs enfoncent encore le clou page suivante : « *la trop fréquente confusion des niveaux entre le micro et le macro, qui a souvent fait de la circular economy mainstream l'outil d'une consolidation technophile du capitalisme croissanciste* ».

Ces réflexions sont encore très marginales et l'EC reste largement dominée par les propositions institutionnelles centralement soucieuses de préserver le paradigme économique en vigueur.

3/Écologie Industrielle, Économie Circulaire et durabilité faible ou forte

Distinguer ces deux projets c'est également interroger les approches de la durabilité qui les sous-tendent, tout projet visant à rendre les activités humaines moins impactantes pour l'environnement, s'inscrivant nécessairement dans l'une de ces approches de manière plus ou moins explicite. Pour évaluer la durabilité d'une démarche, les économistes, sur la base des travaux d'Herman Daly (1990, 1992, 1997), se sont dotés au fil du temps d'un ensemble de critères (Figuière et *al.*, 2014, introduction). Ils peuvent ainsi positionner une proposition en durabilité faible ou forte, voire très faible ou très forte. Le propos va ici se contenter de prolonger des travaux qui ont déjà permis d'établir les positionnements des projets en EIM et en EIR en durabilité respectivement faible et forte (Metereau et Figuière, 2015). Sur cette base et sur la compatibilité préalablement établie entre l'EC et l'EIM, c'est l'hypothèse du positionnement de l'EC en durabilité faible qui va être testée en établissant un faisceau d'indices concordants autour de quelques traits dominants de la définition de la durabilité faible : « soutenir la croissance c'est permettre la protection de l'environnement » ; forte confiance dans les mécanismes de marché pour réguler l'activité économique en adéquation avec les impératifs environnementaux ; forte substituabilité entre capital naturel et capital humain et financier, et son corollaire, la confiance dans le progrès technique ; et monétarisation de capital naturel (Figuière et *al.*, 2014, xxi).

Centralité de l'économie et de la croissance

Vivien (2004) distingue trois catégories de travaux sur le développement durable chez les économistes. Selon lui, centralement préoccupé d'économie, « *le premier, qui exprime le point de vue de la théorie économique dominante, met en avant l'idée d'une croissance durable comme condition nécessaire et suffisante pour accéder à un développement soutenable* ». Symétriquement, une approche du développement durable centrée sur la croissance et les préoccupations économiques s'inscrit donc dans la théorie économique dominante, orthodoxe ou encore mainstream et donc par construction en durabilité faible (la durabilité forte ayant été conçue précisément pour contrer ces approches economicistes de l'environnement). Les indices suivants révèlent la compatibilité de l'EC avec cette approche.

- L'UE, dans un document d'orientation parle d'économie efficace en ressource et en donne la définition suivante (Commission européenne, 2011) : « *maximiser la croissance économique tout en limitant la pression sur les ressources* ».
- « *Intégrée dans les textes réglementaires par la nouvelle loi sur la transition énergétique¹, l'économie circulaire est devenue un enjeu économique et écologique majeur. La force de ce concept est de proposer une démarche opérationnelle pour la mise en œuvre du développement durable et notamment de son pilier économique.* » (Deboutière & Georgeault, 2015 :8).
- « *L'économie circulaire, dans son acception large, est un modèle de croissance économique qui allie impératifs écologiques et opportunités économiques. Quel que soit le pays étudié, il s'agit de s'appuyer sur la raréfaction des ressources pour développer des technologies et produits plus économes en ressources et à moindre impact environnemental (Japon, Allemagne, Pays Bas, Chine) et améliorer leur compétitivité.* » (Rouquet & Nicklaus, 2014 : 5)
- Sana (2008 :6) se base sur la définition de l'EC proposée par la fondation Ellen McArthur pour mettre en évidence les quatre sources de **création de valeur** qui découlent de la mise

en œuvre des sept axes de l'EC : la compacité des cycles, le potentiel de durée, le potentiel d'utilisation en cascade, la pureté des cycles. Son analyse révèle la centralité des préoccupations économiques.

- Le titre de l'article de Lanoie & Normandin (2015) est lui aussi explicite : « *L'Économie Circulaire, au-delà de ses vertus environnementales, un modèle d'affaires* ». Ce qui va dans le même sens que les travaux de la EMF (2013 p 38) : « *To investigate how circular business models can provide new opportunities for growth in consumer goods, we explored three categories for evidence that this approach can generate both incremental profits and substantial material savings. These categories were selected for their relevance as measured by the share of consumer spending they represent, the resources they use, and the waste they generate.* »

- Dans le cadre d'une mission de perspective réalisée en 2014 par le ministère de l'environnement, Perret souligne que dans les définitions de l'EC données par l'UE et l'ADEME, aucune distinction n'est faite sur le type de ressources utilisées : « *Il convient d'observer que toutes ces définitions font référence aux ressources et à leur optimisation de manière globale. Or, du point de vue de la soutenabilité du développement économique, il est nécessaire d'établir une distinction entre les ressources renouvelables (essentiellement la biomasse) et les ressources non renouvelables. Parmi celles-ci, on devra également distinguer les ressources rares et celles qui le sont moins.* » (p 11)

Marché autorégulateur

Les auteurs du texte fondateur, McDonough & Braungart en 2002, sont tout à fait explicites : en EC les réglementations environnementales ne seraient plus nécessaires du fait des propriétés des produits, cette déréglementation entraînerait un essor du commerce permettant de libérer la croissance. « *Non seulement notre nouvelle méthode de conception contournerait les réponses traditionnelles aux problèmes environnementaux (réduire, réutiliser, recycler), mais elle supprimerait également le besoin de réglementation, ce que toute personne dans les affaires saura apprécier.* » (p 143).

Le rapport du cabinet Asterès (2015 :101) est encore plus explicite : « *Un marché performant est un marché propre à garantir la qualité des flux, un juste prix et une transparence des transactions. Toutes les parties prenantes ont à y gagner. Une plus grande visibilité sur la disponibilité de la ressource permettrait d'accroître le recyclage final en France et d'accélérer la mutation vers des modèles de production plus circulaires. (...) Il est souhaitable et possible d'améliorer le fonctionnement du marché dans le prolongement du système existant et ce, sans en remettre en question les fondements. Les pistes vont de la mise en place de mécanismes propres à lisser les rigidités liées à l'offre ou à la demande, à la création d'une place de marché organisée autour d'une chambre de compensation et fonctionnant suivant un système d'adhésion.* »

La centralité du progrès technique

L'un des objectifs de l'EC est de faire passer le statut de certains déchets à celui de ressources potentielles. Le changement de statut a comme conséquence première de rationaliser la fonction de recyclage, vocation première de l'EC (Buclet, 2015a). Dans ce contexte l'environnement est considéré comme une « niche » permettant d'activer un levier de croissance, cette dernière devenant une condition nécessaire à la préservation des ressources naturelles. Le progrès technologique, notamment l'éco-conception, est central dans le développement de stratégies d'économie circulaire. « *L'écoconception ouvre la voie à la rentabilité pour toute entreprise qui l'adopte, laquelle se traduit par d'importantes retombées financières et par un avantage sur la concurrence. À la condition, bien sûr, que les hauts dirigeants soient convaincus de sa pertinence et qu'ils envoient des signaux clairs aux autres membres de l'organisation. Principe de base de gestion, direz-vous, qui s'applique ici comme ailleurs.* »

(Lanoie & Normandin, 2015 : 94). Les propositions du cabinet d'Asterès (2015 :7) sont également sans ambiguïté : « *Lâchons le mot : il y a derrière l'économie circulaire un projet politique qui permet de réconcilier toutes les formes de progrès, ce dont nous avons, en Europe, tant besoin... (...). Il s'agit de montrer que le progrès technologique (...) peut permettre le progrès économique (...), le progrès social (parce que ces activités génèrent des emplois inclusifs) et même le progrès moral (si l'on considère que l'environnement est un bien devant être protégé «pour lui-même»)* ».

Co-construction publique-privée, l'EC s'inscrit ainsi pleinement dans l'approche en termes de modernisation écologique du développement durable. « *Interprétation particulière de ce que doit être un « développement soutenable », la modernisation écologique caractérise une façon d'aborder le rapport économie/environnement et de résoudre l'antagonisme observé, qui privilégie la technique et l'innovation, l'efficacité écologique, les partenariats public-privé et le choix des solutions faisant appel au marché et aux investissements privés. (...) la protection de l'environnement ne doit plus apparaître comme un poids pour l'économie, mais comme une condition pour la croissance future et une source d'opportunité économique* » (Lefèvre, 2004)

Au vu de ces différents éléments, nous en concluons que le projet d'EC s'inscrit dans une conception faible de la durabilité. Par contre, sans surprise, les premiers travaux radicaux en EC se situent quant à eux explicitement en durabilité forte, ainsi pour Arnsperger et Bourg (2016 : 119) « *les indicateurs (d'EC authentique) devront pouvoir traduire un idéal de durabilité forte qui privilégie la régénération stationnaire des écosystèmes et des grands cycles de la biosphère par rapport à leur technicisation et à leur artificialisation* ».

Le tableau 2 ci-dessous propose une synthèse des spécificités de l'EC, de l'EIM et de l'EIR.

Tableau 2 Economie circulaire, écologie industrielle mainstream et radicale: éléments de différenciation

	<u>Economie circulaire</u>	<u>Ecologie Industrielle <i>Mainstream</i></u>	<u>Ecologie Industrielle Radicale</u>
Economie et environnement	Croissance verte	<i>Environmental Economics</i> Economie de l'environnement standard	« <i>Socio-ecological economics</i> » (Spash, 2011)
Durabilité du Développement	Durabilité faible	Durabilité faible	Durabilité forte
Démarche	Pragmatique	« Objective »/Quantitative/ Pragmatique »	Normative/Quantitative ET Qualitative/Théorique
Guidage	Par le marché, logique gagnant-gagnant	Par le marché, logique gagnant-gagnant	Une politique économique intégrant notamment le recours à l'EI dans un programme sociétal structurant
Approche disciplinaire	Souvent indistincte car très peu de travaux théoriques Economie standard implicitement	Science de l'ingénieur (étude du métabolisme industriel) et micro-économie (viabilité des parcs éco-indus)	Pluridisciplinarité et économie politique
Recours au Métabolisme	Néant	Métabolisme industriel	Métabolisme territorial
Approches éco-systémiques	Affichage	Systèmes fermés : parcs éco-indus conçus comme des « îlots de circularité »	Systèmes ouverts : Transformer la société dans son ensemble. Intégration des enjeux et des solutions à diverses échelles spatiales
Rapport au territoire	Approche globale	Approche a-spatiale	Approche territorialisée

Source : en prolongement de Figuière et al. (2014) et Metereau & Figuière (2015).

Conclusion

Alors que l'EI constitue explicitement l'un des axes de l'EC, ce papier a permis de montrer qu'il s'agit en fait de deux projets bien différents. Les travaux sur l'EI sont antérieurs à ceux sur l'EC et leurs développements académiques, bien plus fournis, s'inscrivent dans les différentes approches de la durabilité. Les travaux sur l'EC, majoritairement portés par des partenariats publics-privés, se situent quant à eux quasi-exclusivement dans une approche faible de la durabilité, même si certaines publications très récentes amorcent les premières propositions en faveur d'une EC radicale.

Notons encore que l'une des grandes différences entre les deux projets, réside dans la mobilisation de la métaphore écosystémique, fondatrice de tous les travaux en EI, mais très peu présente dans l'EC. Or il s'avère que cette métaphore est particulièrement féconde lorsque l'on cherche à repenser le fonctionnement de l'agriculture et son rôle dans le processus de développement (Metereau, 2016). L'objectif de souveraineté alimentaire portée par la *Via Campesina* (distinct de celui de sécurité alimentaire porté quant à lui par la FAO) a précisé cette ambition pour les pays en développement. Dans les travaux de cette association, la métaphore écosystémique est toujours mobilisée que ce soit au travers des projets d'agroécologie, ou de complémentarité entre productions d'aliments et d'énergie, notamment. Préciser les objectifs et les méthodes de l'EI et de l'EC permet donc de progresser dans les propositions pour repenser en particulier ce rôle de l'agriculture dans les processus de développement.

Bibliographie

- Abitbol L** (2012) *Initier des coopérations inter-organisationnelles dans les démarches d'écologie industrielle et territoriale : une relecture en termes de sociologie de la traduction et de la théorie des objets-frontière*. Thèse en sciences de gestion. Lyon. 297p
- Adoue C, Beulque R, Carré L, Couteau J** (2014) *Quelle stratégie d'entreprise pour une économie circulaire moteur de croissance ? Amorcer la transition, construire le modèle de demain*. Rapport pour l'institut de l'économie circulaire. 72p.
- Allenby B** (1992) *Design for environment: implementing industrial ecology*. Thèse en Science environnementale, University of New Jersey. 379p
- Allenby B & Cooper W** (1994) Understanding Industrial Ecology from a Biological Systems Perspective. *Total Quality Environmental Management*. 343-354
- Allenby B, Richards D & Frosch R** (1994) The greening of Industrial Ecosystems: overview and perspective. In B. Allenby, & D. Richards (Eds), *The greening of Industrial Ecosystems*. National Academy Press, 1-19
- Arsnperger C & Bourg D** (2016) Vers une économie authentiquement circulaire : réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité. *Revue de l'OFCE* (145). 93-125
- Asterès / Ecofolio** (2015) *0 déchets, 100% croissance : manifeste pour une économie circulaire des papiers*, 119p.
- Aurez V & Lévy J-C** (2013) *Économie circulaire, écologie et reconstruction industrielle ?*. Paris, éd. CNCD. 26p
- Aurez V, Tan A, Deboutière A, Carré L, Schnebelen N** (2015) *L'économie circulaire, une trajectoire clé pour la lutte contre le dérèglement climatique*. Rapport pour l'Institut de l'Economie Circulaire. 80p
- Barles S** (2010) Écologie urbaine, industrielle et territoriale. In Coutard O & Levy J-P (dir.) *Écologies urbaines*. Economica, 61-83

- Billen G, Toussaint F, Peeters P, Sapir M, Steenhout A, Vanderborght J-P** (1983) *L'écosystème Belgique : Essai d'écologie Industrielle*. Centre de recherche et d'Information Socio- Politique (CRISP). 155p
- Bonnet-Fernandez D, Petit I, Lancini A** (2014) L'économie circulaire : quelle mesure de la performance économique, environnementale et sociale. *Working Paper. IPAG*. 27p
- Brulot S** (2009) *Mise en œuvre de projets territoriaux d'écologie industrielle en France : vers un outil méthodologique d'aide à la décision*. Thèse en Science de l'environnement. Troyes. 427p
- Buclet N** (2011) *Ecologie industrielle et territoriale*. Presses Universitaire du Septentrion. 309p
- Buclet N** (2015a) *Ecologie Industrielle et Economie Circulaire : définitions et principes*. In Alix Y, Mat N & Cerceau J. *Economie circulaire et écosystème portuaire*. 27-41
- Buclet N** (2015b) *Essai d'écologie territoriale : l'exemple d'Aussois en Savoie*. CNRS édition. 216p
- Cerceau J, Junqua G, Gonzalez C, Laforest V & Lopez-Ferber M** (2014) Quel territoire pour quelle écologie industrielle? Contribution à la définition du territoire en écologie industrielle. *Développement durable et territoires* 5(1)
- Cloud P** (1977) Entropy, materials, and posterity. *Geologische Rundschau*. 66(1). 678-696
- Daly H** (1990) Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics* 2(1), 1-6.
- Daly H** (1992) *Is the entropy law relevant to the economics of natural resource scarcity? Yes, of course it is?* Journal of Environmental Economics and Management (23), 91-95
- Daly H** (1997) Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz. *Ecological Economics* 22 (3), 261-266
- Deschamps J, Wehring Y & Geldron A** (2014) *Guide méthodologique du développement des stratégies régionales d'économie circulaire en France*. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par Auxilia. 98p
- EASAC** (2015) *Circular Economy. A commentary from the perspectives of the natural and social sciences*, nov., 17 p.
- Ehrenfeld J** (2004) Industrial ecology: a new field or only a metaphor?. *Journal of Cleaner Production*, n° 12. 825-831
- Ellen MacArthur Foundation EMF** (2013) *Towards the circular economy 2: Opportunities for the consumer goods sector* 112p
- Erkman S** (1997) Industrial Ecology: an historical view. *Journal of cleaner production*. 1-10
- Erkman S** (1998) *Vers une écologie industrielle : comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper industrielle*, Ed. Charles Léopold Mayer. Paris. 251p.
- Figuière C & Metereau R** (2012) *Ecologie industrielle : le secteur agroalimentaire comme point de départ pour une organisation écosystemique des activités humaines*. *Colloque inter-disciplinaire sur l'écologie industrielle et territoriale (COLEIT)*, Université de technologie de Troyes
- Figuière C, Boidin B & Diemer A** (2014) *Économie politique du développement durable*, de boeck. 267p
- Fischer-Kowalski M** (1998) Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part I, 1860 - 1970. *Journal of Industrial Ecology* 2(1): 61-78
- Fischer-Kowalski M & Haberl H** (2007) *Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use*. Edward Elgar Publishing. 275p
- Fischer-Kowalski M** (2011) Analyzing sustainability as a shift between socio-metabolic regimes. *Environmental Innovation and Social transition* (1). 152-159
- Frosch R & Gallopoulos N** (1989) Strategies for manufacturing. *Scientific American*. 261(3). 144-152.
- Geldron A** (2013) *Economie Circulaire: notions*. *Fiche technique de l'ADEME*. 10p
- Georgescu-Roegen N** (1987) The entropy law and the economic process in retrospect. *Schriftenreihe des IÖW*. Vol. 5.
- Grosse F** (2010a) De l'économie circulaire à l'économie de la fonctionnalité : vertus et limites du recyclage. *Futuribles* (365), 99-124
- Grosse F** (2010b) Is recycling "part of the solution"? The role of recycling in an expanding society and a world of finite resources, *S.A.P.I.E.N.S.* (3)1. 17p
- Hess G** (2010) The Ecosystem: model or metaphor. *Journal of industrial ecology* 10(2). 270-285.

- Hill S B** (2006) Redesign as deep industrial ecology: lessons from ecological agriculture and social ecology, in Côté R, Tansey J, Dale A. (dir.) *Linking Industry & Ecology: A question of design*, UBC Press, Vancouver, p. 29-49
- Hutchinson, G** (1970). The biosphere. *Scientific American*. Vol.223(3). 45-53
- Kampelmann S** (2016) Mesurer l'économie circulaire à l'échelle territoriale. Une analyse systémique de la gestion des matières organiques à Bruxelles. *Revue de l'OFCE*, 1(145), 161-184
- Lambert F M & Georgeault L** (2014) Les axes majeurs du développement d'une politique d'économie circulaire. *Responsabilité et Environnement*, numéro spécial Economie Circulaire : un enjeu global pour une utilisation durable des ressources. 19-22
- Lefèvre M** (2004) Les firmes multinationales face au risque climatique : sauver le capital en sauvant la terre ?, *VertigO*, 5(2)
- Lemoigne R** (2014). *L'Économie Circulaire : Comment la mettre en œuvre dans l'entreprise grâce à la reverse supply chain*. Edition Dunod. 224p
- Lévy J-C & Aurez V** (2014) *L'économie circulaire : un désir ardent des territoires*. Presses des Ponts. 208p
- Lordon F** (2008) Qu'est-ce qu'une économie politique hétérodoxe ?, in Lordon (Dir.) *Conflits et pouvoirs dans les institutions du capitalisme*, Presses de Sciences Po
- McDonough W & Braungart M** (2002) *Cradle to Cradle. Créer et recycler à l'infini*. Alternatives, 240p
- Meadows D H, Meadows D L, Randers J & Behrens W W** (1972). *The limits to growth*. New York, 102p
- MEDDE** (2014) L'économie circulaire, un nouveau modèle économique. *Commissariat général au Développement durable*. 2p
- Metereau R** (2016) *Les stratégies du mouvement coopératif paysan au Nicaragua : leviers d'écodéveloppement ?*, Thèse de Sciences Economiques, Université Grenoble Alpes. 422p
- Metereau R & Figuière C** (2014a) Au carrefour de l'Écologie Industrielle et du SYAL, premier jalons pour faire progresser la durabilité d'un développement rural localisé. *Développement Durable et Territoire*(5)1. 18p
- Metereau R & Figuière C** (2014b) Système coopératif localisé, stratégies collectives paysannes et agroécologie au Nicaragua : prétexte pour une Économie politique de l'Écologie industrielle. *Conférence interdisciplinaire sur l'écologie industrielle et territoriale* (COLEIT). Troyes : Université de technologie de Troyes, 9-10 octobre, 9p
- Metereau, R, Figuière, C** (2015) Écologie industrielle. Le secteur agroalimentaire comme point de départ pour une organisation écosystémique des activités humaines. In Junqua, G., Brullot, S. (dir.) *Écologie industrielle et territoriale*, actes du COLEIT. Presses des Mines, 217-232
- Nzamujo G** (2010) *Songhai; quand l'Afrique relève la tête*, Cerf, 144 p
- Opoku H & Keitsch M** (2006). Une approche objective de la durabilité ? Théories des implications scientifiques et politiques de l'écologie industrielle. *Écologie et politique*, n° 32, p. 141-152
- Passet R** (1979) *L'économie et le vivant*. Payot, 287p
- Passet R** (2006) Les thermodynamiques du développement. In Berr E & Harribey J-M. (dir.), *Le développement en question(s)*, Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux.
- Pearce D W, & Turner R K** (1990) *Economics of natural resources and the environment*. JHU Press. 378p
- Perret B** (2014) *L'économie Circulaire, état des lieux et perspectives*. Rapport pour le Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Énergie. Paris. 88p.
- Rouquet R & Nicklaus D** (2014) *Comparaison internationale des politiques publiques en matière d'économie circulaire*. Collection « Études et documents » du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)
- Sana F** (2014) L'Économie Circulaire : changement complet de paradigme économique. *Note d'analyse pour « Pour la solidarité »*. 24p.
- Vivien F-D** (1994) *Économie et Écologie*. La découverte. 128p
- Vivien F-D** (2004) Un panorama des propositions économiques en matière de soutenabilité, *VertigO*, 5(2)
- Wolman A** (1965) The metabolism of cities. *Scientific American* 213(3), 179-190