



HAL
open science

L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial ?

Amadou Niang

► **To cite this version:**

Amadou Niang. L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial?. Economies et finances. Université Paris-Saclay, 2021. Français. NNT : 2021UPASB055 . tel-03635051

HAL Id: tel-03635051

<https://pastel.hal.science/tel-03635051>

Submitted on 8 Apr 2022

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.

L'économie circulaire, une innovation au
service du développement territorial ?

*The circular economy, an innovation for
territorial development?*

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay

École doctorale n°581 : agriculture, alimentation, biologie,
environnement et santé (ABIES)

Spécialité de doctorat: Sciences économiques

Unité de recherche : Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech,
UMR SAD-APT, 75005, Paris, France.

Référent : AgroParisTech

**Thèse présentée et soutenue à Paris-Saclay,
le 02/12/2021, par**

Amadou NIANG

Composition du Jury

Maryline FILIPPI Professeure, Bordeaux Sciences Agro	Présidente
Danielle GALLIANO Directrice de Recherche, INRAE Centre Occitanie-Toulouse	Rapporteur & Examinatrice
Muriel MAILLEFERT Professeure, Université Lyon 3	Rapporteur & Examinatrice
Sabrina BRULLOT Enseignante-chercheure, Université de technologie de Troyes	Examinatrice
Hélène REY-VALETTE Maîtresse de Conférences, Université de Montpellier	Examinatrice

Direction de la thèse

André TORRE Directeur de Recherche, INRAE Centre IdF-Versailles-Grignon	Directeur de thèse
Sébastien BOURDIN Professeur, Ecole de Management de Normandie	Co-Encadrant & Examineur



THESE DE DOCTORAT

DE

L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY

PREPAREE A

AgroParisTech

Spécialité : Sciences économiques

École doctorale n°581

Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES)

par

Amadou NIANG

L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial ?

Financée par l'ADEME et les programmes PSDR



Maison du doctorat de l'Université Paris-Saclay
2ème étage aile ouest, Ecole normale supérieure Paris-Saclay
4 avenue des Sciences,
91190 Gif sur Yvette, France

À MON ONCLE **ALGASSIMOU NIANG** « Maître », instituteur rigoureux
qui m'a montré très tôt le chemin.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement mes co-encadrants, André TORRE et Sébastien BOURDIN, pour leur disponibilité, leur encadrement motivant, ainsi que la confiance et la liberté d'initiative qu'ils m'ont accordées dans l'organisation de ce travail recherche. Je vous dis très chaleureusement merci pour avoir co-dirigé cette thèse ! Vos apports et relectures attentives, très enrichissants et complémentaires, ont permis d'approfondir et de rehausser le niveau des publications. Merci beaucoup de cette opportunité que vous m'avez donnée de contribuer à l'avancée des connaissances scientifiques pour et au service d'un développement plus soutenable de nos territoires.

Je remercie également Delphine GALLAUD, Blandine LAPERCHE et Jean-Baptiste BAHERS, tous membres de mon comité de suivi de thèse, pour les conseils avisés et les orientations sur les différentes questions traitées dans cette thèse. Merci de votre disponibilité, du sens critique et de la pertinence tellement bénéfique de vos observations.

Je veux également remercier l'ensemble des membres de l'équipe proximité de l'UMR SADAPT, INRAE, AgroParisTech pour l'accueil et les échanges, notamment lors des formidables réunions et animations scientifiques. J'ai apprécié les différentes thématiques de recherche développées au sein de l'équipe, et beaucoup appris à vos côtés. Je vous en remercie très sincèrement.

La réalisation de cette thèse est rendue possible par le soutien financier de l'ADEME et de l'INRAE à travers le programme PSDR, avec le concours administratif des personnels de soutien des deux organismes, et de l'ingénieur référent ADEME, Guillaume BASTIDE que je remercie particulièrement.

Merci à tous ceux qui m'ont aidé et ont contribué à ce travail par leur disponibilité, réponses, conseils et fourniture de données précieuses, notamment le Syndicat mixte du Point Fort et l'ensemble des personnes et structures qui ont accepté de participer à cette recherche. Je leur adresse mes remerciements qui vont tout particulièrement à l'endroit d'Emma BOURSAULT pour sa précieuse participation à la réalisation des entretiens, et de Luc TESSIER pour les données, ayant permis l'aboutissement de ce travail.

J'exprime également toute ma reconnaissance à Hélène REY-VALETTE qui a apprécié mon travail et donné la possibilité de poursuivre ma formation par la

recherche en réalisant cette thèse de doctorat. Cette reconnaissance va également à l'endroit de Claire PERNOLLET, Matthieu GUILLEMAIN et Pierre MAUREL qui m'ont fait découvrir la recherche et encouragé dans cette aventure. Merci beaucoup pour les stages de master qui m'ont beaucoup appris et ont contribué indirectement à la réussite de ce travail de recherche.

Enfin, mes remerciements et reconnaissances vont tout droit à l'endroit de mes chers parents qui m'ont soutenu, encouragé et accompagné dans ce long parcours de réalisation de mon projet professionnel et dans mes ambitions.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Articles publiés dans des revues avec comité de lecture

Niang A., Torre A., Bourdin S., 2021. Territorial governance and actors' coordination in a local project of anaerobic digestion. A social network analysis. *European Planning Studies*, 1-20.

Niang A., Bourdin S., Torre A., 2020. L'économie circulaire, quels enjeux de développement pour les territoires ? *Développement durable et territoires*, 11(1).

Articles soumis

Niang A., Torre A., Bourdin S., (en revision dans *Environmental Science and Policy*). How do local actors coordinate to implement a successful anaerobic digestion project?

Niang A., Bourdin S., Torre A., (à paraître dans la *Revue d'Economie Industrielle*). Vers une territorialisation des dynamiques de l'économie circulaire ? Analyse du cas français, 2008 – 2015.

Contribution à des articles collectifs hors thèse

Niang A., Rey-Valette H., Maurel P., Ose K., Jabbour C., Salles J-M., 2021, Évaluation des impacts d'une infrastructure de données satellitaires : application à la gestion des coupes rases en France. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 3, 473-494.

Jabbour C., Maurel P., Rey-Valette H., Salles J-M., Niang A., 2019. Identification des impacts économiques d'une infrastructure de données géospatiales sur le développement territorial. *Management des technologies organisationnelles*, Presses Universitaires des Mines, 27-40.

Participation à des conférences et séminaires

Torre A., Niang A., Bourdin S. Proximity analysis of local actors' coordination in the circular economic process. A study case on methanisation based on social networks approach. 13th World Congress of the RSAI, online from 25 - 28 May 2021.

Torre A., Niang A., Bourdin S. Proximity analysis and circular economy. A study case on methanisation. 67th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International, NARSC 2020 Virtual Conference, November 9-13, 2020.

Torre A., Niang A., Bourdin S. Territorial governance and coordination of stakeholders in local biogas projects. An analysis of social networks. ERSA Web Conference 2020, 25 - 27 August.

Niang A. Gouvernance territoriale et coordination des acteurs dans le processus local de méthanisation. Une analyse des réseaux sociaux. Doctoriales de l'UMR SADAPT, INRAE, AgroParisTech, 2 mars 2020, Paris.

Niang A. L'économie circulaire, quels enjeux de développement pour les territoires ? Doctoriales de l'UMR SADAPT, INRAE, AgroParisTech, 29 juin 2018, Paris.

Niang A. L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial rural ? Doctoriales de l'ASRDLF, 28, 29 et 30 mars 2018, Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine, université de Grenoble Alpes.

Niang A. L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial rural ? Doctoriales de l'UMR SADAPT, INRAE, AgroParisTech, 23 juin 2017, Paris.

Présentation de posters

Niang A. L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial rural ? Journées des doctorants ABIES 2019 des 16 et 17 avril 2019.

Niang A. Vers une écologisation des pratiques des parties prenantes favorable au développement durable des territoires. Séminaire économie INRA – Irstea, 12 et 13 novembre 2018, Montpellier.

Niang A. L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial rural ? Journées des Doctorants ADEME 2017, 13 - 15 mars 2017, Angers.

ABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. L'IMPORTANCE DE LA PRISE EN COMPTE DES PROBLÉMATIQUES

ENVIRONNEMENTALES15-18

1.1. Vers une prise de conscience environnementale18-21

1.2. Des instruments de régulation ou de gestion environnementale21-23

1.3. Des politiques publiques de transition écologique de l'économie23-24

2. DE LA NÉCESSITÉ DE CHANGEMENT ET D'ÉVOLUTION DES MODES ACTUELS DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION25-26

2.1. Vers un modèle de transformation économique circulaire26-27

2.2. Le modèle d'économie circulaire27-29

2.3. Vers une écologisation des pratiques30-31

3. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE.....31

3.1. De l'importance d'une territorialisation des stratégies circulaires31-33

3.2. Des limites d'une approche locale de la transformation circulaire fondée sur la seule efficacité technologique des ressources33-34

3.3. De la nécessité d'une approche organisationnelle de territorialisation des pratiques de circularité35-36

3.4. Quels apports du cadre d'analyse du développement territorial à la compréhension des approches locales de circularité36-38

4. CADRE D'APPLICATION ET DÉMARCHES MÉTHODOLOGIQUES 39

4.1. PARTIE I (chapitre 1) : Un état de l'art des synergies entre les concepts d'économie circulaire et de développement territorial durable38-39

4.2. PARTIE II (chapitre 2) : Une analyse de la dynamique de progression de l'économie circulaire dans sa définition territoriale et spatiale39-40

4.3. PARTIE III : Une étude de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire	40-41
4.3.1. Chapitre 3 : Territorial governance and actors' coordination in a local project of anaerobic digestion. A social network analysis	42
4.3.2. Chapitre 4 : How do local actors coordinate to implement a successful anaerobic digestion project?	43-44

CHAPITRE 1 : L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE QUELS ENJEUX DE DÉVELOPPEMENT POUR LES TERRITOIRES ?

Résumé.....	45
Introduction.....	46-48

1. METTRE EN PLACE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : VERS UNE REFORME PROFONDE DES MODES DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION

48-50

2. LES ENJEUX DE LA TERRITORIALISATION DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE.....

50

2.1. Quel territoire de référence ?50-52

2.2. Quelle échelle de déploiement des actions pour l'économie circulaire ?..52-53

3. L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE COMME PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL SOUTENABLE : QUELLES APPROCHES POSSIBLES ?

53-54

3.1. Une approche par les démarches opérationnelles de l'économie circulaire : l'exemple de l'écologie industrielle et territoriale.....54-55

3.2. Une approche par les trajectoires d'innovation de l'économie circulaire..55-56

3.3. La gouvernance de l'économie circulaire, induite par les proximités.....56-58

CONCLUSION ET PISTES DE RECHERCHE

58-60

BIBLIOGRAPHIE.....

60-66

CHAPITRE 2 : VERS UNE TERRITORIALISATION DES DYNAMIQUES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ? ANALYSE DU CAS FRANÇAIS, 2008 – 2015

Résumé.....	67
-------------	----

INTRODUCTION

68-71

1. L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE COMME FACTEUR D'ANCRAGE ET DE CROISSANCE LOCALE DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

71-74

2. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DYNAMIQUES SPATIALES ET D'ÉVOLUTION DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

74-75

2.1. Données et définition du champ de la sphère économique circulaire	75-76
2.2. Mesures statistiques des dynamiques locales de l'emploi circulaire	76-78

3. RÉSULTATS

3.1. Une croissance de l'emploi circulaire supérieure à la croissance de l'emploi total	78-79
3.2. Des activités circulaires davantage métropolitaines	79-81
3.3. Un effet régional marqué de la répartition spatiale des activités circulaires.....	82-84
3.4. Une diagonale du vide des activités d'économie circulaire	84-86

CONCLUSION	86
-------------------------	----

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	87-92
--	-------

ANNEXE :	93-94
-----------------------	-------

CHAPITRE 3: TERRITORIAL GOVERNANCE AND ACTORS' COORDINATION IN A LOCAL PROJECT OF ANAEROBIC DIGESTION, A SOCIAL NETWORK ANALYSIS

ABSTRACT	95
-----------------------	----

INTRODUCTION	96-98
---------------------------	-------

1. ANAEROBIC DIGESTION AS A TOOL FOR INNOVATION AND RURAL TERRITORIAL GOVERNANCE	98-100
---	--------

2. PRESENTATION OF THE CASE STUDY	100-102
--	---------

3. METHODOLOGY FOR ANALYSING THE TERRITORIAL GOVERNANCE OF ANAEROBIC DIGESTION PROJECT	103-105
---	---------

4. NETWORKS OF ANAEROBIC DIGESTION STAKEHOLDERS	105-106
--	---------

4.1. The network of exchange of material and energy flows	106-108
---	---------

4.2. The exchange network in terms of communication.....	109-111
--	---------

5. WHAT ARE THE IMPLICATIONS FOR THE TERRITORIAL GOVERNANCE OF ANAEROBIC DIGESTION?	111-113
--	---------

CONCLUSION	113
-------------------------	-----

ACKNOWLEDGEMENTS	114
-------------------------------	-----

REFERENCES	114-119
-------------------------	---------

ANNEX 1: Interview details	120
---	-----

ANNEX 2: Measures of centralities in the material and energy exchange network.....121

ANNEX 3: Measures of centralities in the network of communication relationships.121

CHAPITRE 4: HOW DO LOCAL ACTORS COORDINATE TO IMPLEMENT A SUCCESSFUL ANAEROBIC DIGESTION PROJECT?

ABSTRACT 123

INTRODUCTION 124-127

2. SITE DESCRIPTION AND RESEARCH METHOD 127

2.1. Case Study: The SMPF of Cavigny 127-129

2.2. Study methodology: social networks and proximity relationships 129-131

3. RESULTANTS 131

3.1. Exchanges on the technical and innovation trajectories at work at the local level 131-133

3.2. The social links maintained by the AD actors..... 133-136

3.3. Proximity links of the AD actors 136

3.3.1. Geographical proximities that strengthen local ties 136-138

3.3.2. Organized proximities that allow for collective action and conflict management 138-140

4. CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS..... 140-142

ACKNOWLEDGEMENTS..... 142

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 142-146

APPENDIX 1: The variables studied 147

CONCLUSION GÉNÉRALE & DISCUSSION 148-150

Quelles implications de l'économie circulaire sur la pratique de l'action publique territoriale ?..... 150-152

Quelques limites de cette recherche 152-153

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 153-168

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. L'IMPORTANCE DE LA PRISE EN COMPTE DES PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES

La croissance des activités économiques, longtemps confondue avec le progrès et le bien-être des sociétés humaines (OECD, 2018), est devenue une préoccupation majeure de l'humanité pour un développement durable de la planète. Le monde scientifique s'accorde sur l'idée que le système économique industriel actuel de production et de consommation de masse n'est pas adapté pour un développement humain respectueux de l'environnement. Ce constat s'est popularisé ces dernières années au sein de l'opinion publique en raison des impacts négatifs de plus en plus visibles des activités humaines sur les équilibres naturels des écosystèmes.

La croissance économique est un phénomène relativement récent, qui s'est surtout affirmé entre les XVIIIème et XIXème siècles, au lendemain des révolutions agricoles et industrielles. Dès lors, l'humanité commence à produire toujours plus grâce au progrès technique et à la globalisation de l'économie comme leviers de croissance. Contrairement aux sociétés préindustrielles, qui rentabilisaient essentiellement les ressources disponibles localement pour produire suffisamment de biens destinés à l'autoconsommation (Fischer-Kowalski, 1998), un système d'exploitation industriel des ressources naturelles et énergétiques s'installe, considérant la nature comme un stock illimité de ressources à activer (Mathews, 2011). Ainsi, au cours du XXème Siècle, 70% de la population mondiale vivant dans des sociétés rurales traditionnelles, marquées par des activités agricoles, s'insère dans un monde industriel tourné vers une économie marchande qui incite à toujours produire plus et moins cher pour être rentable et compétitif.

Les activités humaines s'intensifient, les innovations technologiques permettent d'extraire des quantités toujours plus importantes de ressources naturelles avec des taux d'extraction accélérée de 3,2% par an depuis l'an 2000 (International Resource Panel - IRP, 2019), qui entraîne une surexploitation de la planète, au-delà de ses limites physiques, qui s'imposent à l'Homme (Crutzen, 2002). Les prélèvements toujours plus importants de matières et leur transformation, qui requièrent l'utilisation de beaucoup

d'énergie, se font ainsi dans une quête perpétuelle de croissance incitant toujours à produire et à consommer massivement (OECD, 2001 ; Krausmann et al., 2009). Au-delà de l'épuisement des ressources qui deviennent de plus en plus rares, les déchets et substances polluantes générés de manière croissante accélèrent l'érosion de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes naturels, et le dérèglement climatique. Ces dégradations environnementales sont étroitement liées à l'accroissement de la population mondiale, ses modes de vie et de consommation, ainsi qu'à la composition de la production, d'autant que la croissance du PIB mondiale est fonction de la consommation des ressources environnementales¹ (Krausmann et al., 2009).

Le rapport de l'International Resource Panel (IRP) de 2019, indique ainsi que la consommation des ressources naturelles est passée de 27 à 92 milliards de tonnes au cours des cinq dernières décennies, pendant que la population mondiale a été multipliée par 2 sur la même période (IRP, 2019). Les rédacteurs du rapport estiment que cette tendance ne pourra que s'accroître pour augmenter de 110 % en 2060 par rapport aux niveaux de 2015 pour atteindre 190 milliards de tonnes, avec un maintien de la consommation à des niveaux élevés, un recul de la pauvreté à l'échelle mondiale et une croissance démographique soutenue, estimée à 2 milliards de consommateurs supplémentaires à l'horizon 2050 (IRP, 2019). Dans ces conditions, l'ONG Global Footprint Network estime que l'humanité aurait consommé au 22 août 2020 l'ensemble des ressources que la planète serait capable de régénérer au cours de la même année (Global Footprint Network, 2020)².

Sur les conséquences en termes de changement climatique, l'équation IPAT (voir note 1) s'exprime sous la forme de l'identité de Kaya (1990) qui permet de calculer la croissance des émissions de Gaz à effet de Serre (GES) en une somme des taux de croissance de quatre autres facteurs³ d'ordre démographique, économique et de consommation d'énergie fossiles. En effet, le 4^{ème} rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) de 2007 indique que la croissance de 1,9 % des émissions de GES par an dans le monde entre 1970 et 2004 s'explique par

¹ Cette relation s'exprime par l'équation $I = PAT$ qui a été popularisée par Ehrlich et Holdren, (1971), et permet de mesurer les impacts environnementaux des activités humaines (I), en fonction de la taille de la population (P), de son niveau de richesse (A) et des facteurs techniques disponibles pour la production (T).

² Le « *jour du dépassement* » est un indicateur permettant de mesurer l'empreinte écologique, calculé tous les ans par le Global Footprint Network sur la base de trois millions de données statistiques de 200 pays. Il indique la date à partir de laquelle la consommation de ressources environnementales au cours d'une année dépasse la capacité de régénération naturelle de la planète à la même année. Cette date n'a cessé de progresser, passant du 29 décembre en 1970 au 29 juillet en 2019 ; elle a reculé de trois semaines pour l'année 2020, en raison des mesures de confinement de lutte contre la pandémie de COVID-19 (Global Footprint Network, 2020).

³ Il s'agit de la croissance de la population, de la croissance du PIB par habitant, de l'intensité énergétique qui mesure la consommation d'énergie primaire par unité du PIB et l'intensité carbonique de l'énergie qui exprime le niveau d'émissions de GES par unité de consommation d'énergie primaire.

une croissance annuelle de 1,6% de la population, de 1,8% de croissance du PIB par habitant, ainsi qu'une baisse annuelle de 1,2% de l'intensité énergétique et de 0,2 % de l'intensité carbonique (GIEC, 2007). Pendant cette période, le PIB mondial a été donc multiplié par 4, entraînant une augmentation des volumes d'émissions mondiales de Gaz à effet de Serre (GES), de l'ordre de 80 % sur la même période (INSEE, 2017).

Ce phénomène s'est rapidement avéré problématique, en raison des dégradations écologiques. Dans son dernier rapport de 2018, le GIEC ajoute que les conséquences du dérèglement climatique se font déjà sentir par une élévation moyenne des températures à la surface du globe d'1°C au-dessus des niveaux préindustriels (GIEC, 2018). Par conséquent, les phénomènes naturels ayant des effets socioéconomiques néfastes sur les sociétés humaines, y compris les plus résilientes, se multiplient. Au premier rang, la montée des océans, la sécheresse, les tempêtes ou inondations, les vagues de chaleur et canicules meurtrières, affectent durablement les sociétés avec des risques d'instabilités accrues, qui entraînent des déplacements massifs de populations. Il est toutefois important de noter qu'en raison du ralentissement économique lié à la crise sanitaire de la COVID-19, l'empreinte écologique⁴ mondiale s'est réduite au total de 9,3 %, par rapport à la même période en 2019, entraînant une diminution des émissions de GES de 14,5 % (Global Footprint Network, 2020). L'empreinte carbone des ménages en France a ainsi diminué de 36 % en avril 2020 par rapport à 2019, grâce à l'effet combiné de la diminution des déplacements et de la consommation des biens et services, ayant entraîné une baisse des émissions indirectes des GES (INSEE, 2021). Après ce repit, une hausse historique de 5% des émissions mondiales de CO₂ est attendue en 2021, principalement liée à une croissance de 4,6% de la demande d'électricité (principalement du charbon), estimé dans le nouveau rapport « *Global Energy Review* » de l'Agence internationale de l'énergie (International Energy Agency - IEA, 2021). Ce rebond, qui devrait effacer la forte baisse des émissions de CO₂ enregistrées en 2020, serait la plus forte augmentation annuelle depuis 2010, et pourrait davantage s'accroître en 2022, du fait de la reprise économique.

Pour ce qui est des effets sur la biodiversité, l'extinction en masse des espèces animales et végétales se fait actuellement à un rythme accéléré de 100 à 1000 fois plus rapide que le taux naturel (Rockström et al., 2009 ; Newton et Cantarello, 2014). L'ONG WWF (2016) soutient que 58 % des populations d'espèces de vertébrés ont disparu entre 1970 et 2012, sous l'effet principal des activités humaines. Les experts de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), qui

⁴ Indicateur élaboré par Rees et Wackernagel (1996) qui mesure la surface terrestre nécessaire pour accueillir toutes les activités humaines. Le Global Footprint Network estime qu'il faudrait en réalité 1,6 planète Terre pour subvenir aux besoins de l'humanité (Global Footprint Network, 2020).

estiment à 1.000.000 d'espèces menacées de disparition, qualifient dans leur rapport de mai 2019 le taux d'extinction de dangereux déclin de la nature et de sans précédent (IPBES, 2019).

Enfin, l'intensité des pressions sur l'environnement est inégalement répartie entre les pays dans le monde. À titre d'exemple, en 2014, aux États-Unis, chaque citoyen a consommé l'équivalent de 28 tonnes de matières premières, alors que cet indice de consommation intérieure s'établit en Chine à 24 tonnes par habitant, contre 9 au Japon et 11,7 en France (CGDD, 2017). Cependant, le développement des échanges internationaux, obligeant chaque pays à s'insérer dans une économie globalisée, bouleverse les équilibres et contribue à brouiller les responsabilités. Les ressources naturelles, de plus en plus rares et limitées, sont également géographiquement inégalement réparties. Leur contrôle et leur acquisition font l'objet d'une compétition géostratégique rude entre pays industrialisés et puissances émergentes, qui cherchent à « *ratrapper leur retard de croissance* ». Ceci génère des tensions géopolitiques et l'accaparement des ressources dans des pays ayant jusque-là contribué le moins à ces pressions anthropiques, avec toutes les conséquences négatives que subissent les populations locales.

Au-delà, ces problèmes de surexploitation des ressources communes pouvant aller jusqu'à leur épuisement total, peuvent également entraîner la rivalité entre individus ou secteurs de production (la tragédie des communs)⁵, qui augmente les coûts marginaux d'exploitation pouvant détruire des emplois et de métiers. C'est notamment le cas des compétitions entre pêcheurs dans tous les continents pour le contrôle des ressources halieutiques, obligeant certains gouvernements à conclure des accords de pêche afin de répartir l'accès aux stocks.

1.1. Vers une prise de conscience environnementale

Dans le contexte mondial critique des dégradations environnementales, de nombreuses voix – du monde scientifique, de la société civile ou politique – se sont levées pour appeler à une prise de conscience des risques encourus par la mauvaise

⁵ Le phénomène de surexploitation des ressources communes non appropriables mais rivales est connu sous le terme de tragédie des communs qui s'explique plus clairement par l'utilisation par un individu d'une ressource accessible à tous réduit la quantité du stock disponible pour les autres usagers et génère un coût supplémentaire que ces derniers supportent en termes d'externalité négative. Le libre accès à ces biens communs qui conduit à une consommation très importante au-delà de leur capacité autorégénératrice explique en quelque sorte pourquoi les stocks de poisson diminuent, pourquoi la qualité de l'air se détériore et pourquoi les forêts disparaissent.

gestion des ressources naturelles et apporter un éclairage sur la nécessité des transformations socio-écologique et économique de la société.

Les préoccupations relatives à l'environnement et aux ressources naturelles remontent déjà de la période préindustrielle avec notamment les sociétés traditionnelles aborigène d'Australie, Bushmen du Kalahari ou des tribus amérindiennes des Amériques, qui considèrent que la terre et toutes les espèces qu'elle abrite ont un droit moral que l'Homme se doit de respecter. Ils insistent en effet sur le fait que nous empruntons seulement la planète et ne la possédons pas, et qu'elle doit être léguée aux générations futures au moins aussi propre que celle dont nous avons hérité de nos ancêtres. Cette éthique environnementale a inspiré l'hypothèse de Gaïa, une vaste littérature scientifique et philosophique développée sur les rapports entre l'homme et la nature, associés aux défis contemporains des changements climatiques (Lovelock, 1979).

Au début du XX^{ème} siècle plusieurs traités internationaux conclus entre quelques États visaient également à protéger certaines espèces sauvages de la surexploitation de l'homme. Les premiers accords de ce type furent la convention de Paris du 19 mars 1902 conclue entre 9 pays européens « *pour la protection des oiseaux utiles à l'agriculture* » (Ferrero-García, 2013), et celle de 1911 signée entre les États-Unis, la Grande-Bretagne, le Japon et la Russie pour régler la chasse aux phoques à fourrure du Pacifique Nord (Bailey, 1935). Citons également la convention de Londres de novembre 1933, pour la conservation intégrale de la faune et de la flore en Afrique, ayant abouti aux parcs nationaux que nous connaissons aujourd'hui (Kiss, 2005). Ces débuts de prise de mesure de la situation environnementale par des accords internationaux entre États, se sont aussi matérialisés par des initiatives privées à base de la création en 1948 de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)⁶.

Par ailleurs, différents travaux vont avoir une influence importante dans l'évolution des mentalités et l'élaboration de politiques publiques relatives à l'environnement. Aux États Unis, l'ouvrage « *Silent Spring* », écrit par R. Carson (1962) sur les problèmes de pollution liés aux activités humaines connaît un franc succès auprès du grand public, conduisant aux mouvements écologistes et à la création de l'agence américaine de l'environnement. Les soulèvements de jeunes de mai 1968 en France, rejetant la société

⁶ Officiellement reconnue aujourd'hui comme une organisation non gouvernementale, l'UICN qui compte actuellement plus de 1400 organisations gouvernementales et de la société civile membres, joue un rôle de recherche et d'initiative sur l'état de la nature et des ressources naturelles dans le monde. Elle s'impose comme un interlocuteur avisé dans les négociations internationales et le contrôle des accords relatifs à la protection et la préservation de l'environnement.

de consommation de masse mise en place au lendemain de la seconde guerre mondiale, se situent dans cette perspective (Kiss, 2005). Des nouvelles réflexions de nature scientifique sur les relations qui devraient exister entre l'économie et l'environnement vont également émerger des travaux précurseurs de Boulding (1966) constatant les limites physiques et thermodynamiques de la biosphère qui s'imposent aux sociétés humaines.

Dès 1972 le « *Rapport Meadows* », qui souligne les limites de la croissance économique et la nécessité de la prise en compte des enjeux environnementaux et sociaux dans les processus de développement économique, suscite beaucoup d'intérêt dans l'élaboration de nouveaux concepts et de politiques publiques devant favoriser une meilleure soutenabilité des activités humaines. Les puissances publiques et la communauté internationale se mobilisent ainsi sous l'égide des Nations Unies pour commander le rapport Brundtland (1987). Ce dernier introduit la notion du développement durable, qui permettrait de concilier croissance économique, équité sociale et protection de l'environnement, consacrée par le sommet de la terre de Rio en 1992. Dès lors, une série de sommets mondiaux sur le développement durable, consacrés à la lutte contre la pauvreté, se tiennent régulièrement (Johannesburg, Copenhague, etc.), prolongées par des conférences des parties (COP) sur le climat depuis la découverte des perturbations sur la couche d'ozone et l'effet de serre liés au réchauffement du climat.

La réduction des émissions de GES devient rapidement l'objet de négociations multilatérales lors de COP, et aboutit notamment en 1997 au protocole de Kyoto et aux accords de Paris de décembre 2015, avec comme engagement des pays, la volonté de limiter l'élévation moyenne de la température au monde en deçà de 2 °C à l'horizon 2030. Les experts du GIEC (2018) font pourtant remarquer qu'au rythme actuel de l'évolution de la température planétaire, il est probable que le réchauffement atteigne 1,5°C entre 2030 et 2052 ; ils estiment qu'une augmentation au-delà d'1,5°C aurait des conséquences dramatiques sur l'équilibre des milieux naturels et sur les capacités de l'humanité à satisfaire ses besoins fondamentaux. Le maintien à ce niveau l'élévation de la température passerait par une réduction des émissions de 45 % d'ici 2030 et la réalisation d'une « *neutralité carbone* » en 2050 (GIEC, 2018).

Cependant, les négociations climatiques internationales censées réguler les émissions de GES dans le monde sont dans l'impasse, depuis l'entrée en vigueur en 2005 des accords de Kyoto. L'effort de réduction commun et partagé entre les États partis aux accords repose essentiellement sur les engagements de chacun des pays à réduire son empreinte carbone. Or, ils peinent globalement tous à tenir leurs engagements,

notamment les pays émergents qui sont parmi les principaux émetteurs de GES, au premier rang desquels figurent la Chine et l'Inde. Jusqu'à présent, aucune décision contraignante ni mesures de contrôle ou de sanction n'a été prise à l'encontre des pays qui ne respectent pas leurs engagements. Aucune perspective de réforme des dispositifs n'est encore en vue, à cause des contradictions sur ce sujet. L'échec cuisant des États à s'entendre pour résoudre les problèmes a conduit D. Meadows, coauteur du rapport portant son nom (Meadows, 1972) d'affirmer dans une interview accordée au journal Libération à la veille du sommet Rio +20, que c'est « *indéniablement le scénario de l'effondrement qui l'emporte* » sur celui de l'équilibre par exemple.

De nombreuses voix climatosceptiques se lèvent également pour remettre en question les origines anthropiques du réchauffement climatique. Les déclarations les plus emblématiques viennent notamment de scientifiques reconnus comme les prix Nobel Ivar Giaever et Kary Mullis ou du chercheur français Pont, auteur de l'ouvrage « *Le vrai, le faux et l'incertain dans les thèses du réchauffement climatique* » qui réfute certaines conclusions du GIEC sur le dérèglement climatique (Pont, 2017). Le monde politique n'est pas en reste avec l'ex président des Etats-Unis, Donald Trump, qui a retiré son pays le 1er juin 2017 des accords du COP21 de Paris, alors que le président Joe Biden a décidé de réintégrer dès les premiers jours de son mandat. A l'occasion de la journée de la terre, le 22 avril 2021, il a ainsi organisé un sommet des dirigeants sur le climat pour afficher « le retour » et la détermination des Etats Unis à réduire de 50% d'ici à 2030 son empreinte carbone par rapport 2005. On a assisté ce jour devant 40 dirigeants du monde à un déferlement d'engagements qui amènent la Chine à réaffirmer sa promesse de neutralité carbone à l'horizon 2060.

Si certains citoyens à travers le monde se rangent derrière ce climatoscepticisme, on retrouve d'autres ambitions emblématiques de l'engagement citoyen allant dans le sens de l'urgence climatique. C'est le cas de la suédoise Greta Thunberg, porte drapeau de la jeunesse, qui a fustigé en septembre 2019 aux Nations Unies l'inaction des gouvernements devant les dirigeants du monde. En France la Convention Citoyenne pour le Climat a récemment proposé au gouvernement 149 mesures pour accélérer la lutte contre le changement climatique, parmi lesquelles la constitutionnalisation de la lutte contre le dérèglement climatique. L'exécutif a porté l'action citoyenne devant l'assemblée nationale en présentant en février 2021 un projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

1.2. Des instruments de régulation ou de gestion environnementale

Le concept du développement durable, rapidement approprié dans les milieux scientifiques et politiques, a fait l'objet de vives critiques de la part, notamment de partisans d'une économie politique de la décroissance (Daly, 1992 ; Rist, 1996 ; Latouche, 2006). Par exemple, Daly (1992) a indiqué que le développement économique ne peut être durable, car, estime-t-il, la croissance motrice de ce développement est fondée sur l'utilisation inconsidérée des ressources naturelles, qui provoque des dégâts irréversibles sur l'environnement. Cette observation confirme la thèse de Georgescu-Roegen (1979) jugeant insuffisante l'efficacité matières et énergétiques des activités économique, dont la demande toujours croissante en ressources naturelles ne favorise pas un développement durable. Ces critiques appellent tout simplement à une décroissance de l'économie, mettant en cause le développement économique comme un instrument de domination occidentale sur le reste du monde (Latouche, 1989).

Dans ce contexte, des chercheurs en économie de l'environnement proposent des systèmes de régulation qui abordent la question environnementale dans les politiques de développement économique. Dans une logique de régulation par le marché amorcé à partir des travaux de Pigou (1920), les ressources deviennent alors un capital naturel productif, au même titre que le capital technique avec lequel il est substituable (Herfindahl et Kneese, 1974). Le degré de durabilité est ainsi qualifié de logique de soutenabilité faible (Stern, 1997 ; Pearce et Atkinson, 1993) ; cette substituabilité nécessitant le maintien du stock total de tous les facteurs de production (capital technique, naturel et humain).

Les auteurs insistent sur des notions comme le droit de propriété des biens publics ou communs pour expliquer les externalités des activités humaines et les instruments de préservation de la qualité environnementale (Coase, 1960). Des outils de régulation sont alors proposés, que l'État peut mettre en œuvre afin d'éviter l'apparition, de contrôler et de rectifier les externalités environnementales que les agents économiques responsables des dommages internalisent dans leurs coûts de production. Des politiques environnementales instaurant des normes et mesures coercitives, incitatives et volontaires sont ainsi mises en place pour promouvoir des comportements individuels et collectifs favorables à l'innovation environnementale ou éco-innovations (Galliano et Nadel, 2015), notamment des technologies propres. Aghion et al. (2009) soutiennent que sans ces dernières les objectifs de réduction des émissions polluantes (GES) dans l'atmosphère que préconise le GIEC ne seraient atteints.

Parmi les instruments on recense les marchés de droits à polluer de Coase (1960), les marchés des permis à polluer de Dales (1968) et la fiscalité environnementale, dont la taxe Pigouvienne qui constitue aujourd'hui la base du principe pollueur-payeur adopté par l'OECD en 1972. Le critère de Kaldor-Hicks (Hicks 1939 ; Kaldor 1939) a également introduit le principe de compensation, qui permet d'internaliser les dommages sur les actifs naturels, occasionnant une perte d'utilité via des mesures compensatoires monétaires ou par restauration du même actif.

Mais des auteurs en économie écologique, comme Georgescu-Roegen (1979) ou Passet (1979), prônent une « *soutenabilité forte* » de la fonction environnementale et une vision plus écologiste des activités humaines privilégiant la préservation du capital naturel et la qualité de vie des populations. Leurs travaux insistent sur la nécessité de prendre en compte le caractère fini des ressources naturelles et la capacité de régénération et d'absorption des polluants de l'environnement, qu'imposent à l'homme les limites physiques et thermodynamiques de la biosphère (Georgescu-Roegen, 1979). Les ressources naturelles cessent d'avoir une simple fonction productive, pour représenter un potentiel écologique ayant une valeur économique d'usage, moteur de développement des localités qui les recèlent.

On parle alors de ressources élargies, en considérant l'environnement dans l'entièreté des services écosystémiques qu'il rend à humanité. La réduction au minimum de la consommation des ressources naturelles devient une option à privilégier pour limiter les conséquences écologiques de la croissance économique (De Jouvenel, 2002). Rendre compte des flux de matières et d'énergies pour observer la manière dont les ressources sont utilisées dans l'économie est une injonction pressante. C'est dans cette optique que des chercheurs tels qu'Ayres et Kneese (1969) vont contribuer à développer des outils et méthodes de bilan matières et énergétique dans les cycles de production et de consommation.

1.3. Des politiques publiques de transition écologique de l'économie

Dans un contexte où la question environnementale exige de consommer aussi peu de ressources que nécessaire et de limiter drastiquement les émissions polluantes, plusieurs dispositifs d'action publique ont été mis en place, en particulier par l'Union Européenne. Dans sa communication de 2005 la Commission européenne engage les pays membres à assurer une transition écologique des économies vers un système plus sobre en ressources et moins impactant au point de vue environnemental (European Commission, 2005). L'objectif est d'assurer le découplage de la croissance économique de l'usage des ressources et de réduire les impacts environnementaux négatifs tout en

garantissant la durabilité et la compétitive de l'économie de l'Union. Cette volonté s'est traduite par l'adoption en 2008 du « *paquet énergie-climat* » puis du « *cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030* ». L'Europe s'engage ainsi à réduire, d'ici à 2030, les émissions globales de GES de 40 % par rapport aux niveaux de 1990, à faire passer la part des sources d'énergie renouvelable à 32 % et à améliorer d'au moins 32,5 % l'efficacité énergétique (European Commission, 2014). Un plan d'action relatif au « *Pacte vert pour l'Europe* » a ainsi été adopté. Il vise au-delà de ces objectifs, à assurer la transition, d'ici à 2050, vers une société efficiente en ressources et climatiquement neutre (European Commission, 2020 et 2019).

En cohérence avec les directives européennes, la France s'est engagée dans une transition écologique et énergétique permettant d'améliorer la productivité matières et l'efficacité énergétique, concourant à réduire les émissions des GES dans son économie. En juillet 2005, la loi dite POPE de « *Programmation fixant les Orientations de la Politique Énergétique* » préconise une réduction de 40 % des GES à l'horizon 2030 par rapport au niveau de 1990 (Ademe, 2018). En 2015, l'indice de productivité matières⁷ de la France était de 2,77 €/kg (CGDD, 2017), soit une augmentation de 20 % par rapport à 1990, allant dans le sens de l'objectif communautaire de 3,33 €/kg à l'horizon 2030. L'économie française crée ainsi davantage de richesse avec la même quantité ou moins de matières. La consommation énergétique continue en particulier de baisser depuis les années 1990, avec en moyenne un recul de 1,5 % chaque année de l'intensité énergétique dans la dernière décennie (CGDD, 2018). L'engagement du pays à réduire ses émissions de GES de 75 % d'ici 2050 (par rapport à 1990) se traduit également par une diminution des émissions de 17 % en 2015 (INSEE, 2017).

Par la suite, le pays s'est doté en 2015 d'une loi plus ambitieuse relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), qui l'engage à opérer la transition de son modèle économique de production et de consommation de masse vers un système plus respectueux de l'environnement (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer - MEEM, 2016). La rupture qu'impose la LTECV a été renforcée en 2019 par la loi énergie climat. Toutes deux ambitionnent d'économiser plus de matières, de ressources et d'énergie, ainsi que de réduire les pollutions, par la lutte contre les

⁷ La productivité matières est l'un des indicateurs cibles des objectifs du développement durable, qui permet de mesurer la pression exercée sur les ressources naturelles par la demande intérieure de biens et de services (CGDD, 2017). Elle est calculée en rapportant le PIB à la consommation intérieure de matières qui comptabilise les quantités de ressources effectivement consommées dans le pays à partir d'un bilan des flux de matières extraites du territoire, importer et exporter.

gaspillages, la promotion des énergies renouvelables, la réduction et la valorisation des déchets.

2. DE LA NÉCESSITÉ DE CHANGEMENT ET D'ÉVOLUTION DES MODES ACTUELS DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION

Le modèle économique dominant est linéaire. Il s'est fortement installé, depuis la révolution industrielle, dans les modes de production et de consommation (Ademe, 2014 ; Le Moigne, 2014). Caractérisé par la surexploitation des ressources, ainsi que la production massive de produits (biens et services) et de déchets, il consiste à extraire des matières premières pour la fabrication de produits distribués et vendus à des consommateurs qui en disposent pour leurs usages et les jettent sous forme de déchets à la fin de leur cycle de vie. Ce processus nécessite l'utilisation de beaucoup de ressources et d'énergie primaire, notamment fossiles émettrices de GES.

Il est vrai que la croissance économique mondiale a permis, au niveau global, de créer et d'accumuler de la richesse pour satisfaire les besoins fondamentaux en matière d'alimentation, de logement, de déplacements ou de loisirs des populations, et de relever leur niveau de vie général (OECD, 2018). Cependant, la durabilité de ce système économique de croissance linéaire est aujourd'hui fortement remise en cause (Fondation Ellen MacArthur, 2012 ; Lieder et Rashid, 2016). En effet, la rareté des ressources naturelles et énergétiques, suite à leur surexploitation, entraîne l'augmentation des prix de matières premières, créant des tensions dans un monde en forte croissance démographique et dont l'économie est de plus en plus globalisée (Preston, 2012 ; Ellen MacArthur Foundation, 2015). La dégradation poussée de l'environnement s'avère également un problème très préoccupant pour l'humanité (Beaulieu et Normandin, 2016 ; Le Moigne, 2014).

Ces défis globaux finissent par perturber cette même croissance qui les engendre, et conduisent à un ralentissement économique qui touche aujourd'hui l'ensemble des régions et des États, même les plus prospères (International Labour Office - ILO, 2013 ; OECD, 2012). L'augmentation des prix des matières premières et les changements climatiques qui se font de plus en plus sentir perturbent les marchés et les systèmes productifs locaux, affectant les acteurs socioéconomiques des territoires (Fondation Ellen MacArthur, 2012). Les entreprises sont en particulier confrontées aux coûts économiques liés à la flambée des prix de matières premières et des dommages qu'elles internalisent (Adoue et al., 2014), entraînant la destruction d'activités et

d'emploi, qui se traduit par une crise sur le marché de l'emploi (International Labour Office - ILO, 2013).

Au niveau local, les économies résidentielle et touristique sont également affectées (Frantal et Kunc, 2011) par les problèmes de pollution liés aux déchets et par les émissions polluantes, qui dégradent la qualité de vie des populations (Haines et al., 2006) et augmentent les dépenses des collectivités dans un contexte de tensions sur les budgets. L'augmentation soutenue de la population mondiale accroît substantiellement la demande générale en ressources (OECD, 2001 ; Krausmann et al., 2009) et la mondialisation de ce système économique ramène également à l'échelle internationale les approvisionnements (Baldwin, 2011). Ces phénomènes contribuent ainsi à amplifier la dépendance extérieure en matières et énergies primaires, et accentuent davantage la compétition et les inégalités entre territoires ou en leur sein (Alvaredo et al., 2018).

L'efficacité des politiques environnementales mises en place jusqu'à présent pour résorber les effets de ces mutations, associées au modèle de croissance linéaire, est maintenant considérée comme insuffisante face aux enjeux profonds de développement durable auxquels sont confrontés les territoires (Theys, 2014 ; Andersen, 2007). Les transitions écologiques de l'économie ainsi amorcées vers une gestion économe des ressources et la réduction des pollutions ne sauraient aboutir sans une refonte en profondeur des processus linéaires actuels. La rupture qui impose l'évolution de la hiérarchie entre développement économique et préoccupations environnementales, commande de réformer en profondeur les processus de production et de consommation de masse pour une meilleure conciliation de la croissance économique, de la préservation de l'environnement et du bien-être social des populations.

2.1. Vers un modèle de transformation économique circulaire

Suite au système économique en cycle fermé proposé par Boulding, différents concepts apparus sous la bannière du développement durable appellent à repenser le système économique linéaire. C'est le cas de l'« *Ecologie industrielle* » (Frosch et Gallopoulos, 1989), qui suggère la mise en place de modes de flux alternatifs et cycliques, favorables aux échanges interentreprises pour réduire les externalités négatives de la production industrielle sur l'environnement ou de la notion d'« *économie en boucle* » de Stahel (1982), qui propose la réutilisation, la réparation et le recyclage sans fin des déchets afin d'épargner les ressources. Suite à ses travaux, le mécanisme du « *cradle to cradle* » (Braungart et McDonough, 2002) relatif à la

fabrication de produits circulaires, suggère la prise en compte des aspects environnementaux dès la conception des produits. Il permet par le biais de l'écoconception consiste à d'anticiper la réparabilité, réutilisation et le recyclage des biens afin de diminuer la quantité de matières première incorporées et de réduire les impacts négatifs sur l'environnement.

Le concept d'économie circulaire, qui trouve ses fondements de durabilité de la société dans l'ensemble de ces concepts, qui le précèdent, va aussi émerger de l'article « *Economics Of Natural Ressources And The Environment* » des économistes anglais Pearce et Turner (1990). En passe de supplanter la notion du développement durable, jugée trop générale et peu opérationnelle (Torre et Dermine-Brulot, 2019), c'est ce dernier concept qui sera finalement repris dans plusieurs pays pour faire l'objet de politiques et de processus de développement (CGDD, 2014).

L'économie circulaire est aujourd'hui officiellement reconnue en France comme l'un des axes prioritaires de mise en œuvre de la transition écologique et énergétique vers une croissance durable des territoires (Brotons, 2017). Elle est d'ailleurs inscrite dans des dispositions réglementaires et politiques publiques, mises en œuvre dans les collectivités territoriales au travers d'organismes dédiés (exemple de l'Institut de l'Économie Circulaire (IEC) et de l'Ademe en France) et de stratégies de développement durable mobilisant l'ensemble des acteurs territoriaux. Parallèlement à ces dispositifs « *top-down* », les acteurs locaux prennent de plus en plus d'initiatives endogènes et locales visant également à promouvoir des modèles productifs et d'affaire, et développent des comportements de consommations responsables, s'inscrivant dans la transition vers l'économie circulaire.

Les avantages d'une économie territoriale circulaire (Torre et Dermine-Brulot, 2019) résident dans le fait que ses pratiques impliquent conjointement l'ensemble des acteurs locaux qui les déclinent à des échelles aussi fines qu'au sein de l'entreprise, d'une zone d'activités ou industrielle ou à l'échelle d'un territoire (Ghisellini et al., 2016). Ceci, pour valoriser les ressources territoriales locales, dans le but de relocaliser les approvisionnements et la consommation de produits locaux, et ainsi maintenir localement des activités économiques pourvoyeurs d'emplois et de richesses (Vasileios Rizo et al., 2017 ; Deboutière et Georgault, 2015).

2.2. Le modèle d'économie circulaire

Le modèle d'économie circulaire, proposé sous un mode de flux alternatif et cyclique, tente de concilier croissance économique et protection de l'environnement. Il s'est

développé grâce à une accumulation de connaissances issues de divers courants de pensée tirant leurs origines des recherches de Boulding, (1966) sur un système en cycle fermé de l'économie, et des constats de Georgescu-Roegen (1979) sur la finitude des ressources naturelles. L'économie circulaire se pose comme un nouveau modèle économique opposé au système linéaire, visant à découpler la consommation de ressources de la croissance économique, en optimisant les flux de matières et d'énergie pour rendre plus efficace l'utilisation des ressources et diminuer les impacts environnementaux des activités humaines (Ademe, 2014). Elle mise pour cela sur des cycles de bouclage de matières et d'énergie, dans le but de réduire les quantités de ressources entrant dans les processus de production et de consommation et les quantités de déchets et de substances polluantes qui en sortent.

Comme le concept d'économie circulaire suscite un intérêt grandissant dans le débat public, plusieurs acteurs politiques, ainsi que la communauté scientifique se sont appropriés cette notion, en particulier dans l'objectif de contribuer à sa définition et à l'éclairage de ses modes, conditions et outils de mise en œuvre. Il n'existe pas encore, aujourd'hui, une définition académique internationalement et communément reconnue du concept d'économie circulaire (Khoronen et al., 2018 ; Arnsperger et Bourg, 2016), et de nombreuses définitions coexistent dans la littérature. Kirchherr et al. (2017) en ont recensé pas moins de 114 dans la littérature anglophone, qui reprend néanmoins en majorité celle de la Fondation Ellen MacArthur. Cette dernière, créée en 2009 dans le but de promouvoir le concept auprès des acteurs institutionnels et productifs, considère l'économie circulaire comme « *un système industriel qui se veut par définition réparateur ou régénérant* » (Fondation Ellen MacArthur, 2012), en insistant sur les voies à suivre pour une circularité de l'économie, fondée sur la mise en place de cycles de production et de consommation en boucles, découplés de l'extraction de ressources non renouvelables,

La définition officielle proposée en France par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (Ademe) considère l'économie circulaire comme un « *système économique d'échange et de production* » (Ademe, 2014). Elle se situe dans la même logique que celle de la Fondation Ellen MacArthur, mais est plus focalisée sur les finalités des pratiques circulaires pour les territoires de mise en œuvre. L'Ademe a ainsi intégré, à côté de l'idée de découpler la consommation des ressources de la croissance économique, les potentielles retombées positives de l'économie circulaire, en termes notamment de réduction des impacts environnementaux, de création d'emploi, d'augmentation du bien-être des populations, et de résilience des territoires (Ademe, 2014).

Dans sa vision relevant d'une approche aussi bien pratique que théorique, l'Ademe a également conçu un cadre de référence identifiant trois domaines d'action opérationnelle, associés à sept piliers de mise en œuvre (cf. figure 1)⁸.

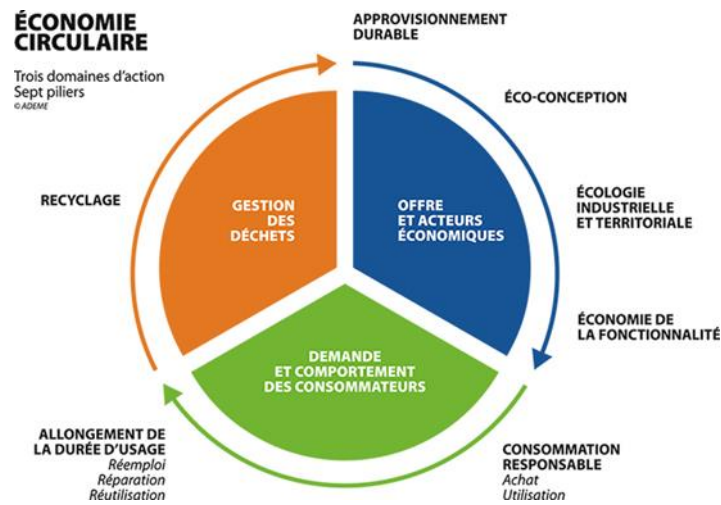


Figure 1 : Les approches opérationnelles du modèle d'économie circulaire, d'après l'Ademe (2014)

Ces différences conceptuelles témoignent de la difficulté à cerner les contours d'une notion encore soumise à discussion, et dont le périmètre théorique et conceptuel n'est pas encore totalement défini scientifiquement (Khoronen et al., 2018). Ghisellini et al. (2016) décèlent à cet effet les divergences significatives des cadres théoriques mobilisés dans la littérature internationale par les communautés scientifiques, qui s'approprient différemment le concept. L'économie circulaire est parfois assimilée à l'économie verte ou à la bioéconomie, relative à l'exploitation de la biomasse locale pour atteindre la durabilité de la société (D'Amato et al., 2018), et même souvent reléguée à la seule question des déchets urbains (Bahers et al., 2017). Une telle abondance de définitions et de notions, qui entourent le concept d'économie circulaire, entraîne une certaine confusion dans sa compréhension, au risque d'un éventuel déclin (Kirchherr et al., 2017). Toutefois, toutes se rejoignent sur les principes d'application, mettant en avant la nécessité d'un nouveau modèle économique vertueux et opposé au système économique linéaire.

⁸ Les trois domaines d'action sont : l'offre et les acteurs économiques, la demande et le comportement des consommateurs et la gestion des déchets. Les sept piliers sont : l'approvisionnement durable l'écoconception, l'écologie industrielle et territoriale (EIT), l'économie de fonctionnalité, l'allongement de la durée d'usage (le réemploi, la réparation, la réutilisation) et le recyclage (Ademe, 2014). Dans la même logique, l'Institut de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Économie Circulaire (Institut EDDEC) du Québec qui a fait de l'économie circulaire son premier axe de recherche a repris ces composantes d'application de l'économie circulaire conçu par l'Ademe, pour apporter des retouches en termes d'outils et de stratégies de mise en œuvre dans les territoires (Beaulieu et Normandin, 2016).

2.3. Vers une écologisation des pratiques

Nous faisons le choix, pour des raisons de commodité, de reprendre la définition officielle française de l'économie circulaire proposée par l'Ademe. L'objectif n'est pas d'entrer dans les débats relatifs à la pertinence de la définition ou à la différence conceptuelle d'appropriation de la notion, mais de commenter et d'interpréter la durabilité et les relations de ses différentes composantes avec le territoire.

L'économie circulaire encourage ainsi, en amont et en aval des processus de production et de consommation des produits, différentes approches de cycle de vie qui favorisent le bouclage de flux de matières et d'énergie, principalement axées sur la recherche d'externalités positives (Ademe, 2014). En amont, elle prône l'approvisionnement durable et l'écoconception, invitant à l'exploitation efficace des ressources dans le but de limiter les gaspillages et les externalités sur l'environnement, en intégrant le respect des capacités à régénérer des ressources et des conditions humaines d'exploitation. Avec l'approche par l'écoconception, il s'agirait d'anticiper dès la phase d'exploitation des matières premières et de la conception des produits les externalités négatives sur l'environnement et ce, à toutes les étapes de leur cycle de vie (Braungart et al., 2006).

En aval, en plus des préconisations pour une consommation responsable des produits par les choix d'achats tenant compte des impacts environnementaux qu'effectue le consommateur, l'économie circulaire encourage également les actes de réemploi, de réparation et de réutilisation permettant d'allonger la durée d'utilisation des produits, dans le but de réduire la production de déchets. Lorsque ces mesures atteignent leurs limites ou lorsque, dans le cas de certains produits, ces possibilités n'existent pas, le recyclage et la valorisation des déchets à la fin de vie s'imposent. Les déchets sont ainsi récupérés, traités, et les ressources matières réintroduites dans le processus de production ou valorisées en énergie ou en engrais pour les déchets organiques.

L'économie circulaire promeut également l'Écologie Industrielle et Territoriale (EIT) et l'économie de fonctionnalité (EF), qui sont appréhendées comme des leviers d'action pour une écologie des activités humaines, intégrant non seulement les questions d'externalités mais aussi de coopération entre acteurs (Maillefert et Robert, 2017). L'EIT se caractérise par un partenariat industriel entre entreprises et autres acteurs territoriaux, favorisant la mise en commun des besoins de ces différents acteurs, qui échangent des flux de matières et d'énergie, les déchets des uns pouvant devenir des ressources pour les autres (Buclet, 2015 ; Erkman, 2001). De son côté, l'EF consistant en la « *substitution de la vente de l'usage d'un bien à la vente du bien lui-même* » à des fins

à la fois économiques et environnementales (Bourg et Buclet, 2005), met en relation de coopération les producteurs, les prestataires de services et les consommateurs (Du Tertre, 2011). Elle incite les producteurs possédant le droit de propriété des biens qu'ils fabriquent tout le long de leur cycle de vie, à partager leurs biens, à allonger leur durée de vie par les approches d'écoconception, de réemploi, de réparation et de réutilisation, à réduire la consommation de ressources et d'énergie, à recycler et à valoriser les déchets.

Les pratiques sont d'une manière générale mises en place par des acteurs productifs à la recherche d'efficacité matière pour améliorer leur productivité et l'efficience des ressources (Urbinati et al., 2017). Ils les considèrent à la fois comme des nouvelles stratégies commerciales et de comportements de consommation responsable (Bourdin et Maillfert, 2020), ou comme un impératif stratégique majeur de mise en œuvre opérationnelle du développement durable (Kirchherr et al., 2017). Hormis des actions en matière d'EIT et d'EF (Dermine-Brullot et al., 2017 ; Maillfert et Robert, 2014) et dans une très moindre mesure dans la gestion des déchets (Bahers et al., 2017), souvent portées par des collectivités locales, les autres approches de cycle de vie axées sur le produit ne semblent pas s'articuler à une dimension territoriale et spatiale de l'économie circulaire (Niang et al., 2020).

3. PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE

3.1. De l'importance d'une territorialisation des stratégies circulaires

Le concept d'économie circulaire est aujourd'hui doté d'un champ pratique réel, incorporant un ensemble de stratégies de déploiement. Elles sont présentées, dans les politiques publiques de nombreux pays, comme des leviers de changement et d'évolution des pratiques et des modèles techniques, économiques et organisationnels (Bourdin et Torre, 2020 ; Nelles et al., 2016 ; Ren, 2007 ; CGDD, 2014). Dans le même temps, les effets des mutations globales affectent considérablement, au niveau local, les territoires et leurs acteurs, en termes de modifications de modèles productifs, de dépendance extérieure en ressources, de concurrence territoriale, de dégradation de la qualité de vie des populations et de tension sur les budgets des collectivités (Campagne et Pecqueur, 2014). Confrontés donc à des enjeux profonds de développement durable, les acteurs du territoire se mobilisent pour amorcer la transformation vers une économie circulaire, dans un contexte de transition socio-écologique et énergétique.

En France, ils sont particulièrement soutenus par des appels à projets incitatifs tels que « *Économie circulaire et valorisation des déchets* », « *Biens et Services éco-conçus et écologie industrielle* » ou encore « *Territoires à énergie positive pour la croissance verte* ». Ces dispositifs d'actions publics visent à promouvoir des initiatives locales portées à la fois par des petites et grandes entreprises (Urbinati et al., 2017), des associations ou des collectivités locales (Brotons, 2017). Elles doivent en effet leur permettre de créer, au niveau local, des circularités qui mettent en évidence les vertus écologiques et les potentialités socioéconomiques de l'économie circulaire, permettant de faire face aux défis des processus de croissance linéaire et de générer du développement durable. C'est en particulier le cas du développement récent de l'approche biotechnologique de la méthanisation (Gonçalves et al., 2021 ; Bourdin et Nadou, 2020 ; Wall et al., 2017) ou des synergies interentreprises en EIT, organisées autour d'enjeux locaux relatifs à la gestion de ressources, de déchets, de production d'énergie (Dermine-Brullot et al., 2017 ; Jambou, 2018), ainsi que d'autres activités servicielles de dématérialisation de l'économie (Ademe et al., 2017 ; Bourg et Buclet, 2005).

Cependant, la grande diversité des pratiques et l'incohérence dans l'interprétation de la pratique de l'action publique des circularités ne favorisent pas, à bien des égards, la définition territoriale et spatiale de l'économie circulaire (Khoronen et al., 2018 ; Kirchherr et al., 2017). Le caractère local des stratégies se distingue par une multiplicité de territoires et d'espace de déploiement, qui sont souvent inégaux en fonction des stratégies des acteurs et de leur périmètre d'intervention (Dermine-Brullot et Torre, 2020). Les échelle d'action se déclinent aussi bien au sein d'une entreprise que d'une zone d'activités ou industrielle, au niveau des territoires administratifs voire même national (Ghisellini et al., 2016). Cette question d'inscription territoriale et spatiale des activités/actions circulaires est nouvellement posé dans la littérature comme un enjeu majeur pour envisager un mode de développement territorial autour de l'économie circulaire (Niang et al., 2020 ; Dermine-Brullot et Torre 2020). Elle est relative aux processus durables, que les stratégies de circularité cherchent explicitement à mettre en œuvre, et qui font référence à l'utilisation raisonnée des ressources territoriales et la maîtrise de la circulation des flux. Elle concerne donc l'étendue des limites géographiques au-delà desquelles toute pratique d'économie circulaire est compromise par l'apparition d'externalités environnementales négatives, dues en particulier au transport des produits. L'objectif de durabilité poursuivi dans la définition spatiale et territoriale des circularités pose aussi la question d'organisation et de coordination des acteurs, qui joue un rôle déterminant dans les processus d'innovation environnementale (Galliano et al., 2019) et la territorialité des liens d'échanges à l'œuvre, qu'ils soient techniques, sociaux ou économiques (Niang et al., 2021).

La recherche menée dans le cadre de cette thèse de doctorat s'interroge sur les relations au territoire et à l'espace des stratégies circulaires opérationnelles. Elle vise à **déterminer dans quelle mesure l'économie circulaire peut constituer, par son caractère innovant, une opportunité de mise en œuvre de processus de développement durable des territoires.** L'intérêt se porte sur l'inscription territoriale et spatiale des pratiques, pour mettre en évidence dans le contexte local les potentielles retombées socioéconomiques et leurs capacités de mobiliser et de faire coopérer des acteurs. En mettant l'accent sur ces expansions spatiales, sociales et organisationnelles et la visibilité des externalités positives sur le territoire, la recherche aborde ainsi l'ensemble des composantes de la territorialisation de l'action publique des circularités, à travers l'analyse des différentes déclinaisons des modes de développement territorial durable autour de l'économie circulaire.

3.1. Des limites d'une approche locale de la transformation circulaire fondée sur la seule efficacité technologique des ressources

Le mode de développement sur la base de la transformation des processus de production et de consommation des approches d'économie circulaire est essentiellement fondé sur les dynamiques d'innovations technologiques et de l'offre de modèles d'affaires circulaires aux acteurs productifs (Maillefert et Robert, 2017 ; Bocken et al., 2014 ; Merlin-Brogniart, 2017). Est alors mise en avant l'efficacité technologique, qui permet d'améliorer la productivité et l'efficacité des ressources, ainsi que le potentiel de croissance locale en termes de capacité de création de nouvelles activités pourvoyeuses d'emplois et de richesses.

Les innovations technologiques sont donc perçues comme des facteurs d'efficacité économique, de réduction des impacts sur l'environnement et la santé humaine liés aux gains de productivité, résultant des économies sur les coûts de matières premières et d'énergie ou des coûts évités (notamment de dépollution), et des bénéfices commerciaux sur les produits circulaires. Dans une logique de recherche d'externalités positives des transformations circulaires de l'économie, ces innovations sont pressenties pour être une solution adaptée aux défis locaux de développement territorial (Galliano et Nadel, 2015). Cette approche met ainsi en avant les acteurs productifs à la croisée de ces enjeux qu'ils portent (Stahel, 2013 ; Cainelli et al., 2017), dans leur choix de localisation et leurs relations avec le territoire d'implantation et ses parties prenantes locales. En adoptant donc ces innovations de procédés de production et des modèles d'affaires circulaires, les entreprises deviennent plus résilientes (Kabongo et Boiral, 2017) et intériorisent les enjeux locaux dans leurs interactions avec

les autres acteurs (Carolina et al., 2017). De fait, elles contribuent à relocaliser des approvisionnements et des consommations de produits locaux, de manière à maintenir des activités économiques localement et créer des emplois localisés et une valeur territoriale durable (Maillefert et Robert, 2017).

Cette vision du développement territorial autour des transformations circulaires repose sur une vision positive des effets rebond des innovations technologiques, rarement évoquée dans la littérature (Korhonen et al., 2017 ; Bourg et Arnsperger, 2016). L'économiste britannique Jevons (1865) avait pourtant déjà démontré, en prenant l'exemple du charbon, que l'amélioration technologique des processus de production peut accroître le volume de ressources naturelles consommées. Or, limiter les pressions et/ou la surexploitation des ressources est le sens même des principes fondateurs de la durabilité des pratiques de circularités. Elles cherchent en effet à optimiser l'usage des ressources pour prendre en compte leur caractère fini et la capacité de régénération et d'absorption des polluants de l'environnement. Comme indexé par Goergescu-Roegen (1979), dans le cas des technologies de recyclage des déchets. Il souligne que l'importance de la demande d'énergie des processus de recyclage augmente les émissions de substances polluantes, et que toujours recycler la matière à l'infini entraîne la perte de qualité des matières secondaires pour entraîner le retour aux ressources primaires (Vasileios Rizos et al., 2017).

La durabilité des seules efficacités technologiques est alors fortement remise en cause. D'autant que le progrès technique, combiné à la globalisation de l'économie qui contribue à éloigner les flux, est associé à une durabilité faible (Torre et Dermine-Brulot, 2019). Le parcours, sur des longues distances, des flux de matières et d'énergie pose en effet des problèmes sur le plan environnemental en raison de l'importance des émissions de GES (McDowall et al., 2017). Aussi, à la suite des efforts de découplage des économies à des échelles nationales, la chaîne d'approvisionnement et de consommation des ressources naturelles peut se déplacer vers d'autres pays moins respectueux de l'environnement, et entraîner des impacts environnementaux négatifs (Korhonen et al., 2017). Ces phénomènes remettent à jour les questions d'échelle pertinente de mise en œuvre posées plus haut, et qui font référence à la maîtrise des flux et des externalités négatives au-delà desquelles il n'est plus souhaitable de mettre en œuvre une stratégie d'économie circulaire (Niang et al., 2020).

3.2. De la nécessité d'une approche organisationnelle de territorialisation des pratiques de circularité

La déclinaison locale de certaines approches circulaires soulève aussi des questions de gouvernance territoriale, qui appellent à la coopération et la coordination d'acteurs. Elles sont liées aux éventuels conflits ou oppositions qui peuvent émerger lors de la mise en œuvre de projets, et aux impacts négatifs connexes en termes de coûts d'opportunité de destruction d'emplois et de valeur sur d'autres secteurs d'activités ou de conflits d'usage et de voisinage. Des travaux de recherche font état de conflits de proximité relevant de la difficile acceptabilité sociale dans les territoires des projets de méthanisation (Bourdin et Nadou, 2020) ou d'autres installations de traitement de déchets ménagers (Mengozzi, 2010). Ces conflits sont du même ordre que ceux concernant le développement d'éoliennes (Tegou et al., 2010) ou d'infrastructures routières (Lecourt, 2003) ou encore d'implantation d'autres infrastructures publiques polluantes que Torre et al. (2015) ont mis en évidence dans la région francilienne.

Le développement de certains outils technologiques déclinant au niveau local les principes de l'économie circulaire ne va pas donc sans difficultés. La majorité des projets sont confrontés à la résistance des riverains ou populations locales du fait des externalités négatives environnementales et des risques sanitaires, ainsi que la dépréciation de la valeur des actifs immobiliers (Zemo et al., 2019 ; Giuliano et al., 2018 ; Bourdin et al., 2018). Certaines initiatives locales de circularité connaissent également souvent dans la pratique des difficultés liées à la multiplicité des acteurs dont les modes de fonctionnement divergent (Torre et Wallet, 2014), qui rend difficile la collaboration et la réussite des projets. Ces difficultés sont ainsi de nature organisationnelles, liées à la complexité des relations entre les acteurs ou parties prenantes. Markewitz et al., (2014) relèvent ces besoins de coopération et d'intermédiation, qui permettent d'éviter les conflits d'intérêts, dans le cas des synergies interentreprises de mise en commun d'enjeux, de compétences et d'équipements à l'échelle des zones industrielles à forte valeur technologique.

Face aux limites thermodynamiques, spatiales et organisationnelle (Korkohen et al., 2017) et pour faire face aux besoins de coopération et de coordination dans les processus circulaires, Bourg et Arnsperger, (2016) suggèrent une transformation « *permacirculaire* » de la société, remettant radicalement en cause la linéarité de l'économie. Dans cette perspective, la littérature scientifique portant sur les systèmes régionaux d'innovation (Camagni, 1995 ; Cooke et al, 2001) souligne que les moteurs de développement territorial articulent dynamiques productives et de gouvernance

(Torre, 2018 ; Torre et Wallet, 2016). Elle fournit une lecture de l'importance des dispositifs de gouvernance pour la mise en place et la territorialisation des activités, avec un impact positif sur le développement. Elle conforte ainsi l'idée selon laquelle l'ancrage local et dans l'espace des activités favorise la création des liens sur le territoire pour faire coopérer des parties prenantes qui n'étaient pas nécessairement liées pour créer ensemble davantage de valeur. Ceci est d'autant plus important qu'elle joue un rôle central dans la dynamique d'innovation multi-acteurs des territoires que Galliano et al., (2019) ont mis en évidence dans le cas des activités agroalimentaires en milieu rural. Au-delà donc de l'efficacité technologique, qui permet d'améliorer la productivité et l'efficacité des ressources dans la pratique des circularités, la gouvernance permet d'élargir l'importance des innovations à des considérations organisationnelles dans les partenariats productifs.

3.3. Quels apports du cadre d'analyse du développement territorial à la compréhension des approches locales de circularité

L'analyse du développement territorial a conduit, depuis les années 80, à différentes réflexions scientifiques insistant le plus souvent sur l'importance de la dimension locale des activités de production et la diffusion de l'innovation dans l'espace (Galliano et al., 2015). D'un point de vue théorique, ces travaux révèlent tous une forte liaison entre les processus d'innovation et les activités de production pour expliquer les trajectoires de développement des territoires. Il s'agit en particulier des réflexions conduites sur les systèmes productifs locaux, fondées sur des relations économiques localisées d'acteurs productifs, qui proviennent des districts industriels de la troisième Italie (Brusco, 1982 ; Becattini, 1991 ; Garofoli, 1992), inspiré d'A. Marshall (1919). Cette approche de systèmes de production localisés a suscité beaucoup d'intérêt dans l'élaboration de différentes approches portant sur les conditions pouvant conduire les territoires à l'émergence et au développement. C'est le cas des milieux innovateurs (Aydalot, 1985) qui, sur la base de relations d'échanges localisées entre acteurs économiques et institutionnels, secrètent dans le territoire des innovations de toute nature (Camagni et Maillat, 2006), ou des enjeux d'émergence de ressources spécifiques territoriales, qui créent une forme d'avantage comparatif territorial (Colletis et Pecqueur, 2005). Certains auteurs se sont appuyés sur les relations de complémentarité entre activités interdépendantes pouvant regrouper des firmes et des laboratoires de recherche sur une même aire géographique à l'image des clusters (Porter, 2000), des pôles de compétitivité (Courlet, 1985) ou des technopoles et parcs scientifiques (Ruffieux ; 1991).

Les travaux qui ont développé ces approches faisant la part belle au développement régional insistent tous sur l'importance de la dimension technologique dans les interactions productives en termes d'innovation, de partage de connaissances et d'apprentissages collectifs (Camagni, 1995). Le développement économique territorial repose en effet sur la concentration d'externalités relatives à la proximité spatiale des agents qui améliorent leur productivité, économisent des coûts de transport et de transaction, et créent un marché du travail spécialisé et partagé (Audretsch et Feldman, 1999).

Au-delà des trajectoires technologiques, un vaste corpus de recherches portant sur la proximité des agents économiques (Torre et Zuideau, 2009 ; Torre et Rallet, 2005 ; Boschma, 2005) a approfondi les réflexions en étudiant le mécanisme internes et externes qui conduisent à la formation des effets d'externalités dans les différentes formes d'agglomération productive (Galliano et al., 2015 ; Galliano et Nadel, 2015). Ces travaux ont abouti à la conclusion que le processus de développement territorial repose à la fois sur des dynamiques internes productives et de gouvernance (Torre, 2018 ; Torre et Wallet, 2016). Cette dernière qui montre l'importance de la dimension organisationnelle des innovations, se manifeste sous différentes formes de proximités, en lien avec la concentration ou non des activités, à l'origine des effets d'agglomération (Torre, 2009).

Il est ainsi devenu courant de distinguer tout d'abord la proximité géographique qui s'exprime en coût monétaire ou temporel, permettant de mesurer l'étendue spatiale entre les agents et dépend des infrastructures et des services de transports. Si ce type de proximité facilite la coopération dans les partenariats productifs pertinents entre entreprises et la participation d'autres acteurs locaux, les auteurs soutiennent qu'elle est par contre porteuse de conflits de voisinage et d'usage (Magsi et Torre, 2015), et parfois bloquante ou insuffisante pour faire émerger une dynamique locale de changement et de créations de nouveau paradigme de croissance et de gouvernance. Cependant, l'action collective repose essentiellement sur la dimension organisationnelle de la proximité, qui résulte des liens sociaux qui se créent entre agents d'une même organisation ou réseau social, et s'exprime par les interactions ou les liens de confiance entre eux (Dupuy et Torre, 2006). Le croisement entre ces deux types de proximité (géographique et organisée) conduit à des processus de gouvernance qui rendent possible les innovations territoriales qu'impliquent le partage de savoir-faire, de connaissances et l'apprentissage collectif (Torre et Beuret, 2012 ; Torre et Wallet, 2013).

Appliqués à l'économie circulaire, ces modèles de développement économique soulèvent beaucoup de questions quant à la territorialité des processus de circularité, notamment en ce qui concerne le territoire adéquat pour les mettre en place, et qui contribuerait ou ne s'opposerait pas à la relocalisation de la production et la gouvernance des flux. En outre, l'objectif de durabilité poursuivi en termes d'écovolutions (Gonçalves et al., 2021) dans la définition spatiale et territoriale des cycles de bouclage de ressources est aussi un enjeu fort important dans ces modèles de développement économique envisagé à l'échelle locale (Galliano et Nadel, 2015). Bien que ces derniers n'aient pas remis en question la linéarité des processus de production et de consommation, ils peuvent beaucoup apporter en termes d'outils de compréhension des dynamiques et trajectoires de développement territorial des stratégies d'économie circulaire.

4. CADRE D'APPLICATION ET DÉMARCHES MÉTHODOLOGIQUES

Etant donné le contexte de transformation socioécologique et économique de la société, vers une plus grande circularité des modes de production et de consommation, la recherche menée dans cette thèse s'inscrit dans le débat actuel sur les relations des stratégies d'économie circulaire au territoire et à l'espace.

La question posée est celle des conditions de contribution de la circularité au développement économique, à l'échelle des territoires, avec les déclinaisons suivantes :

- **Quelle est la dynamique locale et spatiale de la progression de l'économie circulaire ? Quel est le rôle joué par les acteurs productifs ?**
- **Quels sont les liens de synergie entre les concepts d'économie circulaire et de développement territorial ?**
- **Quels modes de gouvernance prédominent dans les stratégies territoriales de développement autour de l'économie circulaire ?**

Nous avons cherché à répondre à ces différentes questions de recherche, qui portent sur les conditions de territorialité, sur les jeux d'acteurs qui coordonnent et gouvernent les flux circulaires, ainsi que sur les externalités de développement territorial des stratégies d'économie circulaire, mises en œuvre en particulier dans les territoires ruraux. La thèse est ainsi composée de quatre chapitres, qui prennent place dans trois grandes parties. Ces chapitres relèvent aussi bien d'approches conceptuelles que méthodologiques et empiriques.

4.1. PARTIE I (chapitre 1) : Un état de l'art des synergies entre les concepts d'économie circulaire et de développement territorial durable

La première partie, qui correspond au chapitre 1 (**article 1**), vise à **explorer la capacité de l'économie circulaire à s'inscrire dans une démarche de développement durable des territoires**. Elle consiste à effectuer une revue de la littérature sur le concept d'économie circulaire, ses démarches de déploiement et de leurs liens avec le développement territorial durable. Elle s'attache à croiser les notions d'économie circulaire avec celles relatives au développement territorial durable, en s'appuyant sur un état des lieux des connaissances en la matière.

L'article interroge les dimensions territoriale et spatiale de l'économie circulaire, en passant en revue, dans une première partie, l'histoire de la construction de la notion et son appropriation dans l'action publique. Il s'intéresse ensuite à diverses déclinaisons de l'économie circulaire en analysant la territorialisation de ses différentes formes (EIT, EF par exemple) puis aux modes de développement. Il s'en suit une réflexion sur le territoire de référence et l'échelle d'action à privilégier pour appliquer la notion d'économie circulaire, ainsi que ses intérêts en termes de développement pour les territoires.

Le travail fait ainsi référence à des expériences de terrain mentionnées dans cet état de l'art pour (i) démontrer l'importance qui peut être donnée aux questions territoriales des démarches d'économie circulaire, (ii) illustrer les enjeux de développement qui inspirent les expérimentations. D'un point de vue théorique, cette synthèse bibliographique a contribué à prolonger les réflexions en ouvrant des pistes de recherches futures, notamment sur les questions traitées dans la suite de cette thèse, en termes de répartition spatiale des activités circulaires et de l'emploi, et des questions de la construction du territoire à partir d'une analyse de la gouvernance et des jeux d'acteurs.

4.2. PARTIE II (chapitre 2) : Une analyse de la dynamique de progression de l'économie circulaire dans sa définition territoriale et spatiale

Le travail de recherche mené dans ce chapitre (**article 2**), a permis de s'interroger sur la dynamique locale de développement des activités relevant de la sphère de l'économie circulaire, en utilisant une approche spatiale. Il vise à **analyser l'évolution**

de la structuration économique du champ de l'économie circulaire en termes de localisation des activités et d'emploi en France métropolitaine. Il a pour objet, en particulier, d'analyser la concentration spatiale de l'emploi circulaire, afin d'observer et de caractériser les interactions sectorielles et spatiales qui sous-tendent ses formes de concentration et ses modes de développement au niveau local.

Le travail a consisté à effectuer une analyse statistique de l'évolution temporelle et spatiale des activités circulaires entre 2008 et 2015, sur la base des réflexions en économie territoriale concernant les modes de développement de l'espace et des territoires, en termes de localisation et de concentration des activités économiques (Combes et Lafourcade, 2012). A partir du calcul d'indices de concentration, nous avons apprécié les tendances à la concentration de la répartition spatiale et les influences territoriales des pratiques d'activités circulaires. La cartographie a ensuite permis d'obtenir un aperçu de la localisation des emplois et des établissements dans les zones d'emploi afin de mieux comprendre la répartition spatiale des activités circulaires.

Les données issues du CASD (Centre d'Accès Sécurisé aux Données) sont agrégées à l'échelle de l'ensemble des 304 zones d'emploi de la France métropolitaine, et concernent les effectifs salariés et le nombre d'établissements déployant des démarches d'économie circulaire, conformément à la définition de l'Ademe (voir note 7). À notre connaissance, on ne recense pas à ce jour de travaux ayant traité des données à un tel niveau de finesse. Les résultats montrent une croissance locale de l'économie circulaire, allant dans le sens d'autres études européennes (Morgan et Mitchell, 2015 ; Bastein et al., 2013), et en phase avec les enjeux de plus en plus importants en termes de politiques publiques en faveur de l'emploi et de compétitivité de l'économie. Ils indiquent cependant une hétérogénéité territoriale dans la répartition géographique du potentiel local de croissance, mettant en évidence des effets de concentration spatiale qui suivent les contours des grandes métropoles de certaines régions françaises.

4.3. PARTIE III : Une étude de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire

Dans les **chapitres 3 et 4**, la recherche pose des questions de gouvernance territoriale de l'économie circulaire. Elle est fondée sur la nécessaire coopération et la coordination des acteurs pour la territorialisation des projets d'économie circulaire (Lambert et Georgeault, 2014), ainsi que sur l'intégration des éventuels conflits ou oppositions qui peuvent émerger lors de la mise en œuvre. Ce travail a donné lieu à la production de deux articles s'intéressant au contexte empirique des territoires ruraux, négligés par la

plupart des recherches en innovation (Torre et Wallet, 2013). Il a consisté à analyser l'organisation des jeux d'acteurs et la gouvernance de projets de méthanisation en étudiant les relations de synergie et de coopération entre les parties prenantes.

La méthanisation constitue l'une des stratégies territoriales intéressantes de mise en place des principes d'économie circulaire dans les territoires ruraux (Bourdin et al., 2019 ; Wall et al., 2017). Elle s'inscrit dans une logique de transformation des déchets organiques (bio-déchets) en ressources territoriales locales destinées à la production d'énergie renouvelable (biogaz) et d'engrais organique azoté (Holm-Nielsen et al., 2009). Il s'agit d'un procédé biotechnologique qui permet de transformer les déchets organiques générés par l'agriculture, l'élevage, l'agroalimentaire et les collectivités en biogaz et digestat. Le biogaz peut être réutilisé, soit en combustible dans une chaudière pour produire de la chaleur, soit en électricité et chaleur par cogénération, servir de carburant pour les véhicules, ou encore être purifié puis injecté dans le réseau de gaz naturel urbain. Quant au digestat, il est valorisé comme fertilisant en substitution des fertilisants chimiques. On peut donc affirmer que cette innovation verte est une forme d'économie circulaire : les déchets issus de la biomasse deviennent des ressources pour produire de l'énergie (chaleur, gaz, électricité) et du digestat.

Le projet de méthanisation développé par le Syndicat Mixte du Point Fort (SMPF) est un exemple type de ces dynamiques territoriales de valorisation des déchets organiques. Situé à Cavigny, une petite commune rurale de 257 habitants, l'unité de méthanisation traite les ordures ménagères et assimilés de 125 communes organisées en 5 Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) adhérentes au SMPF (PFE, 2018). Dans ce processus, la partie fine des déchets organiques est destinée au méthaniseur produisant de la chaleur, réutilisée sur place, et en électricité revendue. La partie intermédiaire des déchets organiques et le digestat sont transformés en compost destiné à la fertilisation agricole.

Le développement de cette innovation technologique s'inscrit dans une dynamique de mise en relation d'acteurs publique et privés, qui interagissent pour la mobilisation des déchets, l'écoulement des coproduits, la gestion des risques et l'acceptabilité sociale du projet. Les collectivités territoriales apportent les déchets, traités et transformés en biogaz (riche en méthane) et électricité et en compost pour une valorisation en énergie et fertilisant agricole. Des entreprises privées clientes, professionnelles des coproduits, ainsi que des agriculteurs, utilisateurs finaux du compost à l'issue du processus, sont concernés. Les services déconcentrés de l'État sont chargés du suivi réglementaire des installations et du processus de méthanisation, impliquant, dans le cadre d'échanges et des concertations, l'association des riverains impactés par le projet. Cette forme

d'innovation organisationnelle et de gouvernance favorise le bon fonctionnement des installations techniques, dans l'objectif de répondre aux besoins communs des acteurs et d'engendrer des retombées positives pour le territoire. En croisant l'approche par les réseaux sociaux avec l'analyse par les dynamiques de proximité, les articles mettent en évidence les processus de coordination des acteurs pour mettre en œuvre et pérenniser des projets territoriaux d'économie circulaire.

4.3.1. Chapitre 3 : Les réseaux sociaux d'acteurs de la méthanisation de Cavigny

Pour comprendre le mécanisme de gouvernance à l'œuvre, nous avons utilisé l'approche des réseaux sociaux (Ter Wal et Boschma, 2009), qui a permis dans **l'article 3 (Niang et al., 2021)**, de caractériser la dynamique des liens sociaux de coordination des acteurs de ce projet territorial d'économie circulaire. L'objectif était de **mettre en évidence le réseau de relations d'acteurs impliqués dans le processus de méthanisation, afin de comprendre comment s'organisent la gouvernance.**

La méthode d'analyse des réseaux sociaux (ARS) permet d'étudier les réseaux d'acteurs et leur structure, en identifiant et quantifiant les types de relations qui existent entre eux, caractériser leur influence et constater l'évolution dans le temps des liens sociaux qu'ils entretiennent. Sur la base de données relationnelles collectées à partir d'entretiens semi-directifs et organisées en matrice de liens, les relations entre les acteurs peuvent être représentées sous forme de graphes pour une analyse visuelle (Card et al., 1999), et différentes mesures statistiques calculées pour caractériser le réseau social et le rôle de chaque acteur dans la coordination de relations (Wasserman et Faust, 1994).

Dans cet article, l'intérêt est porté aux besoins croissants de synergie et de coopération des acteurs de la méthanisation dans l'objectif de caractériser et de comprendre la structure des relations d'interaction. Elle est analysée sur la base d'informations relationnelles collectées auprès des personnes interrogées (27 entretiens semi-directifs), en termes de réseau de synergie et de coordination d'acteurs, et évalué leurs évolutions et modifications au cours des processus de mise en œuvre et de développement du projet. L'article s'est également penché sur le réseau des flux de matière, afin de comparer son évolution avec celle du réseau social et d'évaluer leurs influences réciproques.

Cette recherche montre en particulier que les acteurs entretiennent des synergies d'interaction qui correspondent aux échanges de flux de matières et d'énergie

(déchets, biogaz, électricité et compost) et aux liens sociaux entre participants en termes de relations de communication qui vient en appui aux partenariats productifs. Les résultats montrent également que la coordination des processus de méthanisation s'organise autour du porteur de projet (SMPF), qui assure les fonctions d'intermédiation et le rôle d'acteur relais qui structurent le système et facilitent les relations. Ils donnent ainsi d'une manière générale, une lecture de l'importance des dispositifs de gouvernance pour la mise en place des stratégies d'économie circulaire sur les territoires.

4.3.2. Chapitre 4 : dynamique des liens de proximités des acteurs de la méthanisation de Cavigny

L'approche quantitative des réseaux sociaux permet d'identifier, de caractériser et de comprendre comment les parties prenantes du projet de méthanisation interagissent et s'organisent pour gouverner ce processus territorialisé. Il est cependant difficile de l'appliquer aux questions spatiales et de compréhension des processus de construction de l'action collective. Il était donc nécessaire de mieux justifier la qualité des interactions des parties prenantes, et de lier la structuration des réseaux et les mécanismes de gouvernance associés, ainsi que de voir comment les réseaux s'organisent autour des acteurs intermédiaires.

Il s'agit de **caractériser les liens de proximité qui existent et se construisent entre les acteurs, et relever les facteurs territoriaux qui jouent un rôle dans la localisation des liens techniques, sociaux et économiques à l'œuvre dans le projet de méthanisation (Article 4)**. Pour cela, cette recherche s'est appuyée sur un cadre théorique combinant les méthodes d'analyse des réseaux sociaux et des proximités, récemment utilisé pour analyser des dynamiques d'innovation régionales de gouvernance territoriale et le développement territorial rural (Torre et al., 2019 ; Jambou, 2018 ; Pachoud et al., 2019 ; Polge et Torre, 2017). Les résultats de l'approche des réseaux sociaux effectuée dans le chapitre précédent sont mobilisés dans le cadre d'une analyse qualitative des proximités, pour apporter une meilleure compréhension de la gouvernance de la méthanisation, des processus d'innovation et de développement territorial qu'elle enclenche.

L'analyse des réseaux sociaux montre déjà que l'ensemble des acteurs de la méthanisation de Cavigny, entretiennent des liens de différentes natures dans le cadre des relations de synergies qui les relient. Le maintien du processus circulaire dynamique et évolutif dépende fortement des relations de proximité (géographique et

organisée), qui jouent un rôle déterminant dans les liens techniques, sociaux et économiques à l'œuvre entre les acteurs locaux. Grâce à leur situation de proximité spatiale étroites, ils territorialisent les interactions de manière à maintenir l'activité localement, impliquant une utilisation raisonnée des ressources territoriales matérielles et immatérielles locales. De ce fait, elle contribue à restreindre la distance de circulation des flux pour limiter le transport et donc garantir le caractère durable du système. Le renforcement de la qualité des interactions et le climat de confiance et de concertation entre les parties prenantes est cependant lié à leurs relations de proximité organisées. Elles intègrent dans les interactions les potentialités conflictuelles pour donner la possibilité aux populations locales de participer au pilotage du projet territorial.

CHAPITRE 1

Chapitre sous forme d'un article publié dans la revue *Développement durable & territoires*



Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 11, n°1 | Avril 2020

Écologisation des pratiques et territorialisation des activités

L'économie circulaire, quels enjeux de développement pour les territoires ?

Circular economy, what development challenges for the territories ?

Amadou Niang, Sébastien Bourdin et André Torre

Résumé

L'économie circulaire, nouveau modèle économique respectueux de l'environnement, alternatif à l'économie linéaire, est souvent présentée comme une opportunité de développement soutenable au niveau local et ses démarches de plus en plus expérimentées dans les territoires, dans un contexte de transition socio-écologique. Cependant, la question de sa territorialité et de ses liens avec le développement durable reste encore scientifiquement non stabilisée. Cet article propose un état de l'art sur la question de la dimension territoriale des démarches d'économie circulaire et cherche à évaluer comment elles peuvent constituer une opportunité de développement économique territorial et durable.

Summary:

The circular economy, a new economic model that respects the environment, alternative to the linear economy, is presented as an opportunity for territorial sustainable development. In the context of socio-ecological transition, its approaches are thus increasingly experienced locally but the question of their territoriality and their links with sustainable spatial development remains scientifically unstable. This article is a review of the bibliography which aims to analyze the territoriality of circular economy approaches and to assess if they can become an opportunity to ensure sustainable territorial development.

Mots-clés : Économie circulaire, territorialisation, développement territorial durable, innovation, proximité, gouvernance territoriale

Keywords: Circular economy, territoriality, sustainable territorial development, innovation, proximity, territorial governance

INTRODUCTION

L'économie circulaire (EC), présentée comme un modèle économique pouvant concilier croissance économique et protection de l'environnement (ADEME, 2014), a émergé en réponse aux limites de nos modes actuels de production et de consommation. Reconnu par l'opinion publique, ce nouveau modèle économique, alternatif à l'économie linéaire, est aujourd'hui intégré dans les politiques publiques et les stratégies de transition socio-écologique et énergétique de différents pays (CGDD, 2014). Pourtant, il est très discuté dans le monde scientifique. En particulier, la définition officielle proposée en France par l'ADEME⁹ semble s'axer sur les finalités de la mise en place de cette démarche en occultant la dimension territoriale. Or, les principaux questionnements portent justement sur la prise en compte du territoire, qu'il s'agisse de ses périmètres et échelles géographiques d'application en fonction des stratégies mises en place par les différents acteurs et/ou de sa capacité à produire du développement durable à l'échelle locale.

Récemment, différents travaux ont appréhendé les démarches d'EC comme des approches territoriales innovantes de développement durable (Bahers et al., 2017 ; Maillefert et Robert, 2017; Gallaud et Laperche, 2016 ; Maillefert et Screnci, 2016 ;

⁹ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

Buclet 2015 ; Du Tertre, 2011 ; Beurain et Brulot, 2011 ; Geng et al. 2009 ; Ness 2008). Par ailleurs, son articulation régionale et locale commence à être évoquée, s'agissant, notamment, du rôle clé des collectivités territoriales dans la mise en œuvre des politiques publiques en faveur de la transition des territoires vers l'EC (Brotons, 2017). Enfin, l'EC est également déployée à des échelles plus fines encore comme les zones industrielles ou d'activités ou même au sein de l'entreprise (Ghisellini et al., 2016).

Un autre enjeu pour les démarches d'EC consiste à saisir les externalités territoriales des trajectoires d'innovations qu'elles portent, à l'image des circuits courts et d'autres approches territoriales de développement durable (Merlin-Brogniart, 2017 ; Maillefert et Robert, 2017 ; Bocken et al., 2014 ; Beurain et Brulot, 2011). Profondément affectés par les défis globaux du changement climatique et de la mondialisation économique et financière, les territoires, en particulier les espaces ruraux, connaissent en effet d'importants bouleversements en termes de modifications de modèles productifs, de rareté des ressources, de concurrence territoriale et de tension sur les budgets des collectivités (Campagne et Pecqueur, 2014). Dans un objectif de développement ils cherchent à stimuler l'innovation pour générer de l'attractivité locale, créer des activités et des emplois ancrés afin d'améliorer la richesse et le bien-être des populations tout en réduisant les externalités négatives sur l'environnement (Torre, 2015), et font face aux défis de la gouvernance territoriale en assurant la mobilisation et la coordination des acteurs autour d'enjeux communs de développement et de valorisation des ressources spécifiques (Colletis et Pecqueur, 2005).

C'est justement dans cette logique que s'inscrivent les enjeux de la territorialité de l'EC, une stratégie de développement permettant un changement et une écologisation des pratiques des parties prenantes. D'autant qu'elle est associée à une forme renouvelée d'opérationnalisation du concept de développement territorial durable (DTD) (Carrière, 2018), pouvant consister en « *une construction d'acteurs visant une trajectoire particulière intégrant notamment l'évolution conjointe des systèmes économiques, sociaux et écologiques* » (Angeon et al., 2006 : 1). Ces travaux rejoignent les conceptions de l'ADEME et l'ARF¹⁰ (2014 : 10), qui soutiennent que « *l'EC est un moyen pour les territoires de travailler à leur résilience et à leur transition [...] de mettre en place les conditions de relocalisation d'activités, et se saisir des opportunités de nouvelles activités à haut potentiel d'emplois, notamment dans les secteurs de la construction, de la gestion des écosystèmes et des ressources, des énergies renouvelables, des éco-industries ou encore du recyclage* ».

¹⁰ Association des régions de France

Face à une grande diversité d'actions et d'espaces de déploiement, la question du lien de l'EC à l'espace et aux dimensions territoriales reste encore mal maîtrisée. Cet article s'interroge sur les notions d'échelles et de périmètres pertinents de sa mise en œuvre, ainsi que sur les liens qui pourraient exister entre les concepts d'EC et de DTD, à partir de l'état de l'art des connaissances mettant en évidence sa dimension territoriale, encore partiellement inexplorée à ce jour. L'échelle d'action à privilégier pour sa territorialisation est questionnée, ainsi que ses intérêts en termes de développement pour le(s) territoire(s) concernés par sa mise en œuvre. Dans un premier temps, nous proposons d'analyser le cadre conceptuel des principes et approches qui caractérisent l'EC et son appropriation, avant d'aborder les enjeux territoriaux auxquels elle est confrontée, puis de discuter la question du DTD et de l'évaluation des effets de l'EC. Tout au long de l'article, nous proposons également des pistes de réflexion pour des recherches futures.

1. METTRE EN PLACE L'EC : VERS UNE REFORME PROFONDE DES MODES DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION

La notion d'EC s'est développée depuis les années 1970, suite aux travaux précurseurs de Boulding (1966) sur le constat des limites physiques et thermodynamiques qui s'imposent aux sociétés humaines. Tout a commencé en 1972 par la publication du rapport du club de Rome, posant les bases d'un débat sur la prise en compte de l'environnement dans le modèle linéaire de croissance économique. Suite au « *schéma en boucle* » de Stahel et Reday (1976) proposé à la faveur d'une réflexion conduite sur la problématique de la raréfaction des ressources pour le compte de l'Union Européenne, Stahel est le premier à proposer le concept d'« *économie en boucle* », fondée sur la réutilisation, la réparation et le recyclage des déchets afin d'épargner les ressources. En 1986, il introduit, en collaboration avec Giarini, la notion de « *nouvelle économie de service* », posant les bases de la recherche sur l'économie de fonctionnalité et l'importance des activités de services dans les processus de production et de consommation.

D'autres recherches ont contribué à alimenter les origines historiques du concept d'économie circulaire, comme le mécanisme du « *Cradle to Cradle* » relatif à la fabrication de produits circulaires par le biais de l'écoconception, et l'« *écologie industrielle* » (Frosch et Gallopoulos, 1989). Cette dernière considère la mise en place de synergies industrielles, comme les écosystèmes naturels, de sorte que les déchets d'un des procédés industriels puissent servir de ressources dans un autre procédé, afin de réduire les externalités négatives de la production industrielle sur l'environnement.

Finalement, le terme d'EC sera employé pour la première fois dans l'article de Pearce et Turner (1990), appelant à mettre en place un système circulaire en boucle de l'économie pour remplacer le système linéaire actuel.

S'il n'existe toujours pas de définition académique consensuelle et formalisée de l'EC, différents organismes publics et privés à travers le monde et des personnalités issues de la société civile, du monde scientifique ou politique se sont emparés de cette notion et œuvrent pour la promotion de l'EC au niveau du grand public et pour son intégration dans les politiques publiques (entre autres : Ademe, Fondation Ellen MacArthur, Institut EDDEC¹¹). Ils ont produit des documents qui servent de références pour les praticiens.

La définition proposée par l'ADEME (2014 : 4), axée sur les finalités de la mise en place de l'EC, l'associe à 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* ». De ce point de vue, l'EC a pour objectif de répondre aux enjeux écologiques et socioéconomiques actuels, sans pour autant faire mention de la dimension territoriale. L'ADEME a, en effet, conçu un cadre opérationnel de déploiement, identifiant trois domaines d'action : l'offre et les acteurs économiques, la demande et le comportement des consommateurs et la gestion des déchets, associés à sept approches de mise en œuvre : l'approvisionnement durable, l'écoconception, l'écologie industrielle et territoriale (EIT), l'économie de fonctionnalité, l'allongement de la durée d'usage (le réemploi, la réparation, la réutilisation) et le recyclage (ADEME, 2014).

Ces différents travaux ont fortement contribué à l'appropriation des principes d'EC dans les politiques environnementales des États et à son intégration comme politique économique et environnementale majeure. Dans l'Union européenne, le « *paquet européen* » de l'EC est composé de quatre directives que les États membres doivent adopter dans leur législation respective (Commission européenne, 2017). Par exemple, en Allemagne, à la faveur de la transposition des directives sur la prévention et la gestion des déchets, a été promulgué une loi sur l'EC, faisant suite aux lois de 1991 et de 1994 relative à la réduction des déchets, mettant l'accent sur la responsabilité élargie du producteur (Nelles et al., 2016) devant collecter, valoriser et ou recycler les déchets qu'il produit.

Il est reproché à l'UE de ne soutenir que des actions de recyclage de déchets (Carrière, 2018), et d'occulter la dimension territoriale de l'EC des directives cadres, au profit

¹¹ Institut de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Économie Circulaire (Québec)

d'une recherche d'efficacité économique (Bahers et al., 2017). Dans la même logique, le Japon - connu pour la mise en place du principe des 3R (réduction, réutilisation et recyclage des déchets) – a promulgué en 2000 une loi-cadre sur l'EC. Les objectifs sont de limiter les impacts environnementaux par la réduction de la consommation des ressources naturelles (Ren, 2007). Riche de son expérience des éco-villes et éco-parcs industriels et des projets pilotes d'EC (MacDowall et al., 2017), la Chine a elle aussi adoptée, en 2008, une loi-cadre plus systémique, considérant l'EC comme un levier de croissance économique et de promotion d'une société sobre en énergie et en ressources et respectueuse de l'environnement (CGDD, 2014).

En France, bien que la démarche d'EC soit plus récente, de plus en plus d'acteurs publics et privés s'y intéressent depuis la popularisation du concept par la Fondation Ellen Mac Arthur. Les Pouvoirs Publics se sont d'abord dotés d'une stratégie nationale d'EIT (EIT – l'un des sept piliers de l'EC) puis ont fait adopter en 2015 les lois sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe) et de la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV) inscrivant clairement l'EC dans la stratégie nationale de transition écologique et énergétique. La loi TECV vise notamment à décloisonner les différentes dimensions de l'EC et à faire le lien avec la politique de gestion des déchets (loi de 1992). En outre, l'engagement dans la transition vers une EC s'est traduit par la création, en 2013, de l'Institut de l'Économie Circulaire, qui, avec l'ADEME, s'implique très fortement dans la recherche et la mise en œuvre d'actions publiques territoriales de développement de l'EC.

2. LES ENJEUX DE LA TERRITORIALISATION DE L'EC

S'il est vrai qu'existe une volonté réelle d'institutionnalisation et d'inscription de l'EC dans des dispositions réglementaires et des stratégies de développement durable, la question de la dimension territoriale et spatiale de ses démarches d'application est encore peu étudiée. Quelques travaux de recherche, traitant cette question, l'appréhendent comme une stratégie territoriale de développement durable (Bahers et al., 2017 ; Maillefert et Robert, 2017 ; Gallaud et Laperche, 2016 ; Su et al. 2013 ; Beaurain et Brulot, 2011 ; Geng et al. 2009 ; Ness 2008). Dès lors, envisager la territorialité de l'EC amène à s'interroger sur le territoire de référence, ainsi que sur l'échelle et le périmètre de déploiement.

2.1. Quel territoire de référence ?

Souvent posée dans la littérature, la question du territoire de référence de l'EC reste d'actualité. Pour Gallaud et Laperche (2016) l'EC doit s'inscrire dans un projet global à

une échelle territoriale pertinente. Mais Dermine-Brullot et al., (2017 : 782) estiment à propos de l'EIT (pouvant être élargie aux autres démarches d'EC) « *qu'il n'existe pas de territoire unique et encore moins de territoire idéal.* » pour sa mise en œuvre. La notion de territoire d'activation de l'EC correspond-elle à une entité géographique administrative ou à celle de type clusters et systèmes productifs locaux, fondés sur des relations économiques localisées d'acteurs productifs (Torre et Tanguy, 2014) ?

Les travaux menés en géographie économique et en économie territoriale définissent le territoire comme un espace géographique borné, construit social complexe d'acteurs (ménages, entreprises, organisations, etc.) cherchant à mobiliser des ressources pour mettre en œuvre un projet commun (Colletis et Pecqueur, 2005 ; Gumuchian et Pecqueur, 2007 ; Di Méo, 1998). Appliquée à l'EC, cette définition soulève de multiples questions. La première concerne le terme « borné » car les limites géographiques des projets d'EC sont souvent floues, voire se superposent en fonction des acteurs et de leur échelle d'intervention. Se pose donc la question de l'échelle d'action pertinente et de mise en œuvre. La deuxième est relative à la problématique de la mobilisation des ressources. En effet, les démarches d'EC cherchent explicitement à mettre en œuvre le développement durable, impliquant une utilisation raisonnée de ressources territoriales locales. A partir de quel moment considère-t-on que la démarche d'EC ne serait plus locale ? La troisième concerne l'idée de projet commun et partagé par les acteurs d'un territoire. Or, l'EC pose aussi des questions de gouvernance territoriale, liées aux éventuels conflits ou oppositions qui peuvent émerger lors de la mise en œuvre de projets d'EC.

Alors qu'elle mise sur la proximité et la coordination des acteurs pour sa territorialisation (Lambert et Georgeault, 2014), nous sommes tentés de croire que le territoire de référence de l'EC correspond à celui que Di Méo (1998) associe à un construit social, rassemblant autour d'enjeux communs, un ensemble d'acteurs publics et privés avec des perceptions le plus souvent divergentes voire parfois contradictoires. Dans ce cas, le territoire est fondé sur les relations de proximité (géographique et/ou organisée) des acteurs et de leurs réseaux qui en fixent les contours, au sein duquel ils se rassemblent, se concertent, échangent des flux, des informations, des compétences et travaillent ensemble autour de défis communs. Il est également perçu comme un espace révélé de ressources potentielles, qui déterminent sa spécificité (Colletis et Pecqueur, 2005). Des ressources territoriales spécifiques, matérielles et immatérielles, qui sont, entre autres, des éléments de différenciation territoriale, créent une forme d'avantage d'un territoire par rapport à un autre et contribuent à les différencier.

L'EC cherche justement à optimiser de manière circulaire les échanges de flux de matières et d'énergie pour rendre plus efficace l'usage des ressources matérielles. Elle s'appuie pour cela, notamment, sur les ressources immatérielles territoriales, comme un savoir-faire économique, une relation de confiance entre les acteurs, pour mieux maîtriser les flux. Cette pertinence fait référence à l'étendue des réseaux de coordination d'acteurs qui facilitent le partage de flux, de connaissances et l'apprentissage collectif, et aux externalités socio-économiques et environnementales négatives au-delà desquelles il n'est plus souhaitable de mettre en œuvre un projet d'EC. Il en va de même pour les dimensions environnementales de l'action publique, dont l'échelle territoriale dépend des types de ressources, et prend en compte l'ensemble des réseaux d'acteurs concernés (Rey-Valette et Roussel, 2006).

Au sens de l'EC, le territoire pertinent ne correspond pas forcément à une entité administrative grande ou petite comme la région, le département, la commune ou le quartier. Il peut être considéré comme un espace pouvant couvrir ou non plusieurs de ces unités administratives, au sein duquel les acteurs locaux se mobilisent, activent les ressources territoriales, et se coordonnent autour d'enjeux et contraintes communes.

2.2. Quelle échelle de déploiement des actions pour l'EC ?

Les démarches d'EC sont déployées à des échelles très variées, qu'il s'agisse de l'entreprise, d'une zone industrielle ou d'activités, ou d'un territoire administratif municipal, intercommunal voir régional (Brotons, 2017 ; Ghisellini et al., 2016 ; Su et al., 2013). En France, certaines démarches sont initiées grâce à l'appui des politiques publiques à l'échelle de territoires administratifs ou intercommunaux. C'est le cas de la démarche d'EIT déployée sur le Tarn-et-Garonne et portée par la Chambre d'agriculture et d'industrie avec l'appui de l'ADEME. Impliquant, à l'échelle du département, des entreprises de tous les secteurs d'activités, elle quantifie et géolocalise les flux de matières et d'énergies, mutualise le transport des flux et valorise les déchets par échange interentreprises. De nombreuses démarches d'écologie industrielle initiées par des acteurs locaux sont également menées au sein de zones d'activités ou industrielles, des échelles territoriales plus restreintes que les territoires administratifs (voir les exemples donnés par Jambou, 2018).

Alors que les directives européennes en matière de prévention et de gestion des déchets ne font aucune mention de l'échelle territoriale sur laquelle les flux devraient être maîtrisés, en France la législation oblige à traiter les déchets à l'échelle des départements et des régions, afin de rapprocher les territoires de production et de traitement (Bahers et al., 2017). Les lois NOTRe et TECV définissent la Région comme

le territoire privilégié de planification des actions d'EC (Brotons, 2017). Toutefois, certains auteurs, comme Esparon (2017) dans le cadre des problèmes de gestion des ressources de la filière forêt-bois dans le massif forestier des Landes, préfèrent le périmètre de la communauté de communes comme territoire le plus approprié à sa mise en œuvre. Cette approche permet d'inclure tous les acteurs de la filière au niveau local, de la production forestière à la gestion des déchets issus de la transformation du bois, ainsi que l'ensemble des ressources spécifiques territoriales que génère cette activité. Au Japon, en raison des contraintes technologiques et des importants investissements nécessités par le traitement de certains déchets (gisements de terres rares par exemple), c'est l'échelle nationale qui est considérée par la loi cadre sur l'EC (Geng et al., 2010). Les lois sur l'EC élaborées en Chine et au Japon obligent les collectivités territoriales à décliner leurs stratégies de développement dans les territoires dans le cadre de planifications régionales (MacDowall et al., 2017 ; Geng et al., 2010).

Quelle est alors l'échelle de déploiement la plus pertinente de l'EC ? Nationale, régionale, locale, micro-locale ? Au regard des échanges de flux, qui s'effectuent parfois très largement au-delà des frontières administratives, et des installations industrielles spécifiques que nécessitent certaines démarches d'EC (Geng et al., 2010 ; Ness 2008), il apparaît que le territoire pertinent de mise en œuvre des synergies ne correspond pas nécessairement aux territoires administratifs. Si de nombreuses démarches sont menées dans ces périmètres, ce n'est pas pour la pertinence de leur échelle (Dermine-Brullot et al., 2017), mais plutôt en raison du rôle clé joué par les collectivités territoriales, en particulier les régions, dans la coordination de l'action publique territoriale en faveur de l'EC (Brotons, 2017). Du point de vue des principes du développement soutenable, l'EC doit être, à notre entendement, mise en œuvre au plus près des acteurs locaux et de leurs réseaux, pour une appropriation totale et une efficacité plus grande de la mise en œuvre. L'objectif consiste alors à accroître les coopérations entre acteurs à l'échelle locale, dans le but d'apporter des réponses techniques, organisationnelles ou économiques à leurs défis communs (Dermine-Brullot et al., 2017), mais également à limiter les opportunités de conflits et d'oppositions.

3. L'EC COMME PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL SOUTENABLE : QUELLES APPROCHES POSSIBLES ?

Au-delà de ses objectifs d'efficacité de mobilisation et d'utilisation des ressources et de réduction des impacts négatifs environnementaux, l'EC est associée à une forme

renouvelée d'opérationnalisation du concept de DTD ou soutenable (Carrière, 2018). Ce dernier renvoie à une déclinaison au niveau local des principes du développement durable, fondés sur l'articulation entre domaines économique, social et environnemental, élargi à la gouvernance locale et à la recherche d'externalités positives (Angeon et al., 2006). Les travaux qui considèrent l'EC comme un processus de DTD l'introduisent selon trois approches.

3.1. Une approche par les démarches opérationnelles de l'EC : l'exemple de l'EIT

Champ scientifique plus ancien que le concept d'EC, l'EIT (Ecologie Industrielle et Territoriale) y est aujourd'hui incorporée comme l'une de ses démarches d'application. Elle promeut un partenariat industriel mis en place par des entreprises et d'autres acteurs locaux, visant à échanger des ressources, à dématérialiser et à relocaliser l'économie pour une gestion efficace des ressources et la valorisation locale des déchets (Buclet, 2015). L'EIT permet la mise en commun des besoins des acteurs qui échangent des flux de matières et d'énergie, les déchets des uns pouvant devenir des ressources pour les autres (Erkman, 2001). Elle favorise le bouclage des flux dans les interactions entre activités humaines et environnement et cherche, au travers du métabolisme territorial, à saisir la dynamique des flux entrants et sortants au sein d'un périmètre donné (Buclet, 2015), une zone industrielle ou un quartier par exemple.

À l'origine du concept, l'écologie industrielle est inspirée du fonctionnement des écosystèmes naturels, mis en place dans le but d'optimiser le bouclage des flux de matières et d'énergie afin de limiter les impacts négatifs de la production industrielle sur l'environnement (Frosch et Gallopoulos 1989). L'extension de ce principe à une dimension territoriale (Dermine-Brulot, et al., 2017) accroît son opérationnalité, met un accent particulier sur la coordination des acteurs dans les échanges de flux (Schalchli et Maillefert, 2010), et étend l'intérêt pour les interactions productives à l'échelle d'une zone industrielle vers une pluralité d'acteurs locaux et de périmètres de déploiement (Beurain et Brulot, 2011). C'est en effet, une forme d'organisation industrielle et territoriale entre entreprises et collectivités territoriales à une échelle relativement locale (Buclet, 2015) ; le territoire étant un espace géographique circonscrit, favorisant la proximité géographique entre acteurs. L'expérience danoise de Kalundborg fait référence dans la littérature (Erkman, 2001).

L'EIT a pour projet de mettre en commun des enjeux locaux (gestion de ressources, de déchets, production d'énergie), des compétences et des équipements (Beurain et

Brulot, 2011). Elle favorise la valorisation des déchets, la réduction de la consommation des ressources et d'énergie et des pollutions et contribue à relocaliser les approvisionnements (Maillefert, 2009). Les entreprises, davantage ancrées dans le territoire, réduisent leurs coûts grâce aux économies de mutualisation et de substitution, créent de la valeur ajoutée et maintiennent des emplois locaux. C'est par cette contribution à la création d'une économie locale innovante et durable que l'EIT serait porteuse d'un DTD, d'après Gallaud et Laperche (2016).

Au-delà des relations interentreprises, d'autres acteurs locaux, notamment les citoyens, bénéficient du système de mutualisation et de substitution. C'est par exemple le cas Dunkerquois, où certains ménages sont raccordés aux réseaux de chaleur urbains issus de productions fatales de chaleur par les entreprises (Maillefert et Screnci, 2016), ou d'autres exemples de gestion de la biomasse. Dans un contexte moins urbain, Esparon (2017) estime que ce mode d'organisation pourrait répondre aux besoins d'équilibre de l'économie de la filière forêt-bois dans le territoire du massif Landais.

3.2. Une approche par les trajectoires d'innovation de l'EC

Visant à optimiser les flux de matières et d'énergie pour rendre efficace l'usage des ressources et diminuer les impacts environnementaux, l'EC introduit une refonte en profondeur des modes dominants de production et de consommation linéaire. Or, toute évolution dans les processus anciens de production et de consommation est une innovation (Torre, 2015 ; Torre, 2018a), quels que soient l'activité, le produit, le territoire ou le contexte. Dans cette optique, certains travaux associent l'EC à une démarche de DTD impliquant des trajectoires d'innovations technologiques et organisationnelles (Merlin-Brogniart, 2017 ; Laperche et Merlin-Brogniart, 2016 ; Maillefert et Robert, 2017 ; Bocken et al., 2014 ; Beaurain et Brulot, 2011).

Les améliorations technologiques concernent de nouveaux procédés de production, généralement mis en œuvre à l'échelle de l'entreprise, comme l'écoconception, le recyclage et la valorisation des déchets et de nouveaux produits à forte valeur ajoutée. Dans une logique de recherche d'externalités positives, l'innovation constitue un des moyens de bouclage des flux dans les processus de production et de consommation, dans le but de limiter les gaspillages et les externalités négatives sur l'environnement (Mirabella et al., 2014). En effet, les approches cycle de vie de l'EC, principalement axées sur le produit (écoconception, réparation, réutilisation, réemploi, valorisation et recyclage des déchets...) permettent la réduction des quantités de matières et d'énergie entrant dans les processus et les quantités de déchets qui en sortent. Les interactions facilitent la circulation des flux, permettant de réduire les coûts de

transport, aux partenariats productifs (entre entreprises et celle-ci avec les consommateurs), économisant les coûts de transaction, et à la participation d'autres acteurs locaux, la mobilisation des innovations technologiques, le partage de connaissances et l'apprentissage collectif (Beurain et Brulot 2011).

Le processus de DTD de l'EC s'appuie aussi fortement sur l'innovation organisationnelle. Elle renvoie aux relations de coopération entre acteurs, intégrant non seulement les externalités positives mais aussi les questions de territoire et de gouvernance dans les processus productifs et de consommation (Maillefert et Robert, 2014 ; Du Tertre, 2011), avec les nouveaux modes d'organisation et de gouvernance de la coopération et de la coordination des acteurs dans les échanges de flux (Torre et Chia, 2017). Cette dimension organisationnelle des trajectoires d'innovation garantit, selon Laperche et Merlin-Brogniart (2016), le bon fonctionnement de la mise en territoire et la soutenabilité des approches d'EC. Elle rend possible la mutualisation des flux et les interactions, non seulement entre acteurs productifs à l'échelle des entreprises et des zones d'activités, mais également à l'échelle territoriale avec une pluralité d'acteurs (Merlin-Brogniart, 2017).

Un autre aspect des trajectoires d'innovation qu'incarne l'EC est l'offre aux acteurs productifs et aux consommateurs de nouveaux modèles économiques circulaires (Maillefert et Robert, 2017). Tout comme la consommation collaborative, la vente d'occasion et les démarches de réemploi (pouvant aussi relever de l'économie sociale et solidaire), développées autant par des grandes et petites entreprises que des associations, constituent des nouveaux modèles économiques relevant à la fois des stratégies d'entreprise et de comportements de consommation responsables au service du développement durable (ADEME et al., 2017). Le passage à ces « *business models soutenables* » Maillefert et Robert, (2017 : 916-917), à la place de modèles d'entreprises manufacturières, constitue une innovation de rupture (Gaglio et al., 2011).

3.3. La gouvernance de l'EC, induite par les proximités

La territorialisation de l'EC nécessite, selon Lambert et Georgeault, (2014), une proximité entre les acteurs, qui constitue un axe majeur de la gouvernance des flux et du DTD (Gallaud et Laperche, 2016). Il est devenu commun des distinguer deux types de proximité (Torre et Zuideau, 2009 ; Rallet et Torre, 2004). Une proximité géographique exprimée en coût monétaire ou temporel, qui permet de mesurer l'étendue spatiale entre les acteurs d'une entité et dépend des infrastructures et des services de transports. Et une proximité dite organisée résultant des liens sociaux qui

se créent entre acteurs d'une même organisation ou réseau social, et qui s'exprime par les interactions ou les liens de confiance entre ces acteurs.

Si certaines démarches d'EC se développent parfois sur des espaces territoriaux très larges, la plupart, notamment en matière d'EIT, sont déployées à des échelles locales par des entreprises générant et consommant des flux de matières et d'énergie (Beurain et Brullot, 2011 ; Schalchli et Maillefert, 2010). Les approches d'économie de fonctionnalité sont clairement initiées dans des espaces territoriaux réduits (Bahers et al., 2017). Compte tenu des échanges de flux entre acteurs, parfois à des échelles territoriales très larges, de la nécessité des réseaux de partenariats et de la complexité de certaines opérations qui contraignent les acteurs à se localiser à des endroits différents, la question de la dimension spatiale des démarches d'EC est ainsi directement posée (Beurain et Brullot, 2011). À cet effet, Bahers et al., (2017) soutiennent que des considérations économiques sont à prendre en compte dans la localisation des sites de traitement et de recyclage des déchets, mais que ce choix obéit également à des logiques techniques et de gouvernance. La recherche de la proximité géographique des acteurs semble donc dominante : elle n'est pas indispensable, mais les partenariats entre ces acteurs s'appuient aussi fortement sur la proximité organisée dans l'un ou l'autre cas de figure.

La proximité géographique est recherchée pour ses avantages associés à la facilité de circulation des flux (qui permet de réduire les coûts de transport), mais également aux partenariats productifs pertinents entre entreprises (qui économisent les coûts de transaction) et à la participation d'autres acteurs territoriaux (qui facilite la mobilisation d'innovations technologiques, le partage de connaissances et l'apprentissage collectif) (Beurain et Brullot 2011). La « *proximité géographique des marchés* » est privilégiée dans les activités de collecte et de démantèlement des déchets, qui nécessitent une importante main d'œuvre peu qualifiée, mais réputée à faibles économies d'échelle (Bazin et al., 2009). Dans le même temps, la proximité géographique est subie par les riverains, qui peuvent s'opposer à certaines initiatives d'EC comme la méthanisation (Bourdin et Raulin, 2017) ou le traitement des boues usagées (Torre, 2018b).

L'autre dimension de la proximité, *i.e.* la proximité organisée, assure la coordination des acteurs proches, mais également à distance dans le déploiement de l'EC. Elle met l'accent sur les réseaux de partenariats locaux (Rallet et Torre, 2004) et permet, malgré les difficultés et les coûts liés à la circulation des flux sur de longues distances, de pallier l'absence d'une proximité géographique (Beurain et Brullot 2011). Bazin et al., (2009) ont montré que les activités de recyclage, localisées à des endroits différents, parfois éloignées les unes des autres, aidées par les activités logistiques développées grâce

aux investissements en termes d'infrastructures, s'appuient avant tout sur la proximité organisée. Ils soutiennent que « *l'importance des coûts de transport et de stockage des produits une fois déconstruits, nécessite de regrouper les matières à recycler sur des lieux capables de massifier l'activité de recyclage, permettant ainsi de réaliser des économies d'échelle dans l'activité de transformation* » (Bazin et al., 2009 : 12).

Au total, le bilan est mitigé. La proximité géographique est facteur d'avantages en matière de déploiement mais peut contribuer à des oppositions locales. La proximité organisée constitue un élément commun entre les démarches d'EC et permet leur application décloisonnée. Elle peut favoriser les synergies locales, mais également contribuer à éloigner les flux et les échanges, et donc à diminuer le caractère durable des processus.

CONCLUSION ET PISTES DE RECHERCHE

Conçue comme une démarche opérationnelle de gestion en boucle des ressources d'un territoire, l'EC repose sur la connaissance et la prise en compte des enjeux spécifiques associés à son fonctionnement, voire à son développement. Le présent article contribue à la réflexion sur ce concept et propose quelques pistes de recherche sur les enjeux de la territorialisation de l'EC, à partir de la lecture des textes sur la question et des politiques mises en œuvre à différentes échelles spatiales.

En termes d'ancrage local et de territorialité, l'enjeu est de concevoir à l'échelle territoriale une stratégie de déploiement systémique et transversale des démarches impliquant l'ensemble des activités du territoire et de ses acteurs, afin d'enclencher un processus de DTD. L'EC doit ainsi s'inscrire dans un projet global de territoire, et faire l'objet de processus et de politiques adaptées (Gallaud et Laperche, 2016). Dans cette optique, elle est aujourd'hui déjà en mesure de contribuer à la relocalisation des approvisionnements, à la consommation de produits locaux, à la mobilisation d'innovations territoriales et à leur appropriation par les différents acteurs de l'économie locale, notamment autour des activités de récupération (Bahers et al., 2017). Ces préoccupations vont au-delà de la création d'activités génératrices d'emplois ancrés dans le territoire, et concernent également la contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle locale et globale, la limitation du gaspillage des ressources et la capacité à rendre les territoires plus attractifs, compétitifs et résilients par la mise en œuvre d'innovations de toutes natures.

En produisant ces externalités positives dans un contexte de transition écologique et de mutations des territoires, l'EC pourrait constituer une réponse aux défis territoriaux

de compétitivité, de résilience, de valorisation des ressources spécifiques locales, et de remobilisation des acteurs sur les questions de gouvernance territoriale (Schalchli et Maillefert, 2010). Toutefois, il ne faut pas négliger ses limites, en particulier au niveau des territoires et des possibles oppositions des riverains ou des populations locales à ce type de démarches du fait qu'elles peuvent générer des externalités négatives.

Aujourd'hui, plusieurs problématiques largement posées dans cet article subsistent : quel territoire de référence, quelle articulation entre les différents échelons territoriaux, quel espace de déploiement et de gouvernance des démarches, quelles externalités produites et comment les évaluer.

Ainsi, les outils de l'économétrie spatiale pourraient être exploités pour la définition du périmètre pertinent d'action des projets d'EC et la compréhension des effets territoriaux de proximité dans la localisation géographique des acteurs. De plus, l'évaluation de la « *valeur territoriale* » (Maillefert et Robert, 2017 : 920-923) créée autour de ces nouvelles activités circulaires ancrées constitue un champ de recherche innovant tant par la méthodologie à élaborer, que par les enjeux locaux de l'EC à explorer. L'évaluation des effets de ces démarches nécessite d'identifier et d'estimer l'ensemble des impacts, pour rendre compte des projets et des politiques publiques territoriales d'EC. Or les impacts négatifs sont rarement évoqués dans la littérature. Pourtant, la mise en place de projets territoriaux d'EC nécessite la connaissance des coûts d'opportunité (destruction d'emplois et de valeur sur d'autres secteurs d'activités), des impacts environnementaux et des conflits de voisinage (Bourdin et Raulin, 2017), également porteurs d'innovations de toutes natures (Torre, 2018a).

Au regard du large spectre de mise en œuvre systémique de l'EC, le travail d'évaluation consiste à identifier, quantifier et mesurer un ensemble d'indicateurs d'impacts directs et indirects en fonction des projets, bien qu'il soit difficile de disposer d'indicateurs quantitatifs, notamment en ce qui concerne l'évaluation de la gouvernance. Les travaux de mesure d'impacts étant largement tributaires des données (Bourdin et Ragazzi, 2018), on comprend que les études d'impacts de l'EC restent encore peu développées. En effet, il existe une grosse lacune dans la disponibilité de données harmonisées à une échelle fine. Pourtant, leur exploitation permettrait de comprendre en quoi l'EC permet de générer de l'emploi et créer de la valeur par et pour le territoire, et ainsi de justifier son déploiement sur les territoires.

Par ailleurs, l'analyse des proximités géographique et organisée permettrait-elle également de révéler et d'évaluer la dimension territoriale et spatiale de l'EC (Bahers et al., 2017) ? Cette question peut alimenter la réflexion pour des recherches futures

sur la gouvernance de l'EC. Nous savons déjà que l'approche territoriale de l'EC mise sur une proximité géographique des acteurs (Carrière, 2018), indispensable à toute mutualisation et substitution de flux et à toute collaboration pérenne des acteurs, gage de la dynamique de mobilisation des ressources endogènes et de la création de « *valeur territoriale* ». Mais, la mobilisation des proximités organisées, qui peuvent s'affranchir de l'espace et des territoires, laisse planer un doute sur la possibilité d'un DTD fondé sur les principes de l'EC.

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, ATEMIS, Vuidel P., Pasquelin B., 2017. Vers une économie de la fonctionnalité à haute valeur environnementale et sociale en 2050. Les dynamiques servicielle et territoriale au cœur du nouveau modèle, Angers, Ademe, 299 p.

Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 2014. Économie circulaire: notions. Fiche technique, Angers, Geldron A., Ademe, p. 10.

Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Énergie et Association des régions de France, 2014, Guide méthodologique du développement des stratégies régionales d'EC en France, Paris – Angers, Ademe, p. 89.

Andersen M. S., 2007, "An introductory note on the environmental economics of the circular economy", Sustainability Science, vol. 2, n° 1, pp 133 – 140

Angeon V., Caron P., Lardon S., 2006. «Des liens sociaux à la construction d'un développement territorial durable : quel rôle de la proximité dans ce processus ? », Développement durable et territoires, vol.7, p. 23.

Asif F. M. A., Lieder M., Rashid A., 2016, "Multi-method simulation based tool to evaluate economic and environmental performance of circular product systems", Journal of Cleaner Production, vol. 139, p. 1261 - 1281.

Aurez V., Georgeault L., 2016, « Les indicateurs de l'EC en Chine », Revue de l'OFCE, vol. 1, n° 145, p. 127-160.

Aurez V., Tan A., Deboutière A., Carré L., Schnebelen N., 2015, L'économie circulaire, une trajectoire pour la lutte contre le dérèglement climatique. Paris, IEC, p.78

- Aurez V., Levy J-C., 2013, *Économie circulaire, écologie et reconstruction industrielle ?* Paris, Commission Nationale de la Coopération Décentralisée, 26 p.
- Bahers J-B., Durand M., et Beraud H., 2017, « Quelle territorialité pour l'EC ? Interprétation des typologies de proximité dans la gestion des déchets », *Flux*, Vol. 3, n° 109-110, p. 129-141.
- Barles S., 2014, « L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières », *Développement durable et territoires*, Vol. 5, n°1, p. 22.
- Bastein T., Elsbeth R., Elmer R., Alwin H., 2013, *Opportunities for a circular economy in the Netherlands*, Leiden, Netherlands Ministry of Infrastructure and the Environment, 124 p.
- Bazin S., Beckerich C., et Delaplace M., 2009 « Les déterminants de l'émergence de filières productives de déconstruction/recyclage : patrimoines productifs locaux, proximités organisées et/ou proximité géographique ? », 6ème Journées de la Proximité, « Le Temps des Débats », octobre, Poitiers, p.14.
- Beaurain C., Brulot S., 2011, « L'écologie industrielle comme processus de développement territorial : une lecture par la proximité », *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, Vol. 2, p.313-340.
- Bocken N. M. P., Short S.W., Rana P., Evans S., 2014, "A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes", *Journal of Cleaner Production* vol. 65, p. 42 -56
- Bonet-Fernandez D., Petit I., Lancini A., 2014, « L'EC : quelles mesures de la performance économique, environnementale et sociale ? », *Revue française de gestion industrielle*, vol. 33, n° 4, p. 25.
- Boulding K. E., 1966. "The economics of coming spaceship earth", in Jarret H. (Ed.), *Environmental quality in a growing economy*, Baltimore, MD: John Hopkins, University Press.
- Bourdin S., Raulin, 2017, « EC et effets de proximité : analyse du discours des acteurs de la méthanisation dans le Grand-Ouest français », *Les défis de développement pour les villes et les régions dans une Europe en mutation*, 5-7 juillet, Université Panteion, Athènes, 16 p.

- Bourdin S., Ragazzi E., 2018, La science régionale et la performance des politiques publiques : Retour sur les méthodes d'évaluation, *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, vol. 2, p. 225-242.
- Brotons J., 2017, « EC et droit. Vers une régionalisation de l'EC en France », in Lazzeri Y., Bonnet-Fernandez D., Domeizel M. (dir.), *EC et territoire*, Aix-en-Provence, Presse Universitaire de Provence et Presse Universitaire d'Aix-Marseille, p. 103 – 109.
- Buclet N., (2015). « Essai d'écologie territoriale. L'exemple d'Aussois en Savoie », CNRS Éditions, Paris, p.216.
- Campagne P., Pecqueur B., 2014, « Le développement territorial. Une réponse émergente à la mondialisation », Paris, éditions C. L. Mayer, Collection Essai.
- Carrière J-P., 2018, « La région, une échelle pertinente pour la « mise en territoire » de l'EC ? Réflexions à partir du cas français », *Lucrările Seminarului Geografic Dimitrie Cantemir*, n°1, vol.46, p.3-22
- Colletis G. et Pecqueur B., 2005, « Révélation de ressources spécifiques et coordination située », *Économie et institutions*, n°6 et 7, p.51-74.
- Commissariat Général au Développement Durable, 2014, *Comparaison internationale des politiques publiques en matière d'économie circulaire*, Nanterre, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, 53 p.
- Commissariat Général au Développement Durable, 2017, *10 indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire*, Edition 2017, Service de l'observation et des statistiques, Sous-direction de l'information environnementale, Nanterre, p.36.
- Decouzon C., Maillefert M., 2012, « Évaluer des projets d'écologie industrielle sur des parcs d'activité : des synergies au territoire », *Géographie, économie, société* n°4, vol.14, p.411-434
- Dermine-Brullot S., Junqua G., Zuideau B., 2017, « Écologie industrielle et territoriale à l'heure de la transition écologique et sociale de l'économie », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° 5, p. 771 – 795.
- Di Méo G., 1998, « De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie », *l'Information Géographique*, vol. 62, n° 3, p. 99-110.

- Du Tertre C., 2011, « Économie servicielle et travail : contribution théorique au développement d'une économie de la coopération » Travailler, Vol. 1, n° 29, p.29-64.
- Erkman S., 2001, « L'écologie industrielle, une stratégie de développement », Le Débat Vol. 1, n° 113, p. 106–121.
- Esparon S., 2017, « La Communauté de communes comme système pilote pour l'étude d'un réseau de création de valeurs forestière élargi », RERU, n° 5, p. 837 – 856.
- European Commission, 2017, Report on the implementation of the Circular Economy Action Plan, Bruxelles, 14 p.
- Frosh R. A., Gallopoulos N. E., 1989, "Strategies for Manufacturing. Wastes from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment", Scientific American vol. 261, n°3, 144-152.
- Gallaud D., Laperche B., 2016, « EC et développement durable : écologie industrielle et circuits courts », London, ISTE éditions Ltd, collection innovation, entrepreneuriat et gestion, vol. 5.
- Gaglio G., Lauriol J., Du Tertre C. 2011, « L'économie de la fonctionnalité : une voie nouvelle vers un développement durable ? », Toulouse, Octarès.
- Geng Y., Tsuyoshi F., Chen X., 2010, "Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki", Journal of Cleaner Production, vol. 18, n° 10-11, p. 993-1000.
- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S., 2016, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems", Journal of Cleaner Production, vol. 114, p.11-32.
- Gumuchian H., Pecqueur B., (dir.), 2007, « La ressource territoriale », Economica, Paris, vol. 1, p.252.
- Jambou M., 2018, « L'émergence de relations interentreprises dans les démarches d'écologie industrielle et territoriale. Comparaison de trois dispositifs méthodologiques innovants », thèse de doctorat, Université de technologie de Troyes.

- Lambert F-M., Georgeault L., 2014, « Les axes majeurs du développement d'une politique d'EC », *Annales des Mines, Responsabilité et environnement*, vol. 4, n° 76, p. 19-22.
- Laperche B., Merlin-Brogniart C., 2016, « Écologie industrielle et développement territorial durable le rôle des services », *Marché et organisations*, n° 25, vol.1, p.87 – 118.
- McDowall W., Geng Y., Huang B., Bartekova E., Bleischwitz R., Türkeli S., Kemp R., Doménech T., 2017, "Circular Economy Policies in China and Europe", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 21 n° 3, p.651-661.
- Maillefert M., Robert I., 2017, « Nouveaux modèles économiques et création de valeur territoriale autour de l'économie circulaire, de l'économie de la fonctionnalité et de l'écologie industrielle », *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, vol. 5, p.905 – 933.
- Maillefert M., Robert I., 2014, « Écologie industrielle, économie de la fonctionnalité, entreprises et territoires : vers de nouveaux modèles productifs et organisationnels ? », *DDT*, n°5, vol.1, p.1-6
- Maillefert M., Screnci N., 2016, « Écologie industrielle et nouveaux modèles économiques. Quels enjeux de développement pour les territoires? » *RIODD2016*, juillet, Saint-Etienne, p.26.
- Maillefert M., 2009, « L'écologie industrielle : une stratégie de développement territorial durable ? » *Ecoflash*, n° 239.
- Merlin-Brogniart C., 2017, « Nature et dynamique de l'innovation des nouveaux modèles de croissance : le cas de l'écologie industrielle et de l'économie de la fonctionnalité », *Innovation*, n° 54, vol 3, p.65 – 95.
- Mirabella N., Castellani V., Sala S., 2014, "Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review", *Journal of Cleaner Production*, vol. 65, p. 28 – 41.
- Nelles M., Grünes J., and Morscheck G., 2016, "Waste Management in Germany- Development to a Sustainable Circular Economy?" *Procedia Environmental Sciences*, vol. 35, p.6-14.

- Ness D., 2008, "Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through" *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, vol.15 n°4, p. 288-301.
- Rallet A., Torre A., 2004, « Proximité et localisation », *Économie rurale* n°280, p.25-41.
- Ren Y., 2007, "The circular economy in China", *Journal of Material Cycles and Waste Management*, vol. 9, n° 2, p. 121–129.
- Rey-Valette H., Roussel S., 2006, « L'évaluation des dimensions territoriale et institutionnelle du développement durable. Le cas des politiques de Gestion Intégrée des Zones Côtières », *Développement durable et territoires*, vol. 8, p. 20.
- Schalchli P., Maillefert M., 2010, « Pré-requis pour la construction d'une méthodologie pour l'implantation d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle d'un espace territorial », in Maillefert M., Petit O., Rousseau S. (coord), « Ressources, territoires, patrimoines et développement durable », chap 2, Peter Lang ed.
- Su B., Heshmati A., Geng Y., 2013, "A Review of the Circular Economy in China: Moving from Rhetoric to Implementation", *Journal of Cleaner Production* vol. 42, p.215-227.
- Torre A., 2018a, « Les moteurs du développement territorial », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, vol.4, p.711-736
- Torre A., 2018b, Développement territorial et relations de proximité, *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 5-6, 1043 – 1075.
- Torre A., Chia E., 2017, « Nouvelles controverses du développement territorial : Quelle gouvernance et quelles innovations ? », *Révue Canadienne des Sciences Régionales*, vol.2, n°40, p.91-102.
- Torre A., 2015, « Théorie du développement territorial », *Géographie, économie, société*, vol. 3, n° 17, p.273-288.
- Torre A., Tanguy C., 2014, « Les systèmes territoriaux d'innovation : fondements et prolongements actuels », in Boutillier S., Forest J., Gallaud D., Laperche B., Tanguy C., Temri L. (dir.), *Principes d'économie de l'innovation*, Peter Lang, Collection Business and Innovation, Bruxelles, p .514.

Torre A., Zuindeau B., 2009, « Les apports de l'économie de la proximité aux approches environnementales : inventaire et perspectives », Natures Sciences Sociétés, vol. 4, n° 17, p.349-360.

Wijkman A., Skanberg K., 2015, "The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. A study pertaining to Finland, France, the Netherlands, Spain and Sweden", Club of Rome, 59 p.

CHAPITRE 2

Chapitre sous forme d'un article à parître dans la Revue d'Economie Industrielle (REI)

VERS UNE TERRITORIALISATION DES DYNAMIQUES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ? ANALYSE DU CAS FRANÇAIS, 2008 – 2015

Amadou Niang, Sébastien Bourdin et André Torre

Résumé

Le modèle émergeant d'économie circulaire, envisagé comme une solution adaptée aux défis globaux des changements climatiques, est aujourd'hui souvent proposé pour la conception et la fabrication de produits à forte valeur ajoutée, générateurs de nouvelles activités économiques pourvoyeuses d'emplois et de valeur dans les territoires. Cet article contribue à analyser l'évolution et le degré de concentration spatiale des activités d'économie circulaire à l'échelle des zones d'emploi de la France métropolitaine sur la période 2008 - 2015. La mesure d'indices statistiques spatiaux et la cartographie de données d'emploi et d'établissements dont l'activité s'inscrit dans l'économie circulaire permettent d'expliquer l'hétérogénéité du potentiel de croissance locale circulaire et de mettre en évidence des effets de concentration spatiale qui suivent les contours des grandes métropoles et de certaines régions françaises.

Abstract

The emerging circular economy model, seen as a solution to the global challenges of climate change, is proposed for the design and manufacture of high value-added products, generating new economic activities that provide jobs and value at the territorial level. This article contributes to the analysis of the evolution and the degree of spatial concentration of circular economy activities at the scale of employment areas in metropolitan France over the period 2008 and 2015. The measurement of spatial statistical indices and the mapping of employment data and establishments whose activity is part of the circular economy has made it possible to explain the heterogeneity of local circular growth potential, highlighting spatial concentration effects that follow the contours of major metropolises and certain French regions.

Mots-clés : Économie circulaire, zones d'emploi, établissement, croissance de l'emploi, concentration spatiale.

Keywords: Circular economy, employment areas, establishment, employment growth, spatial concentration.

INTRODUCTION

S'il est vrai que le modèle économique linéaire a permis ces dernières décennies la croissance économique mondiale, sa soutenabilité est aujourd'hui fortement remise en cause (Ellen MacArthur Foundation, 2015 ; Lieder et Rashid, 2016). La rareté des ressources naturelles et énergétiques qu'il engendre, suite à leur surexploitation, entraîne une augmentation des prix des matières premières, créant des tensions dans un monde en forte croissance démographique et à l'économie toujours plus globalisée (Preston, 2012), alors que la dégradation poussée de l'environnement s'avère un problème préoccupant pour l'humanité. Ces changements globaux conduisent à reconsidérer le modèle de croissance linéaire (Garces-Ayerbe et al., 2019 ; Lieder et Rashid, 2016), qui perturbe les marchés et les systèmes productifs et affecte le bien-être des acteurs socioéconomiques (Fondation Ellen MacArthur, 2013). Les entreprises sont en particulier confrontées aux coûts économiques des dommages, dont les problèmes de pollution et de volatilité des prix de matières premières, qui entraînent des protestations des populations, ainsi qu'une destruction d'activités et d'emplois se traduisant par un ralentissement économique (International Labour Office- ILO, 2013 ; OCDE, 2012).

La rupture qui s'impose avec ces processus linéaires commande de réformer en profondeur les modes actuels de production et de consommation de masse, pour une meilleure conciliation de la croissance économique, de la préservation de l'environnement et du bien-être social des populations (Prieto-Sandoval et al., 2018). Le modèle émergent d'économie circulaire est maintenant envisagé comme une solution adaptée à ces défis globaux, dans le cadre d'une transition écologique permettant une gestion économe des ressources et la réduction des pollutions (Muranko et al., 2018). Proposé sous un mode de flux alternatif et cyclique (Stahel, 2016), il recouvre différentes approches (ADEME, 2014), qui favorisent la mise en place de circularités dans des boucles fermées de flux de matières et d'énergie, permettent de réduire la consommation des ressources naturelles et diminuent les externalités négatives des activités humaines (Haas et al., 2015 ; Gregson et al., 2015).

L'économie circulaire a gagné en intérêt depuis quelque années, auprès du grand public, des associations ou des collectivités locales comme des entreprises (Urbinati et al., 2017), qui la considèrent comme l'un des impératifs stratégiques majeurs de mise en place opérationnelle du développement durable (Kirchherr et al., 2017) ou un moyen d'ancrage local d'activités économiques et mettent en place de nouvelles stratégies commerciales et de comportements de consommation responsable (Bourdin

et Maillefert, 2020). Déclinée par l'ADEME (2014) en stratégies d'application opérationnelle¹², elle connaît en France un développement assez fulgurant. Elle témoigne l'intérêt pour des activités comme les solutions de consommation collaborative (covoiturage...), de production écoconçue, de réparation, de vente d'occasion, de recyclage et de valorisation de déchets, ou d'autres activités servicielles de dématérialisation des processus. Ces nouvelles activités circulaires représentent d'importants modèles d'affaire porteurs de croissance pour les acteurs productifs (Urbinati et al., 2017 ; Preston, 2012). Elles augmentent la résilience des firmes face à la volatilité des prix de matières premières, tout en laissant une place de choix aux enjeux socioéconomiques de création de valeur et de richesse, ainsi que de préservation de l'environnement (Lieder et Rashid, 2016 ; Garcés-Ayerbe et al., 2019). L'engagement dans la circularité traduit donc la volonté des acteurs publics et privés d'assurer une croissance économique impactant moins l'environnement, et qui préserve le bien-être social des populations. Dans ce cadre, les territoires locaux paraissent être un niveau d'intervention adéquat de mise en œuvre des initiatives d'économie circulaire, à même de développer ses potentialités économiques, sociales et environnementales (Niang et al., 2020).

Différentes recherches académiques se sont récemment intéressées à l'évaluation économique des impacts de l'économie circulaire en termes de réduction des coûts et de création d'emplois et de valeurs ajoutées. Les approches utilisées sont multiples, rendant complexe les travaux de mesure des retombées potentielles (Rizos et al., 2017). Les estimations sont souvent réalisées soit à l'échelle de l'entreprise par retour d'expériences, soit au niveau national ou européen par estimations et extrapolations macroéconomiques (CGDD, 2017 ; Wijkman et Skanberg, 2015 ; Bastein et al., 2013 ; Cambridge econometrics et Bio Intelligence Services, 2014). À l'exception de quelques études appliquées telles que CIRCTER¹³ (CIRCTER, 2019) et celles réalisées par les groupes WRAP et Green Alliance¹⁴ (Morgan et Mitchell, 2015), on ne retrouve pas de travaux tentant d'analyser l'évolution de l'économie circulaire à une échelle infrarégionale. Par ailleurs, les études actuelles ne s'intéressent guère à la concentration spatiale de ce type d'activités.

¹² L'Agence de la transition écologique (ADEME, 2014) a conçu un cadre de référence opérationnelle, identifiant trois domaines d'action et sept stratégies de mise en œuvre. Les domaines d'action sont : l'offre et les acteurs économiques, la demande et le comportement des consommateurs et la gestion des déchets. Les sept stratégies sont : l'approvisionnement durable l'écoconception, l'écologie industrielle et territoriale (EIT), l'économie de fonctionnalité, l'allongement de la durée d'usage (le réemploi, la réparation, la réutilisation) et le recyclage.

¹³ Circular Economy and Territorial Consequences (CIRCTER) est un projet de recherche appliquée européen cofinancé par le Fonds européen de développement régional, les États membres de l'UE et les États partenaires, l'Islande, le Liechtenstein, la Norvège et la Suisse. Il a été mis en œuvre par un réseau des équipes de quatre pays de l'Union Européenne, qui a analysé les déterminants territoriaux de la croissance de l'économie circulaire.

¹⁴ Morgan et Mitchell (2015) ont réalisé une étude pour les groupes WRAP et Green Alliance, analysant le potentiel de création d'emplois sur le marché de travail en Grande-Bretagne par l'amélioration de l'efficacité des ressources grâce aux activités de l'économie circulaire. Ils adoptent en partie dans ces travaux une approche régionale spatialisée des emplois générés par les pratiques de circularité.

Notre article se propose d'analyser les dynamiques d'économie circulaire à l'échelle locale, en étudiant les dimensions territoriales des dynamiques de progression de ces pratiques. Nous nous basons sur des données issues du CASD (Centre d'Accès Sécurisé aux Données) pour évaluer l'évolution de l'emploi dans les activités liées à l'économie circulaire ainsi que la croissance du nombre d'établissements dans ce secteur. La maille statistique retenue est la zone d'emploi¹⁵, car elle permet de bien appréhender le marché du travail local et son fonctionnement (Combes et Lafourcade, 2012). Plus spécifiquement, il s'agit d'analyser à des échelles temporelles et spatiales la concentration des activités relevant du champ de la sphère de l'économie circulaire en France métropolitaine, et d'en observer les influences territoriales en termes de répartition parmi les zones d'emploi. S'intéresser ainsi à la concentration des pratiques de circularité au niveau local permet non seulement de s'interroger sur les dynamiques locales de leur développement, mais aussi d'observer et de caractériser les interactions sectorielles et spatiales qui sous-entendent les formes de concentration et des modes de développement au niveau local. La mesure d'indices de concentration permet de répondre à cette problématique, en décrivant la répartition des activités à une échelle territoriale fine telle que les zones d'emploi.

Dans la suite de cet article, nous présentons notre cadre d'analyse, qui interroge la localisation des activités circulaires et ses implications en termes de croissance locale, avant de détailler dans une deuxième partie la méthodologie de la recherche. Les résultats sont exposés dans la troisième partie. Nous y présentons successivement l'évolution dans l'économie nationale des emplois circulaires entre 2008 et 2015, la répartition sectorielle et spatiale à l'échelle des zones d'emploi avant d'interroger les effets de proximité spatiale de la concentration des activités. Nous consacrons une dernière partie de l'article à la conclusion.

1. L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE COMME FACTEUR D'ANCRAGE ET DE CROISSANCE LOCALE DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

L'économie circulaire est l'un des objectifs stratégiques de la transition écologique et énergétique en France, aujourd'hui considérée comme incontournable pour assurer un développement soutenable des territoires. Elle s'intègre dans la loi de 2015 sur la Transition énergétique pour la croissance verte (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – MEEM, 2016) et se voit réaffirmée en 2019 par la loi énergie climat comme l'un des axes prioritaires de la stratégie nationale de transformation circulaire des modes de production et de consommation linéaires. L'économie circulaire doit en effet permettre d'assurer une croissance économique durable en créant davantage de richesse avec la même quantité ou moins de matières, afin de limiter fortement l'usage et le gaspillage des ressources et lutter contre les pollutions

¹⁵ L'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) définit la zone d'emploi comme « un espace géographique à l'intérieur duquel la plupart des actifs résident et travaillent, et dans lesquelles établissements peuvent trouver l'essentiel de la main d'œuvre nécessaire pour occuper les emplois offerts ».

(Stahel, 2013 ; Haas et al., 2015 ; Gregson et al., 2015). Cette conception française des circularités va au-delà des seules questions environnementales et d'efficacité des ressources, pour constituer une composante essentielle des stratégies nationales en faveur de l'emploi et de la compétitivité de l'économie (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – MEEM, 2016). Elle répond ainsi aux directives du *Plan européen pour l'économie circulaire*, qui vise à augmenter la résilience des économies des pays de l'Union européenne vis-à-vis des conséquences de la croissance linéaire (European Commission, 2020).

Plusieurs dispositifs d'actions publiques allant dans ce sens sont mis en œuvre dans les territoires sous l'impulsion d'organismes dédiés (exemple de l'Institut de l'Économie Circulaire et de l'ADEME en France), engageant chaque région de France à coordonner une stratégie territoriale de déploiement de l'économie circulaire (Carrière, 2018). Cette transformation vers une économie circulaire qui mobilise l'ensemble des acteurs locaux (Kirchherr et al., 2017) est souvent soutenue par des financements publics au travers d'appels à projets incitatifs cherchant à inscrire ses pratiques dans l'espace et le territoire (Dermine-Brullot et Torre 2020). Elle constitue ainsi un enjeu de plus en plus important en termes de politiques publiques car elle permet (i) d'améliorer la productivité et l'efficacité des ressources, (ii) d'accroître le potentiel de croissance locale, (iii) de mettre en œuvre des innovations de toutes natures, et (iv) de créer de nouvelles activités pourvoyeuses d'emplois et de richesse qu'elles portent (Stahel, 2013 ; Cainelli et al., 2017 ; Niang et al., 2020).

À la croisée de ces enjeux majeurs et recherchant une plus grande efficacité, les entreprises jouent un rôle décisif dans les dynamiques de déploiement de l'économie circulaire (Garces-Ayerbe et al., 2019 ; Lieder et Rashid, 2016) au niveau local. Elles peuvent (i) valoriser les déchets pour les réinjecter dans le processus de production afin de réduire la consommation des ressources naturelles et énergétiques primaires, ainsi que les substances polluantes (Haas et al., 2015 ; Gregson et al., 2015), ou encore (ii) construire des relations interentreprises de mutualisation et de substitution de flux et avec d'autres acteurs locaux (Chertow, 2000 ; Saavedra et al., 2018). Dès lors, l'adoption des innovations technologiques de procédés et des modèles d'affaires circulaires leur procure de nouvelles possibilités commerciales, qui les rendent plus rentables et compétitives (Urbinati et al., 2017). Ceci peut s'expliquer par une réduction des coûts liés aux matières premières et au développement de produits circulaires à plus forte valeur ajoutée (Ellen MacArthur Fondation, 2013), permettant de dégager des bénéfices et de créer des emplois, tout en réduisant la consommation de ressources et d'énergie dans le but d'améliorer les performances socioéconomique et environnementale (Stahel, 2013 ; Ellen MacArthur Fondation, 2013). Au regard de ces avantages, les entreprises deviennent plus résilientes (Kabongo et Boiral, 2017) et intériorisent les enjeux locaux dans leurs interactions avec les autres acteurs (Carolina et al., 2017). De fait, elles contribuent à relocaliser des approvisionnements et des consommations de produits locaux, de manière à maintenir des activités économiques

localement et créer des emplois localisés et une valeur territoriale durable (Maillefert et Robert, 2017).

Les travaux menés en économie géographique et en économie territoriale mettent en avant la relation entre le territoire et les entreprises dans leur choix de localisation. Ils révèlent le rôle joué par le contexte local et par la concentration spatiale dans la capacité à générer des activités nouvelles et le développement de ces zones (Paci et Usai, 2008), en particulier parce que les différentes formes de proximités entre acteurs économiques et institutionnels (Boschma, 2005) facilitent les relations d'échanges localisées et améliorent la productivité (Martin et al., 2010). Appliquée à l'échelle des zones d'emploi – caractérisées par une vocation à la fois résidentielle et économique – la concentration d'activités présente des avantages en termes de relations de proximité et de mise en commun de ressources (Capello et Nijkamp, 1995). Elle influe sur l'emploi local, grâce à l'existence d'une main d'œuvre attirée par un grand nombre d'employeurs, alors que les interactions productives entraînent l'apparition d'avantages économiques localisés, bénéficiant aux entreprises en termes d'échanges de flux, de partage d'informations, de connaissances et d'apprentissage collectif (Freel, 2003 ; Pittaway et al., 2004), tout en permettant des économies de coûts de transport et de transaction (Krugman, 1991). Toutefois, une trop forte concentration d'établissements peut entraîner des effets adverses, avec un accroissement de la concurrence pour le partage du marché local et une pression plus importante sur les ressources locales. Les problèmes de pression et/ou de surexploitation des ressources deviennent ainsi des sources de préoccupations environnementales (Accetturo, 2010 ; Fujita et Thisse 2013).

La mise en œuvre d'activités circulaires a pour but d'optimiser les ressources territoriales, de manière à rendre plus efficace leur utilisation et à diminuer les pollutions et les impacts environnementaux négatifs (Figge et al., 2014 ; Ghisellini et al., 2016), afin d'engendrer des retombées économiques et sociales positives. C'est en particulier le cas des synergies de mutualisation et de substitution de flux en Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT), un partenariat industriel qui favorise la mise en commun des besoins des entreprises et autres acteurs territoriaux échangeant des flux de matières et d'énergie, les déchets des uns pouvant devenir des ressources pour les autres (Chertow, 2000 ; Saavedra et al., 2018). Ces pratiques de coopération, où les producteurs de biens sont également des consommateurs usagers (Stahel, 2013 et 2016), impliquent une localisation à faible distance, la proximité géographique permettant de relier et de faire coopérer des parties prenantes pour créer ensemble davantage de valeur (Torre et Rallet, 2005). Elle présente également des vertus sociales dans le cas des démarches de réutilisation, réparation et réalisation des biens, qui créent un nombre important d'emplois (Stahel, 2013) notamment à destination de publics précaires ou en difficultés. En revanche, les activités de traitement et recyclage de déchets, qui ont recours à une main d'œuvre non qualifiée et reposent sur des relations de partenariat productives, sont localisées dans des lieux spatialement distincts pour des raisons de rentabilité (Bahers et al., 2017) et ne peuvent participer à

un rééquilibrage des territoires dans la distribution spatiale des activités et des emplois circulaires.

Quel que soit le domaine d'action, les activités circulaires impliquent également une forte proximité organisée, identifiée comme essentielle dans les échanges et les processus d'innovation (Galliano et al., 2019 ; Capello et Nijkamp, 1995) et qui fait référence à l'appartenance à une même organisation, à un réseau social d'interaction ou au partage d'idéaux communs (Torre, 2014),. Elle permet, dans certaines situations, de pallier l'absence de proximité géographique, en rendant possible les échanges, mais peut également contribuer à éloigner les flux et les échanges et donc à diminuer le caractère durable des activités. De ce fait, dans une perspective à la Coase (1937), elle peut engendrer des effets négatifs sur la croissance locale.

La perspective de territorialisation de l'économie circulaire implique ainsi que les acteurs, dans un effort collectif, valorisent localement les activités économiques pour développer un écosystème d'activités porteuses d'externalités sociales, économiques et environnementales positives, propices à la croissance durable. En effet, le caractère local des stratégies se distingue par une multiplicité de territoires et d'espace de déploiement, souvent inégaux en fonction des stratégies des acteurs et de leur périmètre d'intervention (Dermine-Brullot et Torre, 2020). Les échelles d'action se déclinent aussi bien au sein d'une entreprise que d'une zone d'activités ou industrielle, au niveau des territoires administratifs voire même national (Ghisellini et al., 2016). La question du territoire de référence et de l'espace de déploiement le plus efficace pour mettre en œuvre des activités/actions circulaires est ainsi nouvellement posée dans la littérature comme un enjeu important de meilleure compréhension de l'économie circulaire (Niang et al., 2020).

2. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DYNAMIQUES SPATIALES ET D'ÉVOLUTION DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Notre étude des dynamiques des pratiques de circularité envisagées dans les territoires se base sur une analyse quantitative des tissus productifs locaux à partir de la localisation des entreprises. L'objectif est de mesurer la croissance de l'emploi circulaire et d'en apprécier les éventuelles tendances à la concentration spatiale. Elle se fonde sur l'utilisation d'une série d'indicateurs, mobilisant des données d'établissements impliqués dans la transformation circulaire de l'économie française métropolitaine. L'analyse cartographique de certains des indicateurs à l'échelle des zones d'emploi permet d'observer la distribution dans l'espace de la croissance de l'économie circulaire.

2.1. Données et définition du champ de la sphère économique circulaire

Afin de privilégier l'étude de l'évolution des activités circulaires au niveau des établissements et des entreprises, nous utilisons des données portant sur le nombre

d'établissements et l'emploi salarié selon le lieu de travail entre 2008 et 2015. Elles sont extraites de la source statistique de l'appareil productif local de l'INSEE. Nous avons commencé par définir le champ des activités de la sphère circulaire, structuré autour des sept stratégies de mise en œuvre en référence au cadre d'action opérationnel proposé en France par l'ADEME (voir note 1). Cette définition officielle est différente de nombreuses autres avec lesquelles elle coexiste, en particulier celle de la Fondation Ellen MacArthur (2013) qui œuvre pour une efficacité des ressources et la réduction des déchets et des externalités négatives des processus de production au sein des entreprises (Kirchherr et al., 2017). Le cadre de référence opérationnel de l'ADEME présente l'intérêt d'intégrer, au-delà des avantages environnementaux, les impacts économiques des pratiques de circularité sur le développement des territoires de déploiement (ADEME, 2014).

Nous avons ensuite identifié, dans la nomenclature d'activités françaises (NAF), celles pouvant relever du champ de la sphère économique circulaire, avant d'effectuer une catégorisation fonctionnelle selon le cadre de référence de l'ADEME (cf. tableau 1). La liste n'est cependant pas exhaustive, car les activités pouvant se référer à des pratiques circulaires d'approvisionnement durable, d'EIT ou d'économie de la fonctionnalité ne sont pas référencées en tant que telles par la NAF, à l'exception des activités de location qui peuvent être considérées comme relevant à la fois de l'économie de fonctionnalité et de comportements de consommation responsable.

Sphère de l'économie circulaire	Nbre d'activités circulaires	Activités circulaires retenues
Consommation responsable	15	Location
Allongement de la durée d'usage	21	Entretien et Réparation Réparation et maintenance Commerce et réparation Commerce de biens d'occasion Commerce interentreprises de déchets et débris
Recyclage et valorisation des déchets	11	Démantèlement d'épaves Travaux de démolition Collecte et traitement des eaux usées Collecte des déchets Traitement et élimination des déchets Récupération de déchets triés Dépollution et autres services de gestion des déchets Production de combustibles gazeux Production et distribution de vapeur et d'air conditionné

Tableau 1 : Identification des activités relevant de la sphère économique circulaire

Au total, 47 activités circulaires ont été identifiées avec les codes NAF des activités principales des entreprises. Les données sont extraites des commandes statistiques provenant de la base de Connaissance Locale de l'Appareil Productif (Clap), qui fournit, pour les activités, des informations sur l'emploi salarié localisé au lieu de travail. La collecte est effectuée sur l'établissement, à l'échelle de l'ensemble des zones d'emploi de la France métropolitaine, soit une compilation de données sur 304 unités spatiales. Des données d'emploi total issues de la même source statistiques Clap, librement téléchargeables, ont également été utilisées.

2.2. Mesures statistiques des dynamiques locales de l'emploi circulaire

L'estimation d'une série d'indicateurs statistiques, à partir des données agrégées à l'échelle des zones d'emploi a permis d'apprécier les dynamiques d'évolution temporelle et spatiale du développement de l'économie circulaire en France. Nous avons utilisé comme indicateurs le taux de croissance de l'emploi, le coefficient de localisation, la densité économique (en établissements et en emploi) et la statistique I de Moran. Ces mesures statistiques sont généralement mobilisées dans les études empiriques en économie géographique sur les questions de localisation des activités économiques pour identifier les concentrations et caractériser leur répartition géographique (Combes et Lafourcade, 2012).

Nous avons commencé par estimer sur des données non localisées le taux de croissance absolu de l'emploi circulaire, obtenu par le ratio de la variation du nombre d'emplois entre 2008 et 2015. Ceci permet de refléter la progression de l'emploi circulaire dans l'économie nationale et de rendre compte de son poids. La cartographie a ensuite été privilégiée pour représenter les mesures de croissance des activités circulaires, l'indice de localisation et la densité économique. La représentation cartographique des indicateurs permet d'observer la distribution géographique des activités circulaires pour identifier les tendances à la concentration ou à la dispersion, et déceler ainsi l'existence d'éventuelles concentrations spatiales.

Le taux de croissance de l'emploi (établissement) correspond cette fois à l'évolution entre 2008 et 2015 du nombre d'emplois (établissements) localisés à l'échelle des zones d'emploi. Le coefficient de localisation permet de mesurer, dans une zone d'emploi, la part d'implantation d'établissements correspondant à chaque stratégie circulaire par rapport au nombre total d'établissements. Il s'agit – avec la densité économique qui s'obtient en divisant le nombre d'établissements (ou le nombre d'emplois) dans une unité spatiale par la superficie de cette dernière – de l'un des indices de concentration les plus utilisés pour mesurer la répartition géographique des activités (Combes et Gobillon, 2015). Ces indices sont particulièrement utiles pour l'identification d'une concentration spatiale, dans la mesure où le découpage en zones d'emploi est caractérisé par une vocation à la fois résidentielle et d'implantation d'établissements, qui minimise les flux de déplacement domicile-travail. Ces indicateurs d'appréciation de l'attractivité des territoires (Ciccone et Hall, 1996 ; Martin et al., 2010) renforcent la

prise en compte du marché local à travers les échanges entre entreprises et salariés-consommateurs (densité en emploi) ; ils mêlent ainsi des effets de revenu et des effets réseaux qui découlent des possibles relations interentreprises favorisées par la proximité géographique (densité en établissement).

L'estimation de la statistique I de Moran permet finalement de tester l'existence d'une concentration spatiale (Anselin, 1996) des activités circulaires. Plus précisément, il s'agit de déterminer si la croissance des établissements circulaires dans une zone d'emploi tend à être similaire à celles observées dans les zones d'emploi voisines.

3. RESULTATS

À partir des mesures statistiques et de la cartographie des indicateurs, nous avons pu montrer le potentiel de création d'emplois, les tendances à la concentration spatiale et les influences territoriales des pratiques de circularité. Les principales dynamiques locales temporelles et spatiales de développement des activités circulaires en France métropolitaine ont ainsi été mises en évidence.

3.1. Une croissance de l'emploi circulaire supérieure à celle de l'emploi total

Environ 2% des emplois créés dans l'ensemble de l'économie française relèvent des 44 467 établissements qui pratiquent déjà des démarches de circularité, employant en 2015 près de 576 000 salariés (cf. tableau 2). Ce potentiel de croissance des activités de l'économie circulaire dans l'amélioration du marché du travail rejoint l'estimation de 2013 du Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer à 545 000 personnes en équivalent temps plein employés (CGDD, 2017). Comme l'a déjà montré cette étude, les activités d'allongement de la durée d'usage, qui comprennent des activités de réparation, d'entretien, de réemploi, et de réutilisation des biens, sont les plus pourvoyeuses d'emplois circulaires avec 243 167 (42% du total) salariés, suivies des activités associées au recyclage et la valorisation des déchets, qui occupent 30% de l'ensemble des emplois circulaires.

Sphère de l'économie circulaire	Nombre d'emplois				Évolution	
	2008		2015		Variation absolue	Taux de croissance
	Effectif Salarié	%	Effectif Salarié	%		
Ensemble de l'économie	26 337 759	100	26 730 677	100	392 918	1,49
Économie circulaire	558 986	2,12	575 864	2,15	16 878	3,02
Consommation responsable	154 263	0,59	159 541	0,60	5 278	3,42
Allongement de la durée d'usage	240 904	0,91	243 167	0,91	2 263	0,94
Recyclage et valorisation des déchets	163 819	0,62	173 156	0,65	9337	5,70

Tableau 2 : Évolution des emplois circulaires en France métropolitaine entre 2008 et 2015

En termes d'évolution, la croissance nette de 3% des emplois circulaires entre 2008 et 2015 est supérieure à la tendance observée durant cette même période pour l'emploi total (1,49%). La progression est tirée par une dynamique plus ou moins forte de l'ensemble des secteurs d'activités circulaires, qui créent tous des emplois. Cependant, les activités liées au recyclage et la valorisation des déchets présentent le plus fort potentiel de croissance avec environ 6%, contre 1% des emplois supplémentaires créés pour les activités d'allongement de la durée d'usage des biens. Or, ces dernières occupaient davantage de salariés à la fin de la période (42% contre 30% du total des emplois circulaires en 2015). Les activités de collectes, de tri, de traitement et de valorisation de déchets – soutenues par des subventions publiques – ont connu un important développement ces dernières années et demandent une main d'œuvre non qualifiée. Par ailleurs, l'économie de la fonctionnalité montre une progression qui se situe autour de 3,42%, légèrement supérieure à la croissance d'ensemble des activités circulaires, alors qu'elle contribue moins à la création d'emplois. Ceci est confirmé par le rapport CIRCTER (2019), qui souligne l'importance des effets d'agglomérations liés à la mise en place des nouveaux modèles d'affaires servicielles.

3.2. Des activités circulaires davantage métropolitaines

L'observation de la dynamique de l'économie circulaire révèle qu'elle n'est pas répartie de manière homogène sur le territoire. La figure 1 – qui présente le poids relatif des dix zones d'emploi qui concentrent le plus d'emploi circulaire en 2015 – montre que ces dernières comptent 192 788 salariés, soit un peu plus du tiers (33,48%) de l'emploi métropolitain. Ces territoires jouent de loin le rôle le plus important dans la transformation économique circulaire, avec un maximum de 65 621 salariés situés à Paris (qui concentre 11,4% du total de l'emploi circulaire).

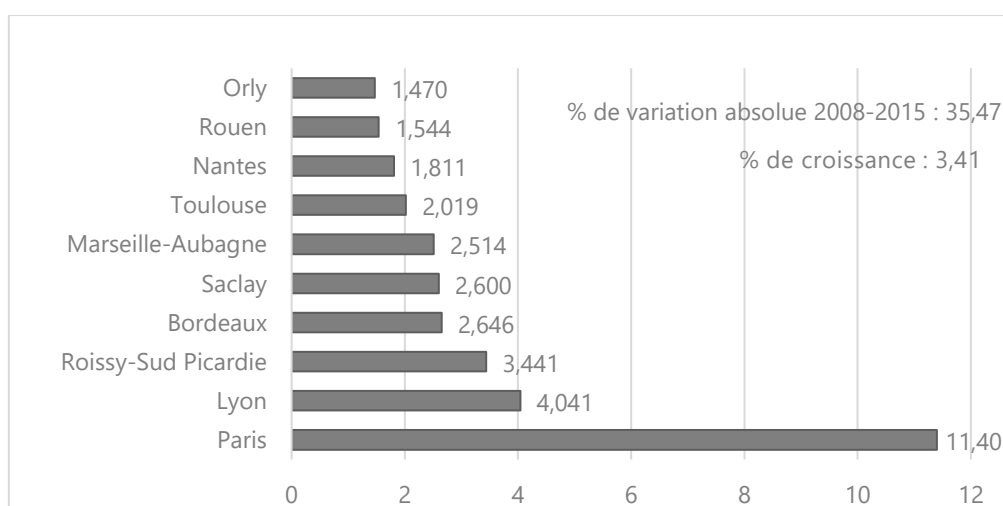


Figure 1 : Poids relatifs des 10 zones d'emploi qui comptent le plus d'emplois circulaires en France métropolitaine

Entre 2008 et 2015, le nombre d'emplois situés sur ces territoires est passé de 186 801 à 192 788, pour une variation absolue de 5 987 emplois, qui représente un poids relatif

de 35,47% et un taux de croissance de 3,41%. La zone d'emploi de Paris et son agglomération périphérique d'Orly ont pour leur part vu leur poids économique dans l'emploi circulaire diminuer respectivement pendant la période, respectivement de 7 et 4%, contre une augmentation d'environ 15% à Roissy-Sud Picardie, qui se trouve sous influence partagée des régions d'Ile de France et des Hauts-de-France.

On remarque que ces zones, qui concentrent l'essentiel des emplois circulaires, correspondent également aux villes les plus peuplées. Se pose ainsi logiquement la question de la place et du rôle des territoires plus périphériques, notamment ruraux, dans la dynamique de la transformation circulaire de l'économie. La figure 2 traite du poids relatif des dix zones d'emploi qui concentrent le moins d'emploi circulaire en 2015. Elle montre clairement que ces zones, dont les activités circulaires sont parmi les moins importantes en France métropolitaine, présentent également une faible densité de population.

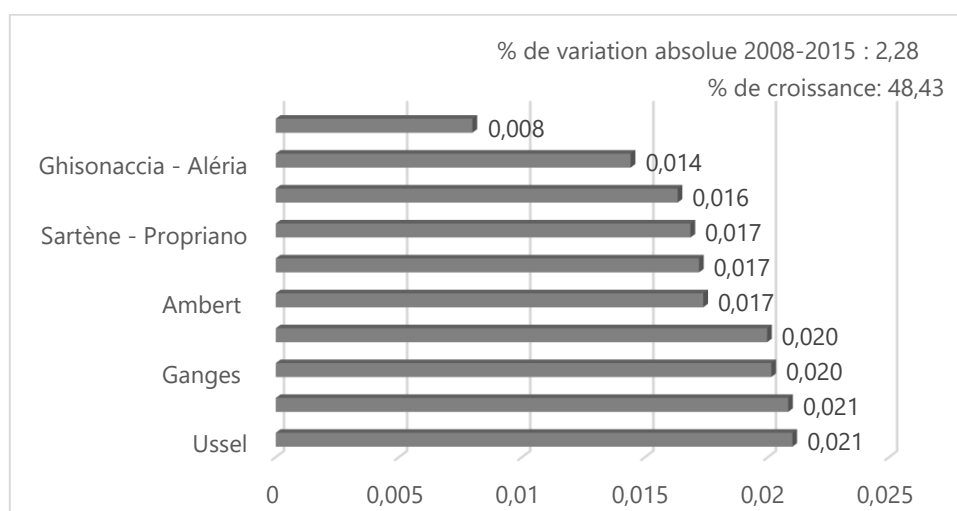


Figure 2 : Poids relatifs des 10 zones d'emploi qui comptent le moins d'emplois circulaires en France métropolitaine

Ainsi, l'économie circulaire est comparativement moins implantée dans ces territoires de faible densité de population, bien que le nombre de salariés y travaillant dans les activités circulaires s'accroisse d'environ 48% sur la période étudiée. Ces derniers ne contribuent dans l'ensemble qu'à la création de seulement 99 emplois circulaires supplémentaires dans l'économie, soit une augmentation de 2,28%. Cette situation contraste avec les zones d'emploi des métropoles, qui participent de manière significative à la dynamique de développement de l'économie circulaire. On peut lier ce résultat au fait que les métropoles françaises ont fait de l'économie circulaire un sujet prioritaire de leur politique de développement économique (Gosse, 2020).

3.3. Un effet régional marqué de la répartition spatiale des activités circulaires

La figure 3 représente l'évolution des emplois circulaires et de l'implantation des établissements. On peut observer une dispersion de la progression des emplois sur

l'ensemble du territoire métropolitain. Ainsi, en dépit du poids prépondérant des grandes villes dans l'emploi au niveau national, la dynamique spatiale du potentiel de croissance locale est portée presque partout dans la majorité des 304 zones d'emplois.

Toutefois, la disparité de croissance précédemment constatée est également évidente dans la création d'activités circulaires selon les zones d'emploi, et l'implantation d'établissements semble davantage progresser dans quelques zones, suivant les logiques de découpages administratifs régionaux. L'évolution des activités circulaires est ainsi particulièrement marquée dans certaines régions (Hauts-de-France, Ile-de-France, Grand-Est, Occitanie et Nouvelle-Aquitaine), montrant une configuration voisine de celle de l'ensemble de l'économie productive (Carré et Levratto, 2013). Cette situation peut se comprendre par le fait que les initiatives de pratiques de circularité des acteurs économiques s'adosent très souvent sur les activités existantes.

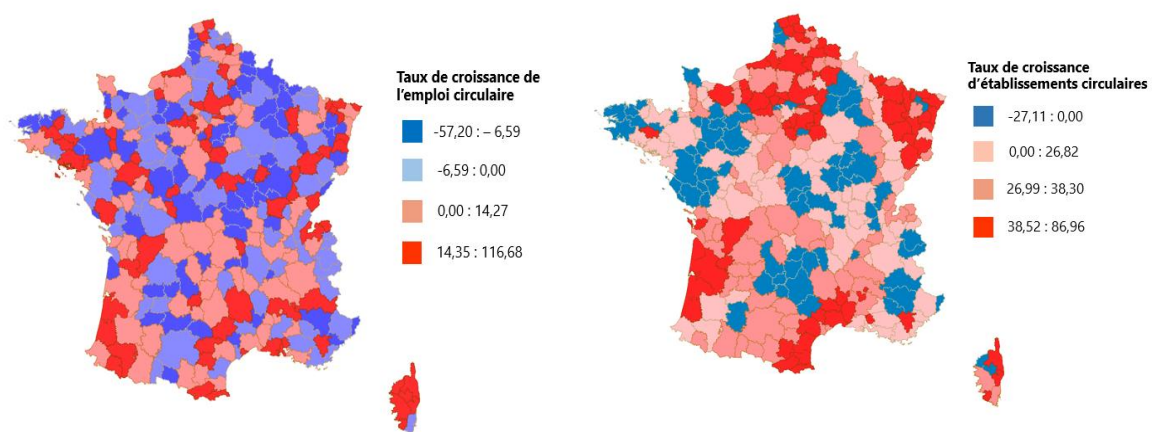


Figure 3 : Évolution du nombre d'emplois et d'établissements circulaires entre 2008 et 2015

Par ailleurs, les effets de concentration spatiale qui suivent les contours des régions mettent en évidence le rôle incitatif des financements et des politiques publiques. On peut en effet faire l'hypothèse que cet effet régional marqué est lié à l'engagement plus ou moins important de certaines Régions dans la mise en œuvre de politiques publiques en faveur du déploiement de l'économie circulaire. En particulier, les Hauts-de-France et l'Occitanie, qui ont connu une croissance très significative de l'emploi circulaire, enregistrent des taux de chômage plus élevés et se caractérisent par une volonté politique de faire de l'économie circulaire une priorité de développement économique (Région Occitanie, 2020 ; ADEME, 2020). Ainsi, la Région des Hauts-de-France a mis en place, depuis le début des années 2000, des politiques régionales de réorientation de son modèle économique fortement industrialisé. Les projets de Transformation Ecologique et Sociale en Région (TESR) et de la Troisième Révolution Industrielle (TRI) ont favorisé des partenariats et des dynamiques locales, contribuant ainsi à l'émergence d'activités d'économie circulaire, notamment dans les territoires en déclin à cause du chômage. Les emplois liés aux activités de collecte, de traitement et recyclage des déchets sont particulièrement importants dans certaines zones d'emploi

de la région, comme Dunkerque, Flandre-lys et Lens-Hénin. Ce type de politiques rejoint le constat d'une étude de Morgan et Mitchell (2015) sur les emplois directement générés à l'échelle régionale par le développement de l'économie circulaire en Grande-Bretagne.

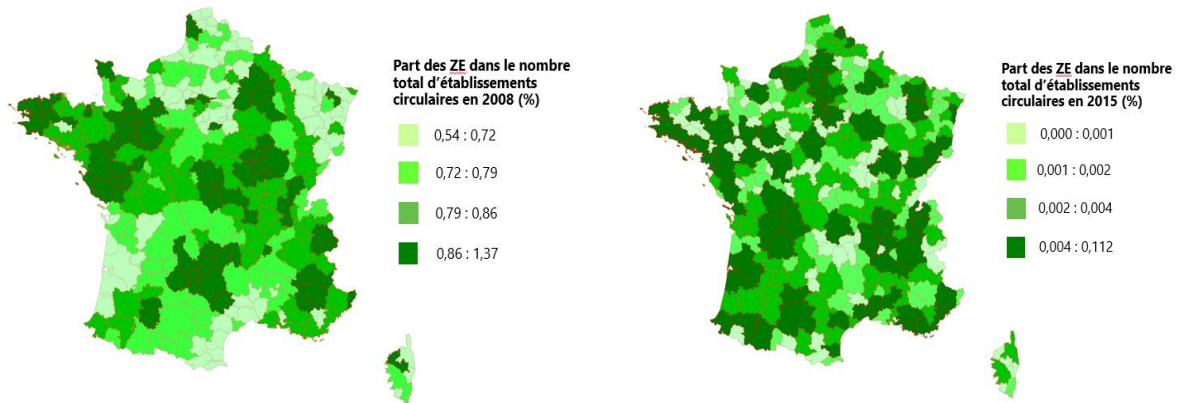


Figure 4 : Poids des zones emplois dans la localisation des établissements circulaires sur le territoire métropolitain entre 2008 et 2015

Il est également possible d'observer les effets de l'action publique territorialisée dans les cartes de la figure 4, qui présentent l'évolution de la part des établissements circulaires de chacune des zones d'emploi ramenée au nombre total d'établissements implantés sur le territoire métropolitain. Elles indiquent clairement que les territoires qui ont connu la progression la plus significative des activités circulaires (figure 3 ; taux de croissance d'établissements circulaires) étaient des lieux d'implantation moins privilégiés en début de la période considérée (figure 4 ; Part des ZE dans le nombre total d'établissements circulaires en 2008). Cette observation met en évidence une sorte de rattrapage des territoires, renforçant l'hypothèse des effets positifs des politiques publiques locales dans le développement de l'économie circulaire.

L'enjeu en termes d'action publique est en effet de plus en plus important et a gagné en intérêt depuis quelque temps, notamment pour les entreprises, qui considèrent les circularités comme une stratégie majeure de mise en place opérationnelle du développement durable (Maillefert et Robert, 2017). On observe également que la localisation des établissements circulaires a quasiment évolué dans la même proportion que celle des emplois, confirmant les disparités entre les moitiés sud et nord du pays dans la croissance des activités circulaires (figure 3). Ceci semble induire une proximité géographique d'activités économiques favorable à l'apparition de bassins de main-d'œuvre locale ancrée autour des questions d'économie circulaire (Doré, 2021).

3.4. Une diagonale du vide des activités d'économie circulaire

Nous l'avons vu, la distribution géographique des activités circulaires apparaît corrélée aux zones d'emploi de forte densité. La cartographie de la densité d'établissements

(figure 5) montre en effet que cette dernière est particulièrement élevée dans les métropoles régionales. A l'inverse, on observe très nettement une faible densité économique des activités d'économie circulaire dans la « *diagonale du vide* » française. Ce constat va dans le même sens que la distribution de l'ensemble des activités productives mis en évidence par Carré et Levratto (2013). Les zones d'emploi des ex régions Champagne-Ardenne, Bourgogne et Auvergne sont, par exemple, particulièrement concernées. En plus de leur faible attractivité économique, ces territoires également faiblement peuplés sont de grandes zones agricoles, notamment viti-vinicoles, caractéristiques des espaces ruraux.

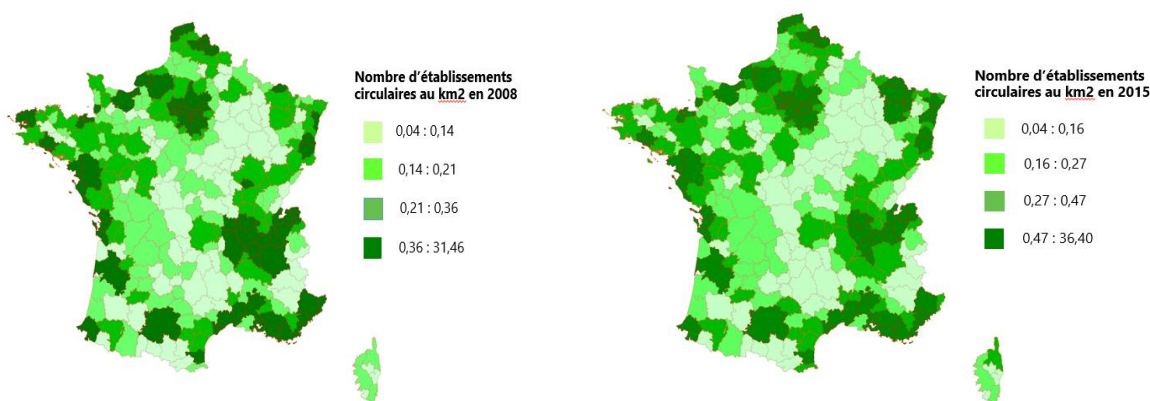


Figure 5 : Nombre d'établissements d'économie circulaire au km² en 2008 et 2015

L'indice I de Moran mesurant l'autocorrélation spatiale permet de mettre en évidence la concentration géographique des activités économiques au niveau national (tableau 4). Prise dans son ensemble, on observe une concentration spatiale significative dans l'implantation d'activités d'économie circulaire sur le territoire métropolitain. Plus précisément, cette dynamique d'évolution du nombre d'établissements circulaires dans une zone d'emploi tend à être similaire à celles observées dans les zones d'emploi voisines.

Activités de l'économie circulaire	Moran's I	p-value
Ensemble de l'économie circulaire	0,264	0,010
Consommation responsable	0,227	0,010
Allongement de la durée d'usage	0,191	0,010
Recyclage et valorisation des déchets	-0,095	0,350

Tableau 4 : Indice I de Moran de la croissance des établissements dans l'économie circulaire

Cependant, tous les secteurs de l'économie circulaire ne présentent pas le même niveau de concentration spatiale, en particulier en ce qui concerne les activités de recyclage et valorisation des déchets. Ceci peut s'expliquer par le fait que chaque communauté de communes (ou équivalent) dispose de la compétence liée au

traitement des déchets, ce qui induit plutôt une dispersion spatiale. En revanche, on remarque une concentration spatiale des initiatives de consommation responsable et d'allongement de la durée d'usage, qui sont connues pour être très localisées dans certains territoires, en raison de leur besoin permanent de proximité géographique avec les usagers (Dermine-Brullot et Torre, 2020).

CONCLUSION

Notre étude des dynamiques des pratiques de circularité envisagées dans les territoires visait à analyser à une échelle géographique fine la concentration des activités relevant du champ de la sphère de l'économie circulaire en France métropolitaine. En décrivant la répartition des activités des zones d'emploi, nous avons montré que l'économie circulaire présente un fort potentiel de création d'emplois au niveau national. Toutefois, derrière cette croissance d'ensemble se cachent d'importantes disparités sectorielles et géographiques, et certains territoires semblent prendre les devants dans l'application de la transformation économique circulaire. La tendance à la concentration dans les mêmes zones d'emploi, avec une logique régionale, suggère également une territorialisation des politiques publiques d'économie circulaire. Dans une vision systémique et intégrative des stratégies de déploiement, la Région peut ainsi être envisagée comme un échelon moteur pour coordonner les actions d'économie circulaire dans les territoires (Carrière, 2018) et renforcer la mobilisation et la coopération entre des acteurs locaux.

Cette recherche contribue au débat actuel sur la question du territoire de référence de mise en œuvre des actions d'économie circulaire et de leurs relations à l'espace. Toutefois, notre approche se heurte aux difficultés à cerner le champ des activités de ce nouveau modèle économique, qui constitue certes un champ praxéologique réel, mais dont les contours restent aujourd'hui soumis à discussion, avec un périmètre théorique et conceptuel non encore totalement défini et scientifiquement stabilisé (Khoronen et al., 2018). Elle se veut exploratoire et propose d'ouvrir de nouveaux champs de recherche sur les conditions de territorialisation de la mise en œuvre des stratégies d'économie circulaire, ainsi que des facteurs explicatifs de la contribution de cette activité aux processus de croissance des territoires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Accetturo A., 2010. Agglomeration and growth: The effects of commuting costs. *Papers in Regional Science*, 89(1), 173-190.
- ADEME, 2014. Économie circulaire : notions, fiche technique, Angers, Ademe, p. 10.
- ADEME, 2020. Economie circulaire et emplois en Hauts-de-France. Rapport.

- Anselin L., 1996. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. In Fischer M., Scholten H.J., Unwin D., *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. Taylor & Francis, Londres, 111-125.
- Aubert F., 2014. Et si les choix résidentiels des ménages s'étaient libérés des contraintes de localisation liées à l'emploi...?. *Territoires 2040 : revue d'études et de prospective*, p. 79-83.
- Bahers J.-B., Durand M., Beraud H., 2017. Quelle territorialité pour l'EC ? Interprétation des typologies de proximité dans la gestion des déchets, *Flux*, 3(109-110), 129-141.
- Bastein T., Roelofs E., Rietveld E., Hoogendoorn A., 2013. Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. Ministries Ministry of Infrastructure and Water Management, p. 124.
- Boschma, R., 2005. Does geographical proximity favour innovation? *Economie et Institutions*, 6(7) 111-127.
- Bourdin, S., Maillefert, M., 2020. Introduction – L'économie circulaire : modes de gouvernance et développement territorial. *Natures Sciences Sociétés*, 28(2), 101-107.
- Brusco, S., 1982. The Emilian Model: productive decentralisation and social integration. *Cambridge Journal of Economics*, 6(2), 167-184.
- Cainelli G., Di Maria E., Ganau R., 2017. Does Agglomeration Affect Exports? Evidence from Italian Local Labour Markets. *Journal of economic and human geography*, 108(5), 554-570.
- Camagni R., Maillat D., 2006. *Milieux innovateurs – théorie et politiques*, Economica-Anthropos, Paris.
- Cambridge econometrics, & Bio Intelligence Services, 2014. Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption: final report. Technical report No. 2014-2478, Office of the European Union, Luxembourg, p. 64.
- Capello R., Nijkamp P., 1995. Le rôle des externalités de réseaux dans les performances des firmes et des régions, in Rallet, Torre (eds) *Économie industrielle et Économie spatiale*, Economica, Paris.
- Carrière J-P., 2018. La région, une échelle pertinente pour la « mise en territoire » de l'économie circulaire ? Réflexions à partir du cas français. *Lucrările Seminarului Geografic Dimitrie Cantemir*, 46(1), 3-22.

- Carré D., Levratto N., 2013. Les déterminants territoriaux de la croissance des entreprises. Une analyse sur les établissements pérennes des zones d'emploi métropolitaines entre 2002 et 2009. Université de Paris Ouest Nanterre, La Défense, p. 95.
- Carolina De los Rios, I., Fiona J. S., Charnley F. J. S., 2017. Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*, 160, 109–122.
- CGDD, 2017. 10 indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, Édition 2017, Paris.
- Chertow, M. R., 2000. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337.
- Ciccone A., Hall R., 1996. Productivity and the Density of Economic Activity. *American Economic Review*, 86(1), 54-70.
- CIRCTER, 2019. Circular Economy and Territorial Consequences, Applied Research, Final Report. ESPON EGTC, Luxembourg, p. 84.
- Coase H. R., 1937. The Nature of the Firm. *Economica*, 4(16), 386-405.
- Combes, P.-P., Gobillon, L., 2015. The empirics of agglomeration economies. *Handbook of Regional and Urban Economics*, 5, 247-348.
- Combes, P.-P., Lafourcade, M., 2012. Revue de la littérature académique quantifiant les effets d'agglomération sur la productivité et l'emploi. Rapport commandité et financé par la Société du Grand Paris.
- Dermine-Brullot, S., Torre A., 2020. Quelle durabilité pour le développement territorial ? Réflexions sur les composantes spatiales de l'économie circulaire. *Natures Sciences Sociétés*, 28(2), 108-117.
- Doré, G. (2021). Économie circulaire et écologie industrielle. Approche empirique à partir d'expériences de clusters et de territoires. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 12(1).
- Ellen Macarthur Foundation, 2015. *Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*; Ellen Macarthur Foundation: Cowes, UK.
- Ellen Macarthur Foundation, 2013. *Towards a Circular Economy. Business Rationale for an Accelerated Transition*; Ellen Macarthur Foundation: Cowes, UK.

- European Commission, 2020. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. European Commission, Brussels.
- Freel M., 2003. Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity, *Research Policy*, 32(5), 751-770.
- Figge, F., Young, C., Barkemeyer R., 2014. Sufficiency or efficiency to achieve lower resource consumption and emissions? The role of the rebound effect. *Journal of Cleaner Production*, 69. 216–224.
- Fujit M. et Thisse J-f., (2013). *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location and Globalization*. Cambridge University Press.
- Galliano D., Gonçalves A., Triboulet P., 2019. The peripheral systems of eco-innovation: Evidence from eco-innovative agro-food projects in a French rural area. *Journal of Rural Studies*, 72, 273–285.
- Garcés-Ayerbe C., Rivera-Torres P., Suárez-Perales I., Leyva-de la Hiz D.I., 2019. Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5) 851.
- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S., 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Grosse, F. (2020). Pour une métropole circulaire, ici et maintenant. *Futuribles*, (3), 5-22.
- Gregson N., Crang M., Fuller S., Holmes H., 2015. Interrogating the Circular Economy: The Moral Economy of Resource Recovery in the EU. *Economy and Society* 44(2), 218-243.
- Guillain, R., Le Gallo, J. (2010). Agglomeration and dispersion of economic activities in and around Paris: An exploratory spatial data analysis. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 37(6), 961-981.
- Haas W., Krausmann F., Wiedenhofer D., Heinz M., 2015. How circular is the Global Economy? An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765-777.

- International Labour Office- ILO, 2013. Sustainable development, decent work and green jobs. Report V, International Labour Conference, 102nd, Geneva 22, Switzerland.
- Kabongo, J. D. Boiral O., 2017. Doing More with Less: Building Dynamic Capabilities for Eco-Efficiency. *Business Strategy and the Environment* 26(3), 956–971.
- Kirchherr J. Reike D. Hekkert M., 2017. Conceptualizing the circular economy. An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
- Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Eshetu-Birkie S., 2018. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544–552.
- Krugman P., 1991. *Geography and trade*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Lieder, M.; Rashid, A., 2016. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51.
- Maillefert M., Robert I., 2017. Nouveaux modèles économiques et création de valeur territoriale autour de l'économie circulaire, de l'économie de la fonctionnalité et de l'écologie industrielle. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 5, 905-933.
- Martin P., Mayer T., Maynerie F., 2010. Spatial concentration and plant-level productivity in France. *Journal of Urban Economics*, 69(2), pp. 182-195.
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – MEEM, 2016. Économie circulaire, Les avancées de la loi de transition énergétique pour la croissance verte, Plan de réduction et de valorisation des déchets 2025, Contribution à la stratégie nationale de transition vers l'économie circulaire, Paris.
- Morgan J., Mitchell P., 2015. Employment and the circular economy Job creation in a more resource efficient Britain. Green Alliance, London, p. 25.
- Muranko, Z. Andrews D., Newton E. J., Chaer I., Proudman, P., 2018. The Pro-Circular Change Model (P-CCM): Proposing a framework facilitating behavioural change towards a Circular Economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 132–140.
- Niang A., Bourdin S., Torre A., 2020. L'économie circulaire, quels enjeux de développement pour les territoires ? *Développement durable & territoires*, 11(1).
- OECD, 2012. *Environmental Outlook to 2050, The Consequences of Inaction*. OECD publishing.

- Paci R., Usai S., 2008. Agglomeration economies, spatial dependence and local industry growth, *Revue d'Économie Industrielle*, 123, 3ème trimestre, 87-109.
- Preston F., 2012. A global redesign? Shaping the circular economy. The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, Briefing paper, London, p. 19.
- Pittaway L., Robertson M., Munir K., Denyer D., 2004. Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International Journal of Management Reviews* 5(3-4), 137 - 168.
- Porter M. E., 2000. Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15-34.
- Prieto-Sandoval V., Jaca C., Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605–615.
- Région Occitanie (2020). Rapport d'Activité et de Développement Durable – 2019.
- Saavedra, Y.M.B.; Iritani, D.R.; Pavan, A.L.R.; Ometto, A.R. Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. *J. Clean. Prod.* 2018, 170, 1514–1522.
- Stahel, W.R., 2013. Policy for material efficiency-sustainable taxation as a departure from the throwaway society. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. A* 371 (1986).
- Stahel, W.R., 2016. The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435–438.
- Torre, A. 2014. Proximity Relations at the Heart of Territorial Development Processes: From Clusters, Spatial Conflicts and Temporary Geographical Proximity to Territorial Governance. In *Regional Development and Proximity Relations*, edited by A. Torre, and F. Wallet, 94–134. Edward Elgar.
- Torre, A., Tanguy, C., 2014, Les systèmes territoriaux d'innovation : fondements et prolongements actuels, in *Réseau de recherche sur l'innovation, principes d'économie de l'innovation, business & innovation*, Peter Lang, Bruxelles, 307-320.
- Torre, A., A. Rallet. 2005. "Proximity and Localization." *Regional Studies* 39 (1): 47–60.
- Urbinati, A.; Chiaroni, D.; Chiesa, V., 2017. Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487–498.
- Rizos V., Tuokko, K., Behrens A., 2017. The Circular Economy: A review of definitions processes and impacts. Policy Paper No 2017/8, Centre for European Policy Studies, p. 44.
- Wijkman A., Skånberg K., 2015. The Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome, p. 59.

ANNEXE 1 : Codes NAF (INSEE) des activités de la sphère d'économie circulaire

Sphère de l'économie circulaire	NAF	Activités
Consommation responsable	4399E	Location avec opérateur de matériel de construction
	4941C	Location de camions avec chauffeur
	7711A	Location de courte durée de voitures et de véhicules automobiles légers
	7711B	Location de longue durée de voitures et de véhicules automobiles légers
	7712Z	Location et location-bail de camions
	7721Z	Location et location-bail d'articles de loisirs et de sport
	7722Z	Location de vidéocassettes et disques vidéo
	7729Z	Location et location-bail d'autres biens personnels et domestiques
	7731Z	Location et location-bail de machines et équipements agricoles
	7732Z	Location et location-bail de machines et équipements pour la construction
	7733Z	Location et location-bail de machines de bureau et de matériel informatique
	7734Z	Location et location-bail de matériels de transport par eau
	7735Z	Location et location-bail de matériels de transport aérien
	7739Z	Location et location-bail d'autres machines, équipements et biens matériels n.c.a.
	3311Z	Réparation d'ouvrages en métaux
Allongement de la durée de vie <ul style="list-style-type: none"> • Réemploi • Réparation • réutilisation 	3312Z	Réparation de machines et équipements mécaniques
	3313Z	Réparation de matériels électroniques et optiques
	3314Z	Réparation d'équipements électriques
	3315Z	Réparation et maintenance navale
	3316Z	Réparation et maintenance d'aéronefs et d'engins spatiaux
	3317Z	Réparation et maintenance d'autres équipements de transport
	3319Z	Réparation d'autres équipements
	4520A	Entretien et réparation de véhicules automobiles légers
	4520B	Entretien et réparation d'autres véhicules automobiles
	4540Z	Commerce et réparation de motocycles
	4677Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de déchets et débris
	4779Z	Commerce de détail de biens d'occasion en magasin
	9511Z	Réparation d'ordinateurs et d'équipements périphériques
	9512Z	Réparation d'équipements de communication
	9521Z	Réparation de produits électroniques grand public
	9522Z	Réparation d'appareils électroménagers et d'équipements pour la maison et le jardin
	9523Z	Réparation de chaussures et d'articles en cuir
	9524Z	Réparation de meubles et d'équipements du foyer
9525Z	Réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie	
9529Z	Réparation d'autres biens personnels et domestiques	
Recyclage et valorisation des déchets	3521Z	Production de combustibles gazeux (méthanisation, gazéification)
	3530Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné
	3700Z	Collecte et traitement des eaux usées
	3811Z	Collecte des déchets non dangereux

	3812Z	Collecte des déchets dangereux
	3821Z	Traitement et élimination des déchets non dangereux
	3822Z	Traitement et élimination des déchets dangereux
	3831Z	Démantèlement d'épaves
	3832Z	Récupération de déchets triés
	3900Z	Dépollution et autres services de gestion des déchets
	4311Z	Travaux de démolition

ANNEXE 2 : Poids relatifs des 10 zones d'emploi qui comptent le plus d'emplois circulaires en France métropolitaine

Zones d'emploi	Emploi circulaire				Évolution		
	2008		2015		Nombre	%	Croissance
Nombre	%	Nombre	%				
Paris	66 807	11,95	65 621	11,40	-1 186	-7,03	-1,78
Lyon	21 850	3,91	23 271	4,04	1 421	8,42	6,50
Roissy-Sud Picardie	17 307	3,10	19 816	3,44	2 509	14,87	14,50
Bordeaux	14 105	2,52	15 238	2,65	1 133	6,71	8,03
Saclay	14 425	2,58	14 952	2,60	527	3,12	3,65
Marseille-Aubagne	13 855	2,48	14 479	2,51	624	3,70	4,50
Toulouse	11 369	2,03	11 625	2,02	256	1,52	2,25
Nantes	10 265	1,84	10 428	1,81	163	0,97	1,59
Rouen	8 009	1,43	8 890	1,54	881	5,22	11
Orly	8 809	1,58	8 468	1,47	-341	-2,02	-3,87
Poids dans l'emploi total circulaire	186 801	33,42	192 788	33,48	5 987	35,47	3,21

ANNEXE 3 : Poids relatifs des 10 zones d'emploi qui comptent le moins d'emplois circulaires en France métropolitaine

Zones d'emploi	Emploi circulaire				Évolution		
	2008		2015		Nombre	%	Croissance
Nombre	%	Nombre	%				
Ussel	177	0,03	121	0,02	-56	0,33	-31,64
Calvi - L'Île-Rousse	56	0,01	120	0,02	64	0,38	114,29
Ganges	121	0,02	116	0,02	-5	-0,02	-0,004
Limoux	108	0,02	115	0,02	7	0,04	6,48
Ambert	120	0,02	100	0,02	-20	-0,19	-16,67
Corte	47	0,01	99	0,02	52	0,31	110,64
Sartène - Propriano	58	0,01	97	0,02	39	0,23	67,24
Wissembourg	71	0,02	94	0,02	23,00	0,14	6,48
Ghisonaccia - Aléria	70	0,01	83	0,01	13,00	0,08	18,57
Chatillon	64	0,01	46	0,01	-18,00	-0,11	-28,13
Total	892	0,16	991	0,17	99	2,28	48,43

CHAPITRE 3

Chapitre sous forme d'un article publié dans la revue
European Planning Studies
Circularities in territories



European Planning Studies



ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/ceps20>

Territorial governance and actors' coordination in a local project of anaerobic digestion. A social network analysis

Amadou Niang, André Torre & Sébastien Bourdin

Abstract:

Biogas is a process for producing renewable energy, which has recently gained interest in contributing to a territorial strategy for the deployment of the circular economy. The projects, which are collective in nature, bring together multiple actors or local stakeholders from a wide variety of backgrounds. The article proposes to analyze the territorial governance of this type of project by studying the relations of synergy and cooperation between stakeholders in the case study of the Syndicat Mixte du Point Fort (SMPF) of *Cavigny* (France). The results of the analysis of interaction and coordination networks show that local stakeholders develop dense relational networks that vary throughout the project. This high density is indicative of the importance of group cohesion in interactions, which is necessary to create a framework of trust and consultation that favors the success of territorial renewable energy projects. The measure of centrality of the interacting actors shows that the project leader (SMPF) plays the role of assembler and facilitator of the interaction networks facilitating the sharing of flows, knowledge, and collective learning.

Keywords: anaerobic digestion, biogas, territorial governance, social network analysis, innovation

INTRODUCTION

As a result of growing environmental concerns and the desire to reduce the consumption of non-renewable resources, in recent years new technologies for transforming biomass into energy and agricultural fertilizers have developed within the framework of circular economy strategies (Wall et al., 2017). This is particularly the case of anaerobic digestion biogas projects. They implement a process of biological degradation of organic residues generated by agriculture, food processing industries, and local authorities and their transformation into biogas and digestate, which are then reintroduced into the production process in energy inputs and organic nitrogen fertiliser (Holm-Nielsen et al., 2009). These biotechnological processes promote the reduction of pollution (Clemens et al., 2006), the revitalization of territories through the creation of new enterprises and locally anchored jobs, as well as the mobilization and cooperation of actors in the territorial governance of rural territories (Guenther-Lübbers et al., 2016).

In its desire to ensure the energy transition and the deployment of the circular economy, France has promoted the implementation of multiple biogas projects (Ministry for ecological transition - MTE, 2018), which are divided into different development modes depending on the origin of the waste treated and the actors involved. A distinction is thus made between (i) biogas on-farm biogas digester, a small-scale unit generally carried by a farmer who treats most of the waste from his farm (livestock effluents or crop residues), and (ii) collective anaerobic digestion unit, which concerns territorial projects carried out by a group of farmers, local authorities or industries, with a diversity of the types of inputs provided by farms, agri-food companies and local authorities.

The development of this type of project does not always go smoothly, and the organizational difficulties related to the complexity of the relationships between stakeholders and the resistance of local populations fearing negative externalities are the main obstacles to the implementation of biogas units (Zemo et al., 2019; Bourdin & Nadou, 2020). Work on the analysis of social acceptability issues in biogas projects is increasing (Giuliano et al., 2018; Bourdin et al., 2019), but research does not focus on understanding the complex relationships built and developed between the local actors involved in anaerobic digestion projects. Little attention is generally paid in academic

work to the territorial governance mechanisms at work in these projects, i.e. the way stakeholders or various actors (producers, associations, citizens, private individuals, representatives of public or local authorities...) contribute to the elaboration, sometimes concerted, sometimes conflictual, of joint projects for territorial development (Torre & Traversac, 2011).

This article aims to understand the organization of the territorial governance of biogas projects and the dynamics of coordination and cooperation¹⁶ of the local stakeholders, based on a case study located in the rural city of *Cavigny* (Normandy - France). The experience reveals that market coordination is not sufficient in the case of local circular economy experiments and that local agreements need to rely on the cooperation between local actors, to forecast joint projects and to share common expectations for future development projects (Bourdin et al., 2019). We study the evolution of local relations and of cooperation synergy based on an analysis of the interaction and coordination networks between the actors involved in the project.

The anaerobic digestion project developed by the Syndicat Mixte du Point Fort (SMPF) is a good example of these synergies and territorial approaches to the new valorization of organic waste. It corresponds to the above definition of governance of territorial projects, bringing together multiple actors from different backgrounds and different interests. Because of this diversity, it involves different forms of interaction and coordination that are likely to meet the common needs of stakeholders and generate positive development effects for the territory.

Our analysis is based on the social network approach (SNA). Issued from graph theory (Keast & Brown, 2005), which has already been mobilized for analyzing regional innovation systems (Asheim & Isaksen, 2002; Cooke, 2001), it has recently been applied to organizational issues of territorial governance to describe the structure of local interactions. It has given rise to empirical studies on the dynamics of innovation and governance in rural territories, particularly in the territorial processes linked to the development of the cork industry in Portugal (Ferreiro & Sousa, 2018) or in the Brazilian Amazon between actors of the dairy industry (Torre et al., 2019). Other studies have focused on inter-organizational networks, applied to stakeholder synergies in clusters (Cruz & Teixeira, 2010), in industrial and territorial ecology (Ashton & Bain, 2012), or on local governance and rural development systems in Brazil (Polge & Torre, 2017).

The example of the biogas project in *Cavigny* allows us to study the relations of synergy and cooperation between local actors, based on an analysis of the social networks of

¹⁶ Let us note that cooperation can be defined as a specific kind of coordination.

interaction and coordination and their evolution over the periods of implementation and development. First, we will present our framework of analysis of the territorial governance of biogas projects and its implications in terms of rural territorial development, before detailing in a second part our theoretical approach and the methodology of analysis. We will then present the results that allow to identifying and quantifying the types of links that exist between the actors of biogas and to characterizing the influence and the dynamics of these social networks. We will end by a discussion on these results and the.

1. ANAEROBIC DIGESTION AS A TOOL FOR INNOVATION AND RURAL TERRITORIAL GOVERNANCE

Anaerobic digestion is considered as one of the interesting territorial strategy in the framework of the *"energy transition law for green growth"*. More specifically, it is the subject of a so-called plan *"methanisation energy, autonomy, nitrogen"* which aimed to develop 1000 methanisers by 2020 (MTE, 2018). It is also part of the European Commission's Bioeconomy Agenda and the European Union's *"Climate and Energy Framework for Action"*, committing member countries to increase the share of renewable energy sources to 32% by 2030 (European commission, 2014). This approach is based on operational principles and the promotion of change and greening of the practices of the biogas stakeholders. They must pool their needs, skills and equipment to enhance territorial resources, with the aim of relocating the supply and consumption of local products (Song et al., 2014). Biogas should contribute to the development of a circular economy (MTE, 2018), which aims to optimize the use of local biomass to make material and energy flows more efficient and reduce the negative externalities of human activities (Ghisellini et al., 2016).

Thus, transforming organic waste into local territorial resources intended for the production of renewable energy and organic nitrogenous fertilizer (Holm-Nielsen et al., 2009) constitutes an interesting territorial strategy for implementing circular economy principles in rural territories. Indeed, it contributes to ensure local energy self-sufficiency and energy and nitrogen fertilizer savings in these areas, making it possible to reduce diffuse pollution and greenhouse gas emissions while generating value-creating activities and anchored jobs (Guenther-Lübbers et al. 2016). Its local challenges also concern reducing waste management expenditures for communities facing budgetary constraints (Bourdin & Nadou, 2020). Thus, anaerobic digestion biogas contributes in some way to territorial development defined as the improvement of the well-being and wealth of the stakeholders of a territory, given their relations of

competition and cooperation, their initiatives and their oppositions, and the dynamic of territorial innovations. Thus, it does not rely solely on the productive actors or the institutions that manage them but involves other stakeholders: local authorities, decentralized state services, consular bodies, associations, etc. (Torre, 2019). Anaerobic digestion is also perceived, in the current context of changes in rural areas, as a response to the territorial challenges of remobilizing local actors. Indeed, it introduces new forms of organization and coordination in the governance of flows in these territories characterized by a weakness of interactions between actors, which generates incomplete innovation processes (Camagni, 1995). The stakeholders come together in a collective effort in which farmers, industrialists, waste managers, and local authorities mobilize resources to create a project (Reed et al., 2009), conducive to territorial development. But the coordination of actors is not an evidence and requires the building of territorial governance rules. Territorial governance can be defined as a process of building common frameworks to coordinate territorial representations and strategies (individual and collective). Throughout the process, actors interact in a confrontational and/or cooperative manner (Torre & Zuideau, 2009) and make choices to implement territorial development projects. These choices often involve an asymmetry of power between the stakeholders and could lead to a firm rejection of the project. The study of territorial governance, therefore, entails both the analysis of the dynamics of the actors' games (Fournis & Fortin, 2017) and the mechanisms and instruments to implement them (Rey-Valette et al., 2008; Brulot et al., 2014).

Innovations in territorial anaerobic digestion projects primarily concern biotechnological processes for the circular recovery of organic waste, which make it possible to produce and consume renewable energy locally from the resources of the territory and to practice rational agricultural fertilization. The innovations carried out in this framework are also organizational, through the development of networks of actors and collaborative relationships on which the territorial development process is strongly based (Torre & Wallet, 2016). These actor coordination networks, while guaranteeing the durability and sustainability of the territorial project (Reed et al., 2009), facilitate the circulation of flows, knowledge sharing, and collective learning, as well as the mobilization of technological innovations and the management of neighborhood conflicts (Bourdin & Nadou, 2020).

All the actors present in the project area are thus geographically close to each other and maintain different types of organized proximity links. This proximity favours direct contact and productive exchanges, in the sense that it facilitates interactions, mutual knowledge, and trust (Dupuy & Torre, 2006), which are necessary for the emergence

of innovations. The different actors belong to an organization or the same territorial project, resulting from the social ties that are created and developed, facilitates collaboration (Torre, 2014, & Torre & Rallet, 2005). It is expressed through cooperation and the embedding of relationships (Granovetter, 1985) in interpersonal social ties that strengthen the actors' sense of belonging while fostering mutual trust (Hewes & Lyons, 2008). Chertow & Ehrenfeld (2012) believe that the climate of trust that is created can renew synergistic relationships and gradually strengthen over the period of evolution and development of interaction networks. In this case, the actors are in a logic of building networks of interaction and coordination relations within which they come together, consult each other, exchange flows, information, and skills and work together around common challenges.

Local opposition to anaerobic digestion projects appears in many territories (Giuliano et al., 2018). According to Bourdin et al (2019), they are linked to a lack of trust and consultation between the stakeholders involved in their implementation. They testify to the growing need for coordination between these multiple and heterogeneous actors. Bourdin & Nadou (2020) consider that it is therefore relevant for certain actors to facilitate coordination by acting as intermediaries between the stakeholders to facilitate their adhesion, the local anchoring of projects, and the implementation of governance processes and territorial development (Chodkowska-Miszczuk et al., 2019). Along the same lines, recent work on the governance of rural territories (Torre & Wallet, 2016 & 2013; Winter, 2006; Marsden, 2004) testifies to the value of collaboration and coordination of multiple actors in terms of synergy effects on networks of relations, governance, and territorial development.

2. PRESENTATION OF THE CASE STUDY

To reduce the storage and burial of municipal waste, the *Syndicat Mixte du Point Fort* (SMPF) has committed to a sustainable treatment approach by setting up an environmental waste recovery center in 2009¹⁷. The *Point Fort Environnement* (PFE) is a public establishment responsible for organizing selective collection, transport, operating the network of 14 waste collection centers and recovering household waste from the SMPF's member local authorities. Located in *Cavigny*, a small rural commune of 257 inhabitants, the recovery center includes a sorting center and a biogas digester treating household and similar waste from 125 communes in Normandy, representing

¹⁷ A *syndicat mixte* is a type of inter-municipal cooperation structure to enable local authorities to join forces with each other or with public institutions.

116,744 inhabitants (PFE, 2020). Figure 1 below shows the scope of the SMPF's competencies covering all the administrative territories of the EPCIs.

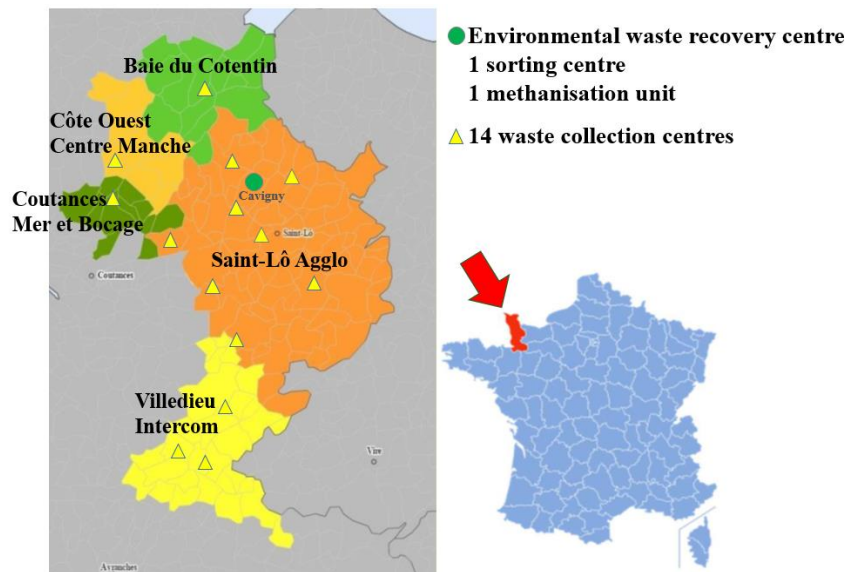


Figure 1: Location of SMPF facilities and implementation area for the biogas project in Cavigny

The production process of biogas, which favors the reintroduction of energy outputs into the production process, requires an efficient organization of stakeholders for its smooth operation. In particular, the local actors must coordinate around issues of input mobilization, co-product flow, risk management, and social acceptability. Indeed, the different local authorities that are members of the SMPF, as well as non-member client local authorities, contribute to recycling waste under agreements and public contracts with the PFE. Waste managers, professional co-product recovery companies, and farmers who use compost are also involved in the process, without forgetting the local State services in charge of regulatory control of Installations Classified for Environmental Protection (ICPE), as well as an association of impacted local residents (Boursault, 2019). Governance mobilizes different categories of actors (see Table 1) operating at various territorial scales. It should be noted, however, that the entire biogas project in Cavigny takes place within the jurisdiction of the joint association, under the principle of geographical proximity to the waste production and treatment areas. This is to restrict the extent of flow circulation and guarantee its sustainable nature.

Categories of actors	Number			Participation
	2010	2015	2019	
Local authorities (members)	13	6	5	Waste collection Deliberating assembly 38 elected delegates
Local authorities (non-members)	3	4	0	Waste input convention, public procurement
Decision-making bodies of the SMPF	8 elected members to the Executive Board			Administrative and Financial Management, management and supervision of technical services dialogue and risk management
	1 technical department (the EFP)			
SMPF waste treatment units	1 Biogas unit			Transport, sorting and treatment of waste, technical services meeting
	1 sorting centre			
	14 waste disposal sites			
Co-product professionals (Customers)	1 company			Electricity distribution
	1 company			Compost distribution
	Farmers			Use of compost
Deconcentrated services of the State	4	4	4	Regulatory monitoring dialogue and risk management
Local residents' association	1			Concertation and risk management

Table 1: Biogas stakeholders in Cavigny and their participation in the project

The study of the project makes it possible to distinguish both 1) practices and flows of exchanges of materials and energy (waste, electricity and compost) and 2) communication relationships between the stakeholders in the anaerobic digestion project. The latter is carried out through cooperation and consultation, at the deliberative assemblies of the member authorities, at more or less formal meetings and contacts, and the regulatory meetings of the site monitoring commission. These interactions make possible exchange of materials and energy and the sharing of information.

The site monitoring commission represents an essential framework for exchange and information on risk management (BCEP, 2019). It involves, in addition to non-member local authorities and co-product recovery companies, all the stakeholders involved in the project, including an association of local citizens. The latter also consult periodically with those in charge of the treatment facilities, particularly about externalities, especially those related to odors and rolling stock circulation. The participation

mechanism involves a relational structure of actors using consultation and contractualization as local governance mechanisms.

3. METHODOLOGY FOR ANALYSING THE TERRITORIAL GOVERNANCE OF ANAEROBIC DIGESTION PROJECT

Our analysis of synergy and cooperation between the stakeholders of the biogas project in *Cavigny* is based on a social network analysis approach applied to territorial innovation systems and governance. This approach makes it possible to identify and quantify the types of relationships that exist between stakeholders, to characterize their influence, and to observe the evolution over time of the social networks they form (Ter Wal & Boschma, 2009). Thanks to this method, we can describe the relational network of local stakeholders that characterizes the types of exchanges within the biogas project, its main features, but also to assess its evolution and changes over the implementation and development periods. We also look at the network of material flows to compare its evolution with that of the social network and to evaluate their reciprocal influences. Based on the example of biogas, our network approach converges with the industrial symbiosis results by highlighting the importance of the intermediary actors that structure the system and promote productive exchanges (Wall & Paquin, 2015), while raising the question of the place of communication flows in the urban metabolism analyses (Rosado et al., 2014).

The objective is to carry out, based on primary and secondary relational data, an analysis of material and energy exchange networks, as well as governance and communication networks over the periods 2010, 2015, and 2019. The choice of these periods of analysis was based on the study of the chronicle of events that have marked the local context of biogas development (see Boursault, 2019). While the year 2010 corresponds to the start of biogas activities, 2015 is marked by the implementation of the law NOTRE (New Territorial Organization of the Republic) which has led to mergers and integrations of local authorities throughout the national territory that will strongly impact the local biogas system (Bourdin & Torre, 2020). Finally, 2019 is characterized by the SMPF's desire to diversify its input to optimize its installations and to respond to the drop in household waste tonnages linked to the introduction of a separate collection of bio-waste.

To better understand the scope of the flows and identify and categorize the actors involved in the project (see Table 1), we conducted an exploratory interview with the SMPF management team beforehand. This method enabled us to apply the "roster-

recall" approach recommended by Ter Wal & Boschma (2009), to draw up the list of stakeholders and select their representatives to be interviewed while ensuring the representativeness of the stakeholders and types of exchanges.

The collection of primary data on interaction relationships required 27 semi-directive interviews with representatives of the organizations and structures involved in the innovation and governance dynamics of the process (see Annex 1 for details of the interviews). For the data from the temporal dynamic analysis of interaction relations between 2010 and 2015, we applied the methodology for reconstructing the network's history (Grossetti et al., 2011), interviewing former SMPF managers and employees who had been present since the beginning of the project. An interview guide developed for this purpose was designed to collect quantitative and qualitative relational information from the interviewees.

The primary data corresponding to each type of exchange was supplemented by secondary contextual data (Sousa, 2012) on the anaerobic digestion project. We then processed using ARS software (NetDraw and Ucinet), allowing the networks to be represented graphically for visual analysis of the graphs (Card et al., 1999), and statistical measurements reflecting the local and global properties of the networks (Wasserman & Faust, 1994).

With this method, we measured the link density index and detected the presence or absence of cohesive subgroups (n-clicks) in interactions as typical indicators of the structural properties of networks. This approach is complemented using degree centrality indicators (closeness and betweenness) that allow the analysis of the individual characteristics of position and importance of actors in the interaction relationships. More specifically, the indicators used are as follows.

- The link density is an overall measure of network structure, ranging from 0 to 1, relating the number of relationships maintained by actors to the number of possible connections. The higher the density, the greater the trust between actors and the group cohesion in interactions. A low-density value, close to 0, therefore reveals the low potential for synergistic relationships within the network.

- The n-clicks (Borgatti, 2002), expressed as the number of sub-groups observable within the network, make it possible to identify cohesive groups of actors who are strongly linked to each other, as well as the potential relay actors (intermediaries). They provide the link between the sub-groups. The presence of many n-clicks implies a weakness of relations between actors, resulting in a non-cohesive network. In contrast,

a limited number of n-clicks is synonymous with solidarity, social control and information circulation.

- The degree of centrality (Freeman 1979), measured by the number of links involving an actor, makes it possible to highlight the central actors in the interaction network. They possess the most significant number of relationships. The higher an actor's degree value, the more central and active he is in the network, playing an essential role in the circulation of flows (Wasserman & Faust, 1994).

- The betweenness centrality (Newman, 2003), highlights, among the central actors with high values, those who act as intermediaries in the interaction relationships. The more a player is associated with a high value of this indicator, the more it occupies an intermediary position of within the network, by linking the other players and by facilitating the circulation of flows of information, knowledge and collective learning, particularly between cohesive subgroups (Diani, 2003).

- The Closeness centrality (Sabidussi, 1966) makes it possible to highlight the peripheral actors of the network, who maintain fewer relationships. The higher the value of this indicator for an actor, the less important it is in the structure of the interaction network.

4. NETWORKS OF ANAEROBIC DIGESTION STAKEHOLDERS

Interviews with the project stakeholders made it possible to identify the modalities of productive and territorial partnerships between local authorities producing waste, public and private companies, waste and co-product managers, specialized public support services, and local population (see Table 1). Indeed, the anaerobic digestion project in *Cavigny* seeks to optimize the local recovery of household and similar waste. It implements a productive partnership between local actors exchanging materials and energy and also involves relations of coordination and governance of the flows and risks associated with the project. These partnerships (which bring together the actors within two networks) correspond to (i) exchanges of material and energy flow taking place in the formal relations of belonging to SMPF and informal relations with customers and (ii) interactions between participants in terms of exchange of information in a collaborative context'.

Based on the data collection, we have developed two categories of graphs representing the social networks of cooperation and interaction, analyzed separately in their dynamics of evolution and development in 2010, 2015, and 2019. The first graph corresponds to the relations of exchanges of materials and energy between local authorities (members and non-members) establishments of the waste management

project holder, companies and farmers specialized in the recovery of co-products (Figure 2). The latter correspond to the graphs of the communication network that mobilizes the local population and the technical services of the State within the framework of the shared and concerted regulatory governance of anaerobic digestion flows (Figure 5). They involve only certain actors participating in the exchanges of materials and energy, in particular, the local authorities and the management bodies of the joint association.

4.1. The network of exchange of material and energy flows

Analysis of the graphs of material and energy exchange relations (Figure 2) shows that each of the actors is in a direct relationship of sharing inputs (waste) or co-products (heat, electricity, and compost) with at least two other stakeholders in productive partnerships. The exchanges are structured around the central actors, consisting of the technical department (PFE), the waste treatment plants (UT1, UT2, UT3), and the project leader (SMPF), who interact more or less with all the other peripheral actors. The local authorities that are members of the SMPF are very strongly connected to the network by the importance of waste exchanges with all the central actors. On the other hand, the non-member local authorities (which establish commercial relations for the supply and treatment of their waste) and the client companies distributing the co-products (EnrP1 and EnrP2) have few ties with the whole set of actors. Given their low level of direct exchanges with the waste treatment plants through agreements and public contracts with the FEP, they can be considered, alongside the farmer's final customers of compost (AgrP1), among the peripheral players with little or no relations with the other participants.

The number of actors participating in the productive exchange network decreases over time, going from 15 member and non-member local authorities to 5 member local authorities between 2010 and 2019. This phenomenon is linked to the desire of the SMPF to encourage the taking of "competence treatment of household waste" by the communities of communes and agglomeration communities, which are slightly replacing the communes. Following the territorial reform of August 2015, the NOTRe law (Bourdin & Torre, 2020), this competence becomes mandatory for these EPCI. As a result, at the local level, in January 2017, the *Département de la Manche* (NUTS 3 level) ended up with only 8 EPCI, 5 of which are currently members of the SMPF.

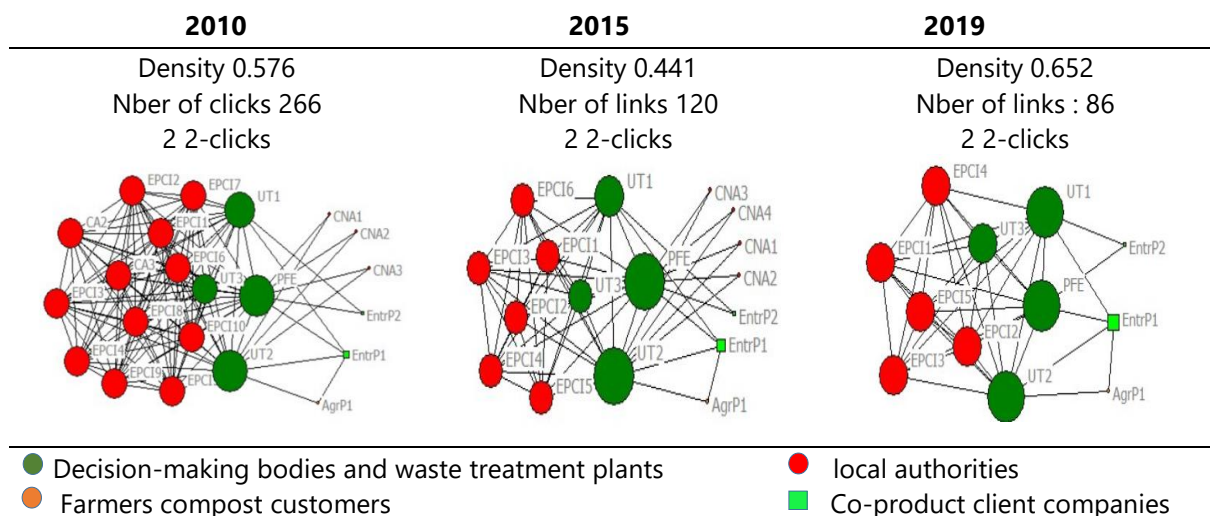
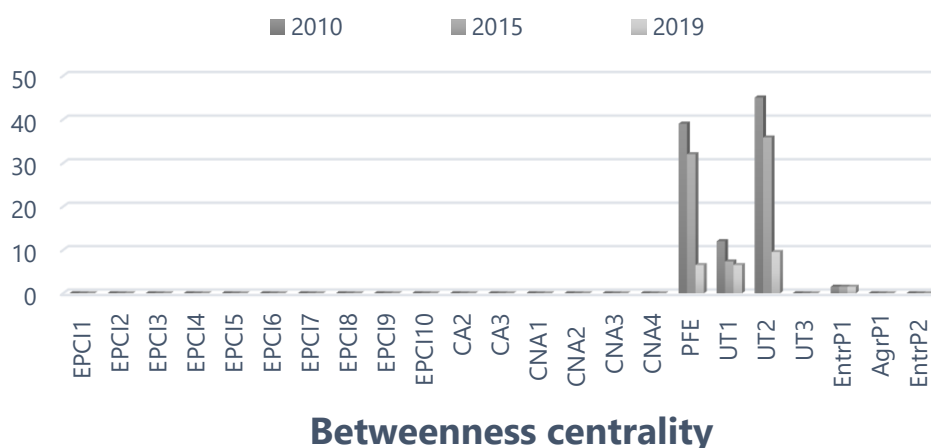


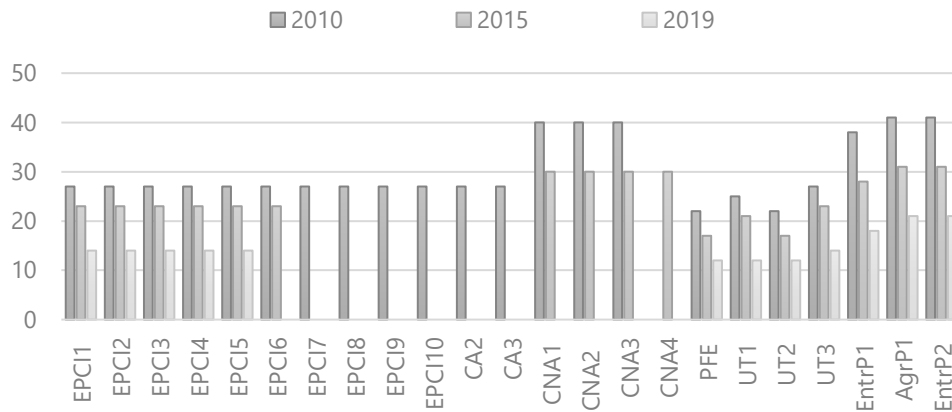
Figure 2: Structural characteristics of the material and energy exchange network

Legend: the nodes of the networks represent the actors, the arcs their relations, the shape of the nodes corresponds to the actors' scales of action (the circle at the local level, the triangle at the NUTS-3 level, and the square at the national level). The size of the nodes represents the number of relationships involving an actor in proportion to its degree centrality value.

The measurement of relationships reveals that the network is dense, as shown by the very high-density indices, which represent, over the development period, more than half of the possible combinations of relationships between actors. Indeed, if we see in 2015 a decrease in this proportion of productive exchange relations between the actors, it then increases to become denser again at the end of the period (in 2019).

In terms of individual influence in productive interactions, the measurement of centrality indices shows that the players' positioning has not changed throughout evolution and development of the network, between 2010 and 2019 (see Appendix 2).





Closeness centrality

Figure 3: Measuring the influence of actors in the material and energy exchange network

Legend: Figures 3 and 5 present the indices of centrality of intermediation (betweenness) and proximity (closeness), characteristic of the positions and importance of the actors in the network structures. In terms of intermediarity, the higher the value of this index, the more the actor is associated with it. The more he is positioned as a relay intermediary with the most control over exchanges and interactions. Whereas actors with high values of proximity centrality have a lower importance in the networks of relations, and on the contrary, the lower this value, the more central the actor is and the easier it is to interact.

The PFE and the waste treatment plants (UT2) are mentioned by the participants as the central actors with the most relationships in the anaerobic digestion production process (see Figure 2). In charge of coordinating the operational implementation at all levels of the biogas project, the PFE, together with the waste treatment plants, is the main intermediate player in the materials and energy exchange network, as shown by its high value of centrality of intermediation (see Figure 3). The waste collection centres owe this dominant position because (i) they organize the transport of waste to the anaerobic digester digester, (ii) the relations they maintain directly as relay collection points, downstream, with the farmers who come to recover part of the compost. The stakeholders who participate the least in these exchanges of materials and energy are the SMPF's customer partners, particularly non-member local authorities that bring waste, and the companies that are customers of the co-products. Characterized by limited exchange relationships (low degree of centrality) and higher proximity centrality values (see Figure 3), these participants only interact with the network through relay actors.

4.2. The exchange network in terms of communication

The network of communication relations corresponds to the governance mechanism of the territorial biogas project; it allows the dissemination of information and knowledge, gives the possibility to the local populations to participate in its management, and lessen neighborhood conflicts. The exchanges and interactions described here take place through face-to-face dialogue and consultation at the deliberative assemblies of the SMPF, more or less formal meetings and contacts, and at the regulatory meetings of the site monitoring commission.

This communication network takes a different form from that of the material and energy flows, It was slightly denser during the first years of project implementation (see Figure 4). Still, the communication interactions have stabilized at the same density level since 2015, while the relations of productive exchanges of materials and energy became denser in 2019.

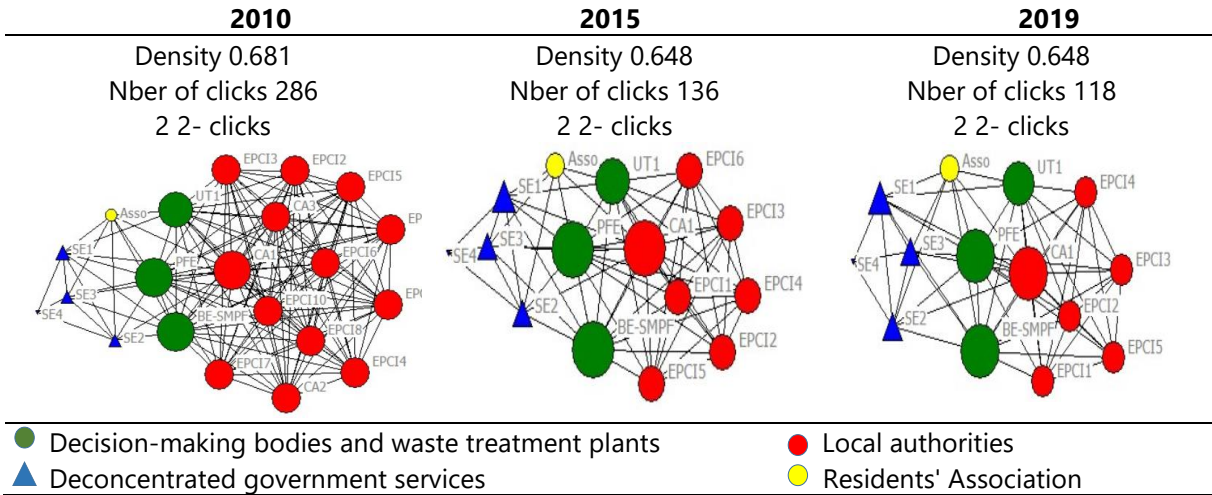


Figure 4: Structural characteristics of the exchange network in terms of communication

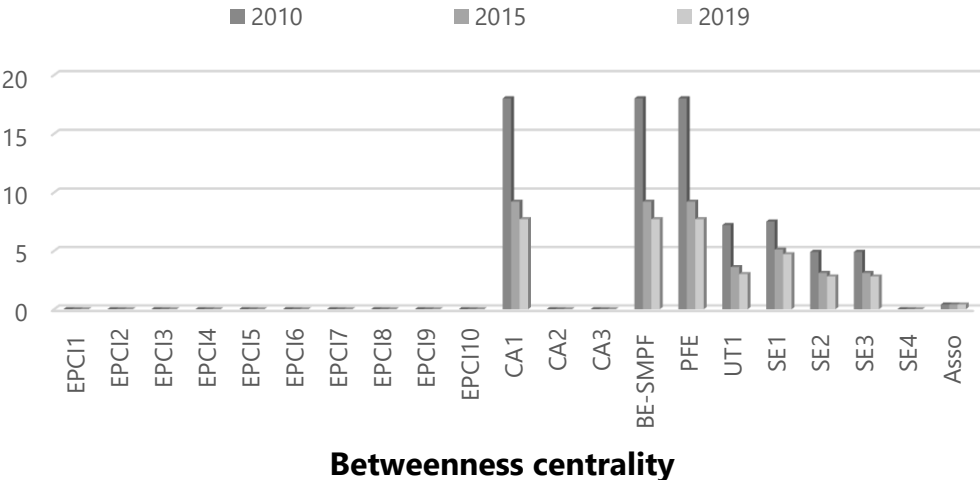
Legend: the nodes of the networks represent the actors, the arcs their relations, the shape of the nodes corresponds to the actors' scales of action (the circle at the local level, the triangle at the NUTS2 level, and the square at the national level). The size of the nodes represents the number of relationships involving an actor in proportion to its degree centrality value.

Only two cohesive subgroups¹⁸ (2, 2 cliques) interact with each other during the evolution and development of the project. The first is composed of the members of the site monitoring commission involving the decision-making bodies of the project

¹⁸ A cohesive subgroup is a subset of actors who are more connected to each other than to the rest of the network, whereby an actor can participate in several cohesive subgroups at the same time. They can be identified in terms of the number of subgroups (n-clicks, with n=2) (Borgatti, 2002).

owner (SMPF), the *Cavigny* town council, and the State technical services and the local residents' association in the framework of the regulatory monitoring of the biogas project. The second brings together these players and the local authorities that are members of the SMPF, which are waste suppliers. Only one public stakeholder, SE4 (ADEME) participates in the first cohesive sub-group without being a member of this commission: Ademe (French Agency of Environment and Energy). This institutional structure plays an essential role in developing anaerobic digestion in France, and communicates with the stakeholders through the other deconcentrated State services. Ademe does not support the present biogas project. At the scale of the value chain of the biogas production network, the two cohesive sub-groups overlap and are composed of almost the same people and all the actors, from upstream to downstream of the biogas project: local authorities supplying waste, professionals of the valorization of the by-products (except the electricity customer company and the farmers using compost who each participate separately in a single sub-group), decision making bodies and treatment establishments of the project leader, waste managers.

This governance mechanism is organized around central stakeholders with high degree values (see Figure 4 and Annex 3 for details). Among them, the PFE (participating in the exchanges of materials and energy) and the executive board of the SMPF, both carrying the biogas project, are established as relay actors with higher values of centrality of intermediation (Figure 5) alongside the *Cavigny* town hall.



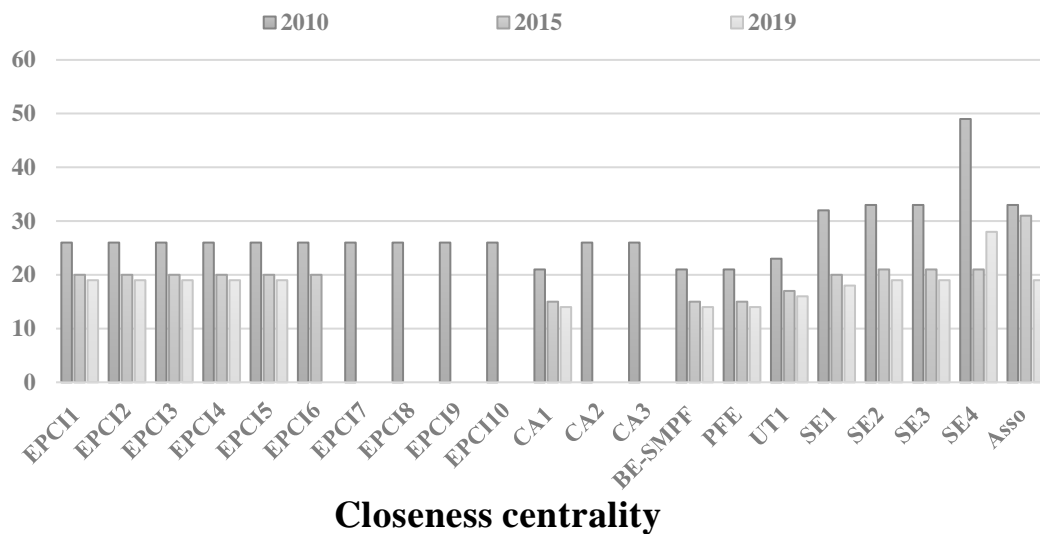


Figure 5: Measuring the influence of actors in the exchange network in terms of communication

Cavigny town hall represented by its mayor is the only community at the center of the operational and regulatory governance of biogas. It is involved in thinking about mobilizing inputs, product disposal, risk management, and local social acceptability. Its central role is reinforced by its position as an ex-officio member of the site monitoring commission, for having hosted the biogas installations. The local authorities involved in the project delegate their functions to the SMPF, the public establishment that is the project leader, which manages their waste. These authorities provide exchange of materials and energy. They also participate in dialogue and consultation through their delegates on the trade union committee and the elected members of the executive board (SMPF) who represent them at the deliberative assembly and on the monitoring committees.

5. WHAT ARE THE IMPLICATIONS FOR THE TERRITORIAL GOVERNANCE OF ANAEROBIC DIGESTION?

Our analysis of the networks of stakeholders in the *Cavigny* biogas project, first in terms of material and energy exchanges and then in terms of communication relations, led us to identify dense relational structures conducive to stakeholder cooperation and coordination and to analyze how they relate to material flows. The high density of all the networks is indicative of the strong group cohesion in the exchanges of biogas flows. Close professional relations between actors 'facilitate the circulation of flows and the success of the territorial anaerobic digestion biogas project (Bourdin & Nadou, 2020). The presence in the networks of only two interdependent cohesive sub-groups

confirms the stakeholders' sense of belonging to the same project. Indeed, a limited number of subgroups is synonymous with solidarity and the circulation of information and knowledge that strengthen social ties and facilitate collaboration (Borgatti, 2002). This logic of belonging, linked to the geographical proximity of the actors, enables the construction and consolidation of relational networks and the cohesion of the network as a whole.

The results also reveal the importance of intermediation in developing interactions (Torre, 2014; Bourdin & Nadou, 2020). The intermediary actors (the PFE, the SMPF, and the *Cavigny* town hall) maintain more or less strong communication relations with all the other stakeholders, including those who participate the least in the interactions. Their role is all the more critical in the productive and territorial interactions as they guarantee the efficient mobilization of material resources to make the anaerobic digestion plant profitable (Wellinger et al., 2013) prevent any conflicts or oppositions that may emerge. Thus, by ensuring the strategic coordination role of the biogas project, they make communication, sharing of material and energy flows, as well as the dissemination of information, knowledge, and collective learning possible (Wall & Paquin, 2015). They also foster the emergence and maintenance of trust relationships, often considered as a decisive condition for the success of territorial renewable energy projects (Walker et al., 2010 ; Bourdin et al., 2019), and industrial and territorial synergies between companies (Paquin & Howard-Grenville, 2012). Our results confirm the results about the social acceptability of wind energy projects (Devine-Wright, 2012), the synergy networks in industrial and territorial ecology (Paquin & Howard-Grenville, 2012) or the role played by local authorities about the development of biogas projects (Bourdin & Nadou, 2020).

However, this approach raises a question about the reproducibility and generalization of the governance mode studied: each anaerobic digestion biogas project is specific to its territory and its stakeholders, and transposition cannot be free of local realities of implementation (Asthon & Bain, 2012). Beyond mobilizing inputs (local biomass), the territorial context should encourage the interplay of stakeholders and the interactions. The multi-actor nature of the network structure is not in itself a hindrance to the development of the biogas project but instead enlarges the opportunities to activate the links between the actors. It reveals the influence of geographical proximity in production partnerships and the participation of local authorities and populations, which ensures the sustainability of the process. However, the collective action that emerges is essentially based on the feeling of actors to belong to the same networks. It is also based on the sharing of similar references concerning environmental values of

anaerobic digestion. It also results from the integration of conflicting potentialities and the intermediaries' role that structure the system and promote interactions through moments of exchange and sharing of information. The challenge is to succeed in maintaining these modes of territorial governance, which guarantee the effective mobilization of energy and communication flows for the success of the project and the valorization of local biomass (Wellinger et al., 2013), in the hope of reinforcing the emerging dynamics of cooperation and to avoid conflicts.

CONCLUSION

Today considered as one of the interesting territorial strategies for implementing the ecological and energy transition, biogas relies for its success on the synergies between public and private actors working together around shared challenges at a local scale. In this context, it is interesting to evaluate the role of the interplay between actors and their governance to highlight their possible contribution to the processes of innovation and sustainable territorial development. The article contributes to identify and characterize, from a network approach, the links existing between the actors of the biogas project to report on the structure of interactions in the territory. It is based on the analysis of the multi-stakeholder interaction relationships built and developed in a collaborative environment between the stakeholders of the territorial anaerobic digestion project of the SMPF in *Cavigny*.

The results show the coexistence of two synergy networks, which correspond to material and energy flow exchange relations and communication relations. They make it possible to account for a relational context favorable to the cooperation and coordination of players as the biogas project evolves and develops over time. The climate of trust between stakeholders was created from the start of the project, then gradually strengthened within the networks, confirming that trust and collective action may take several years to build (Chertow & Ehrenfeld, 2012).

One can wonder about the role played by these new territorial dynamics in the processes of territorial development. Our social networks approach has allowed us to identify and discuss the conditions of success and governance of biogas projects. Still, it is indeed challenging to apply to spatial and territorial issues. It is necessary to go beyond the light it sheds on the problems of coordination between actors and governance and find new ways to focus on the emergence of new viable and sustainable projects compatible with a territorial development of anaerobic digestion biogas.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the *Syndicat Mixte du Point Fort* (SMPF) and the people and structures that agreed to collaborate to this research. Our warmest thanks go to Emma BOURSAULT for conducting the interviews and collecting the data that made this work possible. This research has been funded by Ademe and PSDR programmes.

DISCLOSURE STATEMENT

No potential conflict of interest was reported by the author(s).

REFERENCES

- Asheim, B., Isaksen, A., 2002. Regional innovation systems: The integration of local "'sticky' and global "'ubiquitous' knowledge, *Journal of Technology Transfer*, 27, 77-86.
- Ashton W. S., Bain A.C., 2012. Assessing the "'short mental distance'" in eco-industrial networks. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 70–82.
- BECP, 2019. Commission de suivi de site du pôle environnement de *Cavigny*. Procès-verbal de la réunion du 3 juillet 2019. Service de la coordination des politiques publiques et de l'appui territorial, préfecture de la Manche, p.7.
- Borgatti S.P., 2002. A Statistical method for comparing aggregate data across a priori groups, *Field Methods*, 14(1), 88-107.
- Bourdin S., Nadou F., 2020. The role of a local authority as a stakeholder encouraging the development of biogas: A study on territorial intermediation. *Journal of Environmental Management*, 258. 10.1016/j.jenvman.2019.110009.
- Bourdin S., Torre A., 2020, The territorial big bang: which assessment about the territorial reform in France? *European Planning Studies*
- Bourdin, S., Colas, M., Raulin, F., 2019. Understanding the problems of biogas production deployment in different regions: territorial governance matters too." *Journal of Environmental Planning and Management*, p. 1-19.

- Boursault E., 2019. Analyse de la gouvernance territoriale de l'économie circulaire appliquée au cas de la méthanisation. Mémoire de fin d'études, Agrosup Dijon, p.53.
- Brulot, S., Maillefert, M., Joubert, J. (2014). Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 5(1).
- Camagni R., 1995. The concept of innovative milieu and its relevance for public policies in European lagging regions. *Papers in Regional Science*, 74(4), 317-340.
- Card Stuart K., Mackinlay, Jock D., Shneiderman, B., 1999. *Readings in information visualization: using vision to think*, Academic Press, San Diego, USA.
- Chertow M., 2000. Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 313-337.
- Chertow M., Ehrenfeld J., 2012. Organizing self-organizing systems. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 13-27.
- Chodkowska-Miszczuk, J., Martinat, S., Cowell, R., 2019. Community tensions, participation, and local development: factors affecting the spatial embeddedness of anaerobic digestion in Poland and the Czech Republic. *Energy Research & Social Science* 55, 134–145.
- Clemens J., Trimborm M., Weiland P., Amon B., 2006, Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n° 112, p. 171-177.
- Cook K. S., Hardin R., Levi M., 2005. *Cooperation without trust?* Russell Sage Foundation, 268p.
- Cooke P., 2001. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy, *Industrial and Corporate Change*. 10(4), 945-974.
- Cruz Sara. C. S., Teixeira Aurora. A. C., 2010. The Evolution of the Cluster Literature: Shedding Light on the Regional Studies-Regional Science Debate. *Regional Studies* 44 (9), 1263-1288.
- Devine-Wright, P., 2012. Fostering public engagement in wind energy development: the role of intermediaries and community benefits. In: Szarka, J., Cowell, R., Ellis, G., Strachan, P.A., Warren, C. (Eds.), *Learning from Wind Power: Governance,*

- Societal and Policy Perspectives on Sustainable Energy. Palgrave Macmillan, pp. 194–214.
- Diani M., 2003. Networks and Social Movements. A Research Programme, in Diani M., Doug M. Social (eds), Movements and Networks. Relational Approaches to Collective Action. Oxford University Press, 299-319.
- Dupuy C., Torre A., 2006. Local Clusters, trust, confidence and proximity, in Pitelis C., Sugden R., Wilson J. (eds.), Clusters and Globalisation: The Development of Urban and Regional Economies. Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton USA, 195p.
- European commission, 2014. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. Brussels.
- Ferreiro M. de F., Sousa C., 2018. Governance, institutions and innovation in rural territories: The case of Coruche innovation network. *Regional Science Policy and Practice*, 11, 235-250
- Fournis Y., Fortin M. J., 2017. From social 'acceptance' to social 'acceptability' of wind energy projects: towards a territorial perspective. *Journal of environmental planning and management*, 60(1), 1-21.
- Freeman L.C., 1979. Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.
- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S., 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Giuliano, A., Gioiella, F., Sofia, D. Lotrecchiano, N., 2018. A novel methodology and technology to promote the social acceptance of biomass power plants avoiding nimby syndrome. *Chemical Engineering Transactions*, p. 67.
- Granovetter M., 1985. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3), 481–510.
- Grossetti M., Barthe J-F., Chauvac N., 2011. Studying Relational Chains from Narrative Material. *Bulletin of Sociological Methodology*, 110, 11–25.

- Guenther-Lübbers W., Bergmann H., Theuvsen L., 2016. Potential analysis of the biogas production - as measured by effects of added value and employment. *Journal of cleaner production*, 129, 556-564.
- Hewes A., & Lyons D., 2008. The humanistic side of eco-industrial parks: Champions and the role of trust. *Regional Studies*, 42, 1329-1342.
- Holm-Nielsen J. B., Al Seadi T., Oleskowicz-Popiel P., 2009. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource technology*, 10022, 5478-5484.
- Keast, R. Brown, K., 2005. The network approach to evaluation: Uncovering patterns, possibilities and pitfalls. *Australasian Evaluation Society International Conference*, South Bank, Brisbane, 10-12 October 2005, p. 10.
- Marsden, T. 2004. The Quest for Ecological Modernisation: Re-Spacing Rural Development and Agri-Food Studies. *SociologicaRuralis*, 44(2), 129-146.
- MTE, 2018. Plan de libération des énergies renouvelables, Groupe de travail "méthanisation. Paris.
- Newman, M. E. J., 2003. The Structure and Function of Complex Networks. *SIAM Review*, 45(2), 167-256.
- Paquin R. L. Howard-Grenville J., 2012. The evolution of facilitated industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 83-93.
- PFE, 2020. Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public du traitement des déchets 2019. Point Fort Environnement, p. 28.
- Polge E. Torre A., 2017. Territorial governance and proximity dynamics. The case of two public policy arrangements in the Brazilian Amazon. *Papers in Regional Science*, 97(4), 909- 929.
- Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., et al., 2009. Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *J. Environ. Manag.* 90 (5), 1933–1949.
- Rey-Valette, H., Lardon, S., Chia, E., 2008. Governance–institutional and learning plans facilitating the appropriation of sustainable development. *International Journal of Sustainable Development*, 11(2-4), 101-114.

- Rosado L., Niza S., Ferrão P., 2014. An urban material flow accounting case study of the Lisbon Metropolitan Area using the Urban Metabolism Analyst method. *Journal of Industrial Ecology* 18(1): 84-101.
- Sabidussi, Gert (1966). The centrality index of a graph. *Psychometrika*, 31(4), 581-603.
- Song, Z., Zhang, C., Yang, G., Feng, Y., Ren, G., Han, X., 2014. Comparison of biogas development from households and medium and large-scale biogas plants in rural China. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 33, 204–213.
- Sousa, C., 2012. Using social network analysis to study entrepreneurship: Methodological issues, in Salavisa, I., Fontes, M., (eds), *Social networks, Innovation and the Knowledge Economy*, Routledge, London and New York.
- Ter Wal A., Boschma R., 2009. Applying Social Network Analysis in Economic Geography: Framing Some Key Analytic Issues. *The Annals of Regional Science* 43(3), 739-756.
- Torre A., 2019, Territorial development and proximity relationships, in Capello R. and Nijkamp P. (eds.), *Handbook of Regional and Development Theories*, 2nd edition, Edward Elgar Publishers, Cheltenham, 674 p.
- Torre, A., 2014. Proximity relations at the heart of territorial development processes: from clusters, spatial conflicts and temporary geographical proximity to territorial governance. In: Torre, A., Wallet, F. (Eds.), *Regional Development and Proximity Relations*. Edward Elgar.
- Torre, A., Polge, E., Wallet, F., 2019. Proximities and the role of relational networks in innovation: The case of the dairy industry in two villages of the “green municipality” of Paragominas in the Eastern Amazon. *Regional Science Policy & Practice*. 11, 279-294.
- Torre A., Rallet A., 2005, Proximity and localization, *Regional Studies*, 39, 1, 47-60.
- Torre A., Traversac J.B. (eds), 2011, *Territorial Governance. Local Development, Rural Areas and Agrofood Systems*, Springer Verlag, Heidelberg & N. York.
- Torre A. Wallet F., 2013. Innovation and governance of rural territories, in Coudel E., Devautour H., Soulard C.T., Faure G., Hubert B. (eds), *Renewing Innovation Systems in Agriculture and Food: How to go towards more sustainability?*, Wageningen Academic Publishers, 240.

- Torre A. Wallet F., 2016. Regional Development in Rural Areas. Analytical tools and Public policies, Springer Briefs in Regional Science, Springer, 110.
- Torre A. Zuindeau, B., 2009. Proximity Economics and Environment: Assessment and Prospects. *Journal of Environmental Planning and Management*. 52, 1-24.
- Walker, G., D-W., P., Hunter, S., High, H., Evans, B., 2010. Trust and community: Exploring the meanings, contexts and dynamics of community renewable energy. *Energy Policy*, 38(6), 2655-2663.
- Wall D. M., McDonagh S., Murphy J. D., 2017. Cascading biomethane energy systems for sustainable green gas production in a circular economy. *Bioresource Technology*, 243, 1207-1215.
- Walls, J. L., Paquin, R. L., 2015. Organizational perspectives of industrial symbiosis: A review and synthesis. *Organization and Environment*, 28(1), 32–53.
- Wasserman, S., Faust, K., 1994. *Social network analysis: Methods and applications*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Wellinger, A., Murphy, J.D., Baxter, D. (Eds.), 2013. *The Biogas Handbook: Science, Production and Applications*. Elsevier.
- Winter, M. (2006), Rescaling rurality: Multilevel governance of the agro-food sector, *Political Geography*, Vol 25(7), 735–751.
- Zemo K. H., Panduro T. E., Termansen M., 2019. Impact of biogas plants on rural residential property values and implications for local acceptance. *Energy Policy*, 129, 1121-1131.

ANNEX 1 : INTERVIEW DETAILS

Categories of actors	Structure/Organisation	Ref.	Number of interviews/Function	Date of interview
	Executive committee	SMPF	(1) President	12/06/2019
			(1) Former President	04/06/2019
			(3) Vice-presidents	12/06/2019
Project leader	Technical direction	PFE	(1) Director	05/04/201903/06/2019
			(1) Deputy director	
			(1) Head of communication	
			(1) Director	
Local authorities	Biogas plant	UT1	(1) Director	05/04/201903/06/2019
	Waste disposal sites	UT2	(1) Director	
	Sorting plants	UT3	(1) Director	
	<i>Saint-Lô Agglo</i>	EPCI1	(1) Mayor	
	<i>Coutances Mer et Bocage</i>	EPCI2	(1) President of the local authorities assembly	
Local authorities	<i>Baie du Cotentin</i>	EPCI3	(1) Mayor	06/06/2019
	<i>Villedieu Intercom</i>	EPCI4	(1) Mayor	25/05/2019
	<i>Côte Ouest Centre Manche</i>	EPCI5	(1) Mayor	06/06/2019
	<i>Cavigny town hall</i>	CA1	(1) Mayor	17/06/2019
Co-product recovery professionals	Customer company compost	EntrP1	(1) Sales manager	03/06/2019
	Electricity customer company	EntrP2	(1) Sales manager	03/06/2019
	Farmers using compost	AgrP1	(3) Heads of holdings	10/06/2019
Government/State services	<i>Préfecture de la Manche</i>	SE1	(1) Waste project manager	13/06/2019
	DREAL	SE2	(1) Inspector	05/06/2019
	ARS	SE3	(1) Former inspector	13/06/2019
	ADEME	SE4	(1) Engineer	13/06/2019
Residents	Association « <i>Vivre au pays de Daye</i> »	Asso	(1) President	17/06/2019

ANNEX 2: MEASURES OF CENTRALITIES IN THE MATERIAL AND ENERGY EXCHANGE NETWORK

	Degree			Closeness			Betweenness		
	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019
EPCI1	15	9	8	27	23	14	0	0	0
EPCI2	15	9	8	27	23	14	0	0	0
EPCI3	15	9	8	27	23	14	0	0	0
EPCI4	15	9	8	27	23	14	0	0	0
EPCI5	15	9	8	27	23	14	0	0	0
EPCI6	15	9	0	27	23	0	0	0	0
EPCI7	15	0	0	27	0	0	0	0	0
EPCI8	15	0	0	27	0	0	0	0	0
EPCI9	15	0	0	27	0	0	0	0	0
EPCI10	15	0	0	27	0	0	0	0	0
CA2	15	0	0	27	0	0	0	0	0
CA3	15	0	0	27	0	0	0	0	0
CNA1	2	2	0	40	30	0	0	0	0

CNA2	2	2	0	40	30	0	0	0	0
CNA3	2	2	0	40	30	0	0	0	0
CNA4	0	2	0	0	30	0	0	0	0
PFE	20	15	10	22	17	12	39	32	6,5
UT1	17	11	10	25	21	12	12	7,33	6,5
UT2	20	15	10	22	17	12	45	35,83	9,5
UT3	15	9	8	27	23	14	0	0	0
EntrP1	4	4	4	38	28	18	1,5	1,5	1,5
AgrP1	2	2	2	41	31	21	0	0	0
EntrP2	2	2	2	41	31	21	0	0	0

APPENDIX 3: MEASURES OF CENTRALITIES IN THE NETWORK OF COMMUNICATION RELATIONSHIPS

	Degree			Closeness			Betweenness		
	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019
EPCI1	15	9	8	26	20	19	0	0	0
EPCI2	15	9	8	26	20	19	0	0	0
EPCI3	15	9	8	26	20	19	0	0	0
EPCI4	15	9	8	26	20	19	0	0	0
EPCI5	15	9	8	26	20	19	0	0	0
EPCI6	15	9	0	26	20	0	0	0	0
EPCI7	15	0	0	26	0	0	0	0	0
EPCI8	15	0	0	26	0	0	0	0	0
EPCI9	15	0	0	26	0	0	0	0	0
EPCI10	15	0	0	26	0	0	0	0	0
CA1	19	13	12	21	15	14	18	9,2	7,7
CA2	15	0	0	26	0	0	0	0	0
CA3	15	0	0	26	0	0	0	0	0
BE-SMPF	19	13	12	21	15	14	18	9,2	7,7
PFE	19	13	12	21	15	14	18	9,2	7,7
UT1	17	11	10	23	17	16	7,2	3,6	3
SE1	8	8	8	32	20	18	7,5	5,1	4,7
SE2	7	7	7	33	21	19	4,9	3,1	2,8
SE3	7	7	7	33	21	19	4,9	3,1	2,8
SE4	3	3	3	49	21	28	0	0	0
Asso	7	7	7	33	31	19	0,4	0,4	0,4

CHAPITRE 4

Chapitre sous forme d'un article en revision dans
Environmental Science and Policy

HOW DO LOCAL ACTORS COORDINATE TO IMPLEMENT A SUCCESSFUL ANAEROBIC DIGESTION PROJECT?

Amadou Niang, André Torre et Sébastien Bourdin

Abstract

Anaerobic digestion has recently gained interest in contributing to territorial strategy regarding the deployment of the circular economy and energy transition. Most projects bring together multiple actors from a wide variety of backgrounds. The article analyzes the evolution of synergies and cooperative behaviors between local stakeholders over the period 2010-2020 in an anaerobic digestion cluster in France. The study draws on social network analysis and proximity theory, which have recently been used for analyzing regional innovation systems, local clusters, territorial governance, and rural development. We reveal that local stakeholders develop dense relational networks that vary and evolve throughout the project. Different groups exist and behave in a semi-autonomous manner. All the actors are located in close geographical proximity. Still, their links in terms of organized proximities are related to various types of relations, resulting from cognitive resemblances or common origins. This explains the persistence and resilience of local relationships and how they maintain a collaborative dynamic over time.

Keywords: anaerobic digestion, biogas, proximity relations, social network analysis, collaboration

Highlights

- Lack of empirical data on how AD emerged from a territorial governance perspective.
- Social network analysis is used to assess how actors coordinate to implement an AD project.
- An original analytical framework is proposed to analyze the potential for conflict and the role of public authorities in fostering collaborations.
- The proximity links between actors explain the persistence of interaction synergies and the development of the project.
- We underline the importance of governance mechanisms in the implementation of renewable energy production in the territories.

INTRODUCTION

Resource scarcity, biodiversity erosion, the degradation of natural ecosystems, and global warming are environmental challenges currently facing human societies. They require us to limit the consumption of resources that nature cannot regenerate and drastically limit the polluting emissions of economic activities. The supplies of fossil or non-renewable energies (oil, natural gas, coal ...), which are constantly decreasing as the global energy demand increases due to population and economic growth, are particularly concerning (Krausmann et al., 2009). In addition to their imminent depletion (Klass, 2004), these energies are known for their potential to emit greenhouse gases (GHG), which are at the root of climate change.

In this critical context of environmental degradation, the European Union wishes to increase the share of energy from renewable sources in the energy mix. To this end, it has put in place several public action schemes that commit the Member States to increasing the share of renewable energy consumption to 32% (European Commission, 2014). Anaerobic digestion (AD) is one of the solutions adopted by most European countries (Jacobsen et al., 2014; van Foreest, 2012; Engdahl, 2010); it is part of the European Commission's bioeconomy agenda and the "Green Pact for Europe," which aims to ensure the transition to a resource-efficient and climate-neutral society by 2050 (European Commission, 2019).

AD is the production of biogas and digestate from a biotechnological process of transforming plant biomass, such as crop residues, livestock manure, household waste, or bio-waste, from food processing companies (Angelidaki & Ellegaard, 2003; Holm-Nielsen et al., 2009). Biogas can be reused as fuel for a boiler to produce heat for

facilities and buildings for collective use, transformed into electricity and heat at the same time by a cogeneration engine, used as fuel for vehicles, or after purification, injected into the urban natural gas network. After a maturation phase, the digestate is used as an agricultural fertilizer to replace chemical nitrogen fertilizers.

Since 2010, following the National Action Plan for Renewable Energies, this energy has been particularly encouraged in France. It has gained even more interest recently through its contribution to the territorial strategy for deploying the circular economy, included in the 2015 Law on Energy Transition for Green Growth and reaffirmed in 2019 by the Energy Climate Law. AD must allow territories to create circularities to increase the national production of organic nitrogen fertilizer and energy from local biomass. The objective is to increase the share of renewable energy to 10% of gas consumption and 40% of electricity consumption by 2030, helping to reduce pollution and GHG emissions by 75% by 2050 compared to 1990 levels.

The objective of the Ministry of ecological transition plan was to create 1,000 AD plants by 2020, despite only about 700 existing in 2019, including 340 individual on-farm AD projects using the resources of the holder's farm and 49 territorial AD projects. The latter are more ambitious projects, with an industrial dimension for the management of agricultural waste, agri-food bio-waste, green waste, and household waste, allowing the production and consumption of renewable energy. Their collective dimension leads them to establish or use links and to set up exchanges between the numerous local stakeholders at the crossroads of territorial, institutional, and environmental dynamics (Gonçalves et al., 2021).

Despite the growing number of applications for implementation, most AD projects fail due to difficulties in making investments profitable (Zemo & Termansen, 2018) and often as a result of the resistance of local populations, which can hinder the implementation of infrastructures (Bourdin & Nadou, 2020). The literature on social acceptability issues in territories (Schumacher & Schultmann, 2017; Zemo et al., 2019; Soland et al., 2013) argues that these fall under proximity conflicts of the same order as those concerning wind turbine development (Tegou et al., 2010) or other household waste treatment facilities (Mengozi, 2010). They arise because of concerns about the production of negative externalities related to environmental damage and nuisances, such as noise or odor pollution, and the decline in real estate values (Schumacher & Schultmann, 2017; Zemo et al., 2019). AD projects also often experience difficulties related to the diversity of stakeholder actors, whose modes of operation diverge (Torre & Wallet, 2014), making collaboration and project success difficult. Thus, despite its environmental virtues and potential to create value and anchored jobs (Guenther-

Lübbers et al., 2016), the capacities of AD with regard to bringing together multiple actors from diverse universes remain highly questioned.

Few works address this issue of organizing actor games and coordinating local stakeholders in AD processes. Our study seeks to shed new light on the coordination processes between actors in renewable energy projects and provide a complementary perspective to the emerging literature on the territorial governance of AD projects. While previous studies have focused on the social acceptability of these projects, our article focuses on the study of proximity relationships and exchanges between actors to ensure that the project can be implemented and sustained over time. This is all the more important since recent studies have shown that, beyond the aspects related to social acceptability, one of the recurring problems encountered by project leaders—and which can be detrimental to the project—is the absence or lack of coordination between actors (Bourdin et al., 2020). We thus analyze for the first time the structuring of the territorial governance of an AD project based on the analysis of relations between actors. It allows us to understand the evolution of networks by highlighting the conditions of the creation and renewal or disappearance of synergistic relationships between actors.

Our article aims to analyze the dynamics of social and economic interaction links and proximity relations by integrating the potential for conflict and the role of public interventions. From a theoretical point of view, our article combines in an original way two approaches to understanding the dynamics of coordination between actors that favor the deployment of successful projects. More precisely, we use the approaches of social network analysis and the School of Proximity to analyze territorial governance, applied to the AD system of the Syndicat Mixte du Point Fort (SMPF). This case study is symptomatic of the problems of linking actors at the local level. Stakeholders with varied functions and different territorial scales coordinate with regard to issues of waste mobilization, co-product disposal, risk management, and social acceptability.

It is interesting to evaluate the effectiveness of this mechanism in terms of territorial governance and to highlight the measures by which actors of different natures (producers, associations, individuals, representatives of public authorities or local communities, etc.) contribute to the elaboration, sometimes concerted, sometimes conflicting, of common territorial development projects (Torre & Traversac, 2011). Recently mobilized in the example of AD in Cavigny (Niang et al., 2021), the social network tool is here coupled with an analysis of proximities (geographical and organized) to provide a better understanding of the governance associated with the structuring of productive and social interactions. Our approach is in line with some of

the work conducted on innovation dynamics in the dairy sector (Torre et al., 2019; Pachoud et al., 2019), the evaluation of farmers' collective agroecological practices (Houdart et al., 2011), local governance and rural development arrangements (Polge & Torre, 2017), and the importance of governance arrangements for the implementation of circular economy strategies in territories (Jambou, 2018).

We first present the SMPF AD project, then the theoretical framework and methodology used to analyze the territorial governance of this case study. Based on our surveys, we study the technical and innovation trajectories and their evolution at the local level, representing them in the form of flow networks. We then analyze the dynamics of the social networks, which reveal the evolution, over time, of synergies and cooperative behaviors among the actors of the Cavigny AD. The last part is devoted to analyzing the importance and role of proximity relations in the productive choices and relations maintained by the actors of this process.

2. SITE DESCRIPTION AND RESEARCH METHOD

2.1. Case study: the SMPF of Cavigny (France)

The Syndicat Mixte du Point Fort (SMPF) is a public establishment of inter-municipal cooperation (EPCI), which ensures the prevention and management of waste from 125 municipalities—including one agglomeration—located in the Department of Manche, in the Normandy region (France). It is situated in Cavigny, a small rural municipality of 257 inhabitants, and directly connected to a main road (2X2 lanes), facilitating the arrival of trucks bringing household waste. It organizes selective collection (packaging, paper, glass), carries out pretreatment, and eliminates and treats waste. In 2019, 116,744 inhabitants, representing 23% of the department's population, were concerned by its activity (Point Fort Environnement [PFE], 2020).

Each member community of municipalities is represented in the SMPF by one or more delegates, who make up the syndical committee. This is composed of 38 members who vote on the budget and decide on the main orientations during the deliberative assemblies. The members also elect the Executive Board (BE-SMPF), made up of the President and eight Vice-Presidents. The technical department—PFE—is the operational body in charge of the construction and operation of the waste pretreatment and treatment facilities.

The facilities are located in different municipalities of the SMPF territorial perimeter (Figure 1). The 14 waste collection centers are accessible free of charge to the

inhabitants and technical services of the member municipalities. It should be noted that certain non-member municipalities, in partnership with PFE within the framework of agreements or public contracts, bring additional tonnages to the SMPF, enabling it to make the AD facilities profitable. In addition to the 14 waste collection centers, two transit platforms for glass and a non-hazardous waste storage and burial facility (ISDND) with a capacity of 70,000 tons are also available. Finally, to reduce the fermentable part of the organic matter to be buried, and thus to limit leachates (waste juices), in 2009, the SMPF equipped itself with a sustainable treatment plant to valorize its waste. It is located in Cavigny and includes several facilities, including a modernized sorting center and an AD unit.

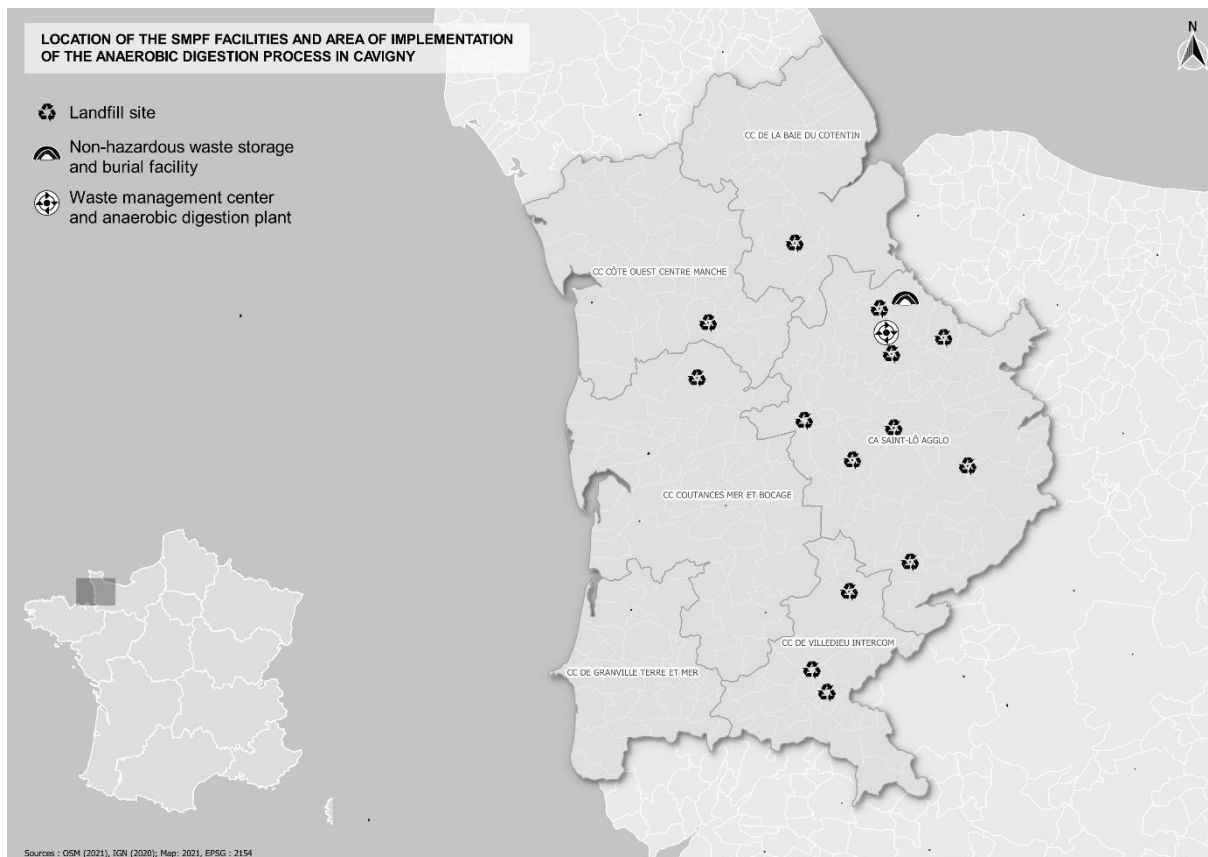


Figure 1: Location of the SMPF facilities and territory of implementation of the AD process in Cavigny

With a capacity of 72,000 tons per year, the AD unit treats the organic fraction contained in household waste and shredded green waste (grass, leaves, wilted flowers, etc.) from waste collection centers. These are transformed into biogas and compost, intended for reuse in the form of heat, electricity, and nitrogenous organic fertilizer. The creation of this biogas plant responds to the will of local authorities with regard to developing the circular valorization of organic waste into territorial resources, promoting the local use of renewable energy, and practicing reasoned agricultural

fertilization. It thus contributes to ensuring local energy autonomy, savings on energy and nitrogen fertilizer (Holm-Nielsen et al., 2009), and reducing diffuse pollution (air, water, and soil) and GHG emissions. It also allows the creation of non-relocatable values and jobs (Guenther-Lübbers et al., 2016).

The process offers both an example of the valorization of organic waste into local territorial resources and of innovation and cooperation dynamics between actors based on the circular economy chain. It brings together different stakeholders, consisting of local authorities that provide the inputs (waste), public companies that manage the waste and co-products, and farmers who use the compost. The departmental technical services intervene in the inspection of the process and the operation of the AD unit, an installation classified for environmental protection (ICPE). They monitor potential negative externalities that could impact local populations and residents. The residents' association "Vivre au pays de Daye" is associated with this process within the regulatory monitoring commission for risks and negative externalities, which gives local populations access to a certain amount of information and control over decisions (Kortsch et al., 2015).

Within the framework of the practices and exchanges within this AD process, new social relations are created and developed between the people and the organizations at the origin of the material and energy exchange flows. This mechanism of territorial governance is essentially based on the consultation and information exchange mechanisms set up within the SMPF and the site monitoring commission and on the contractualization with the stakeholder clients.

2.2. Study methodology: social networks and proximity relations

The objective of our study is to analyze the collective dynamics of the stakeholders of the Cavigny SMPF to account for the interactions that characterize the types of exchanges within the AD process. The research thus targets the different links (social, economic, and geographical) created and developed between actors with different functions and belonging to different territorial scales. To grasp the process of the construction of collective action and the associated governance mechanism, we mobilize a theoretical framework combining the relational approaches of social networks and proximities. We begin by studying the networks of actors and their structures to describe the hierarchy of interaction relationships and the role and place of each actor in the coordination process (Crona et al., 2011). We then analyze how proximities between stakeholders are organized and modified to better understand the process of collective action and the link between the structuring of networks, the

quality of interactions, and their organization around pivotal actors (Torre et al., 2019; Pachoud et al., 2019).

The social network approach, based on graphical visual analysis and statistical measures of interaction relationships, is based on relational data (Wasserman & Faust, 1994). We use primary information collected between April and August 2019 through 27 semi-structured interviews with representatives of different categories of local actors. The interview guide developed for this purpose was intended to identify all the information that could reflect the network structure's overall and local sociometric characteristics. The people to be interviewed were identified during an exploratory interview with the project management team during which all the categories of actors and types of exchanges of material and energy flows and information and communication relationships were considered. In addition, using the "roster-recall" method (Ter Wal & Boschma, 2009; Wasserman & Faust, 1994), the interviewees were asked to qualify the relationships maintained with the other participants in the innovation and governance dynamics of the AD flows. Each actor involved in the AD project was thus able to list the participants with whom he or she maintains collaborative relations, while describing the nature and form of these relationships.

The analysis was carried out over the entire development period of the AD project and divided into three key stages: 2010, 2015, and 2020. This chronological aspect of the evolution of the networks makes it possible to appreciate the conditions of the creation and renewal or disappearance of the synergy relations between actors. The analysis for 2010 and 2015 was carried out based on the relational data from the reconstruction of the history of interactions (Grossetti et al., 2011) from interviews with former SMPF managers and employees present since the beginning of the AD project. With these interviews, we gathered additional information on the actors entering or leaving, actions, and controversies that marked the local context of the development of the AD project in Cavigny.

The data—organized in a matrix form to define the links between the actors for each type of exchange—were then processed using NetDraw software to represent network graphs and Ucinet to perform statistical measurements. We thus estimated the potential for synergistic relationships within the networks by the density of the links. We detected cohesive subgroups (n-cliques) that express references to the mental adhesion of the actors who gather and work together on common challenges (Borgatti, 2002). The estimation of these characteristic indicators of structural properties was complemented by the degree centrality measure to analyze the influence of each actor in the synergy relationships (Crona et al., 2011).

In order to understand the modalities of the emergence of collective action and the dynamics of social and economic ties that are created and strengthened or unravelled over time (Lazega et al., 2015), we then proceeded to study the coordination structure. We analyzed the proximity relations between actors and their evolution (Torre et al., 2019; Polge & Torre, 2017). This made it possible to interpret the results obtained in terms of social networks and, in particular, to specify the nature of the interactions and provide a better understanding of the actors' structuring and governance mechanisms at work in the AD process. The analysis of the characteristics of the interactions that make up the networks using a qualitative approach allows for a better understanding of the logic of collaboration between actors and the potential for conflict or opposition, as well as the role played by the different categories of stakeholders (Torre, 2014).

We distinguish here, in a classical way (Torre & Rallet, 2005), two main categories of proximity. Geographical proximity, linked to spatial and distance dimensions, can facilitate productive collaborative relationships and local stakeholders' participation and provoke opposition to AD projects from local populations. Its permanent form can facilitate direct contact and the exchange of flows between actors located in nearby territories or be the source of conflicts that block local collective dynamics (Magsi & Torre, 2015). It takes a temporary form in the case of occasional meetings between actors, facilitated by their movements. Organized proximity refers to the actors' membership in an organization or social network (logic of belonging) or their mental adherence to the project, relative to their cognitive or cultural references (logic of similarity). It determines and explains collective action strategies, which are the result of social interactions between actors of all kinds and result in cooperative relationships or bonds of trust (Dupuy & Torre, 2006).

3. RESULTS

3.1. Exchanges on the technical and innovation trajectories at work at the local level

The interviews with the stakeholders of the Cavigny AD process made it possible to highlight the dynamics of material flows within the local eco-industrial system. They revealed the relationships maintained in terms of productive exchanges of materials and energy (waste, electricity, and compost) (Table 1). The five categories of actors identified coordinate with regard to the issues of input mobilization, co-product disposal, risk management, and the social acceptability of the AD project. It is on this basis that the local recycling and innovation mechanism is set up.

Relation categories		Actors involved	Participation
Productive economic cooperations	Collaboration on sustainable waste management	Member municipalities	Collection and disposal of household waste
		SMPF	Management, treatment, and recovery of household waste
	Commercial (prospecting and canvassing of client communities)	Customer municipalities	Waste disposal based on partnership agreement and public market
		Professional clients of the valorization of co-products	Purchase and resale of electricity and compost (reuse)

Table 1: Categories of material and energy exchange relationships maintained by the AD stakeholders in Cavigny

These issues result from a dynamic productive and territorial partnership involving local authorities (communities of municipalities) that collect household waste and entrust its treatment and recovery to the SMPF. In a commercial approach, the latter also draws up contracts with client communities for the treatment of their waste. The co-products are intended for a triple energetic and agronomic reuse in heat, electricity, and organic nitrogen fertilizer. The heat (produced by the combustion of part of the biogas) is reused on site for the operation of the digesters, while the electricity and compost are marketed by two of the SMPF's client companies. Within the framework of a contract established based on a regulated price, the electricity produced by the cogeneration of the biogas is repurchased by the public energy supplier. The compost produced, called "Fortisol," is sold to another public company and then purchased by farmers, who use it on their farms as organic fertilizer.

Indicators	2010	2015	2020
Nr. of actors	22	16	12
Nber of links	266	120	86
Density	0.576	0.441	0.652
N-clic	2 2-clics	2 2-clics	2 2-clics

Table 2: Structural characteristics of the AD material and energy exchange network

The material and energy exchange network analysis reveals the multi-actor mechanism of production dynamics and its evolutionary trajectories in 2010, 2015, and 2020 (Table

2). The relationship graphs (Figure 2) reveal the relationships between (i) the territorial authorities (members and non-members) providing inputs, (ii) the SMPF bodies and establishments managing the waste, and (iii) the companies and farmers specializing in the valorization of co-products. Since the decentralization law of 2015, the "competence of household waste treatment" is ensured at the level of the groupings of municipalities, instead of at the level of the municipalities. This may explain why there is a decrease in the number of relationships within the recycling stream network. On the other hand, their density remains high throughout the development period, decreasing in 2015 to increase sharply again at the end of the period, resulting in more than half of the possible social links.

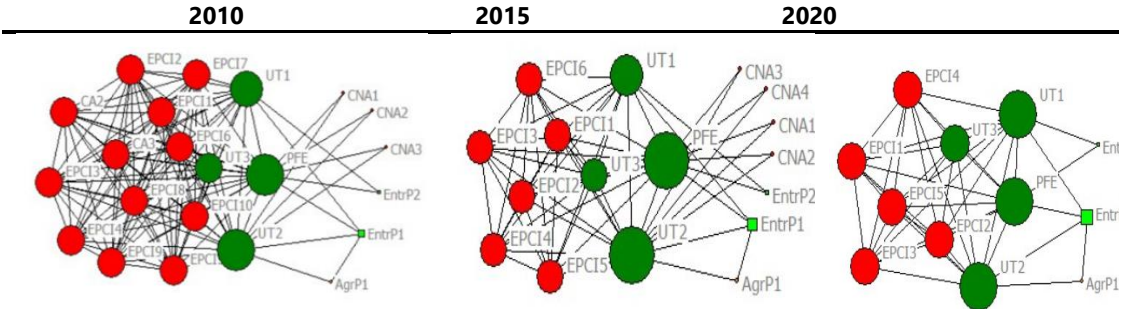


Figure 2: Evolution of the material and energy exchange network

Legend: The nodes of the networks represent the actors, the arcs their relationships, and the shape of the nodes corresponds to the scale of action of the actors (the circle at the local level, the triangle at the departmental level, and the square for the national level). The size of the nodes represents the number of relationships involving an actor in proportion to its degree value, and indicates the influence and importance of actors in the innovation mechanism and the governance of AD flows.

- SMPF waste management bodies and units
- Local authorities
- Compost customers (farmers)
- Co-product customers (firms)

3.2. The social links maintained by the AD actors

The partnership model of industrial AD, which involves many actors, is characterized by different categories of innovations (Gonçalves et al., 2021; Mol, 2014). These include biotechnological innovations in terms of production processes and innovative products and organizational innovations, which allow the participation of all stakeholders in the governance of the project and play a decisive role in the social and economic links thus created. The networks of interactions and exchanges of information between participants in the Cavigny AD process reflect these governance modalities and the exchanges of information and cooperation processes at work at the local level.

Interviews with stakeholders in the AD process revealed information exchanges and collective activity carried out within communication relationships. We were able to identify the circulation of flows and the network of exchanges in terms of communication, which involve both the local authorities and municipalities associated with the project and the decision-making bodies of the project leader (PFE and BE-SMPF). Interactions within the network occur in different ways: through dialogue and consultation during the meetings of contacts and deliberative assemblies of the SMPF member communities and through the regulatory meetings of the site monitoring commission placed under the responsibility of the administrative authorities (Table 3).

Relation categories		Actors involved	Participation
Communication	Dialogue, consultation, exchange of best practices, networking	Member municipalities	Deliberative assembly, union committee (38 delegates), executive board meeting (9 members)
		SMPF	
		State technical support services	Monitoring and controlling of the facilities, exchange information on the process with the committee
		Residents' association	

Table 3: Categories of information exchange maintained by the stakeholders of AD in Cavigny

These shared and concerted governance bodies include the issues of profitability and the social acceptability of the project in the circulation of AD flows. They represent a framework for exchanging best practices and information on the process, the mobilization of inputs, and the management of environmental externalities, nuisances, and risks. Apart from the SMPF's non-member local authorities and client companies, all the participants are involved in the process, including the residents represented by the "Vivre au pays de Daye" association. For example, during these formal meetings, SMPF managers explain (i) their controlling of the AD process to identify and correct any malfunctions and (ii) compliance with safety standards and measures, as well as (iii) the samples, measurements, and analyses carried out periodically by the public technical support services. The local residents' association also holds bi-weekly meetings with the SMPF to discuss, in particular, the odors, health risks, and traffic resulting from the trucks bringing in the biomass.

To define these information exchange and communication networks, we considered the interactions resulting from exchanges in communication between representatives of the structures and organizations involved in the AD process. Exchanges can be direct, in verbal or electronic form, formal or informal, and be performed once or several times per month. They are essentially carried out within the framework of the economic and commercial partnerships of the actors, even if interpersonal, social friendship, leisure, or family links exist between the individuals. The links created during the three phases of network evolution are listed in Table 4, according to the answers given to the questions asked about the participants' relations at work.

Indicators	2010	2015	2020
Nr. of actors	21	15	14
Nr. of links	286	136	118
Density	0.681	0.648	0.648
N-clic	2 2-clics	2 2-clics	2 2-clics

Table 4: Structural characteristics of methanization interaction networks

The different exchanges are represented here by their relationship graphs and their evolution and development trajectories in 2010, 2015, and 2020 (Figure 3). The network of exchanges in terms of communication shows a high density of links, especially at the beginning of the period, which suggests that dialogue and consultation were consistent at the launch of the AD project. Its size diminishes in the following periods due to institutional restructurings and mergers between territorial authorities. While relying heavily on material and energy exchange practices, this network also reveals the importance of organizational exchanges in mobilizing technological innovations.

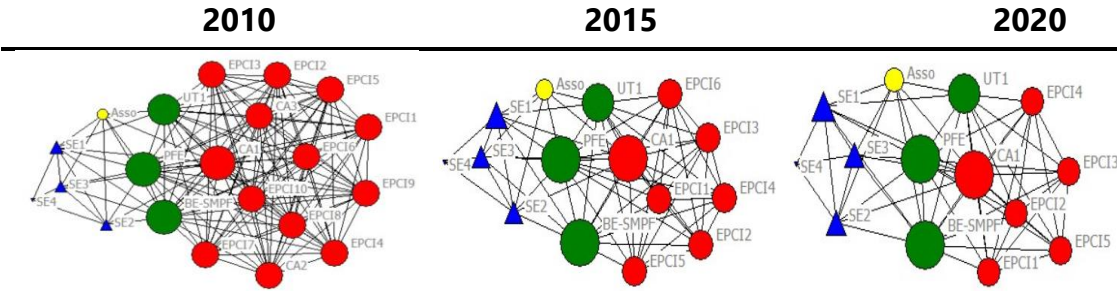


Figure 3: Evolution of the exchange network in terms of communication

Legend: The characterization of the nodes and arcs is the same as in Figure 2.

- SMPF waste management bodies and units
 - ▲ State technical services
- Local authorities
 - Residents' association

The coordination of all the productive partnerships is organized around the project leader (the SMPF), which plays the role of assembler and animator of the networks. It facilitates the circulation of flows by jointly occupying intermediation functions, thus ensuring a role of relay between the central actors and those who have fewer links with them. However, it should be noted that the town hall of Cavigny, which hosts the AD facilities, joins with the SMPF's executive office to ensure the function of territorial intermediation. By maintaining communication relations between the stakeholders, these actors guarantee the effective mobilization of material resources to make the installations profitable and prevent possible conflicts or opposition to the project. This result confirms Bourdin and Nadou's (2020) work on the fundamental role of territorial intermediation, which the owner of an AD project must fulfill.

We also note that the role of the local residents' association has increased steadily since the implementation of AD in Cavigny due to its strong involvement in the regulatory governance of the project. It is involved in the reflection and dissemination of information, allowing the local population to participate in the steering of the project and helping to calm local conflicts. The importance of its role results from the position it holds as an ex-officio member of the site monitoring commission and from its periodic contact with the members of the SMPF during deliberative assemblies and informal meetings, which allows it to communicate with almost all the stakeholders of the AD project.

3.3. Proximity links of the AD actors

We now turn to the analysis of proximity relations, which allows us to complete the study of productive and communication interactions in the governance of AD flows and determine the main motivations of the actors and the constraints they face. The application of the proximities analysis grid to the network approach results allows us to better understand the emergence and deployment modalities of the governance process and the possible obstacles to its development. It appears that the multidimensional nature of the structure of the Cavigny AD network leads to collective action and makes territorial innovations possible by allowing the activation of different types of proximity links between local actors and obstacles to be overcome that may arise from these same proximities. Territorial innovations depend heavily on proximity (geographical and organized) relations, which play a determining role in the technical, social, and economic links at work between local actors (Torre & Rallet, 2005).

3.3.1. Geographical proximities that strengthen local ties

The relationship between the SMPF and the local authorities that bring in household waste is based on permanent geographical proximity. The environmental center in Cavigny, where the AD unit is located, is situated at the crossroads of the local authorities that are members of the mixed syndicate. Similarly, the 14 waste collection centers that collect and transport green waste are also located nearby. This co-location ensures a territorial network of waste treatment and production facilities, reinforced by transport access. The center is directly linked to the departmental road network via the D974 road from the Porte Verte interchange, facilitating access for trucks bringing in waste and removing compost. Other client communities not belonging to the mixed syndicate also bring waste to be treated (BCEP, 2019).

Table 5 shows that the technical, social, and economic relationships are essentially concentrated at the level of the territory of the mixed syndicate's jurisdiction, between the communities that supply the waste and the SMPF, which is in charge of the recovery. This geographical proximity was sought by the actors. It allows them to meet more often to boost the governance of flows (Torre & Wallet, 2014) and restricts the extent of the circulation of the latter, contributing to the sustainability of the AD process. It contributes to the mutualization of transport, sorting, treatment, and waste recovery functions, which reduces transport and transaction costs. Finally, it strengthens the links and exchanges while ensuring the junction between the competencies of the collection of waste devolved to the municipalities and that of its treatment by the mixed syndicate. It should be noted that most of the actors interviewed during our study who are involved in the process consider themselves to be geographically close to their partners.

Scale of action	Distance (km)	Nber of possible relations			Nber of effective relations			% of maintained relations		
		2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Local	0 to 20	368	222	106	249	123	106	78	55	100
	20 to 45	302	90	49	181	46	49	60	51	100
Departmental	45 to 100	176	129	129	102	67	29	58	52	22
Regional or national	+100	30	42	30	20	24	20	50	57	67

Table 5: The relations maintained according to the distance between the actors

Geographical proximity is also sought for its benefits upstream of the process. The farmers who buy the compost are located within a 30 km radius of Cavigny. In addition, despite the national dimension of their activities, the companies in charge of marketing the co-products are keen to be present at the local level. They come on site when necessary to respect the contractual commitments within the commercial exchanges of the AD products. For these companies, we can speak of temporary geographical proximity.

This diversity in the scales of actions and links testifies the relevance of the intermediary role played by the SMPF managers, who implement networking and facilitate the bringing together of stakeholders by activating geographical proximity. Geographical proximity thus constitutes a factor of territorialization and the local anchoring of the AD project. The raw material for production, which is renewable, is locally available, and the consumption of the products is carried out at the local level.

These different elements indicate the interest of the geographical dimension of proximity in the valorization of waste and the creation of added value anchored in the territory. However, when it is sought for its benefits, it becomes potentially conflicting when certain categories of actors experience it. Thus, even before the AD facilities were set up in Cavigny, the SMPF faced opposition from the local population, which was concerned about the risk of explosions, as well as environmental damage, possible noise or odor pollution, and pollution linked to the increase in traffic. This is a typical case of unwanted geographical proximity, which is in line with various studies that have highlighted local resistance to AD projects, resulting in the emergence of attitudes of rejection (Soland, 2013; Bojesen et al., 2015; Schumacher & Schultmann, 2017; Giuliano et al., 2018; Bourdin et al., 2020).

In a study in Denmark, Zemo et al. (2019) showed that the size of AD projects negatively influences residential property values, putting such sites at risk of downgrading. Magsi and Torre (2015) pointed out that geographical proximity brings conflicts (regarding the neighborhood and use) and that the mobilization of organized proximity allows them to be anticipated and resolved to some extent (Torre & Zuideau, 2009). This position is illustrated by the choice made locally to include the local residents' association, "Vivre au pays de Daye," in the debates and deliberations of the group of institutions involved in the AD process in Cavigny. This position contributes greatly to the reduction of opposition and the limitation of possible conflicts created by the development of this activity.

3.3.2. Organized proximities that allow for collective action and conflict management

Organized proximity is based on two types of logic: belonging and similarity (Torre & Rallet, 2005). In the governance of the Cavigny AD project, the logic of belonging is expressed by the fact that certain local authorities associated with the project belong to the mixed syndicate, which is where most of the exchange relations are concentrated in terms of production and communication. The interactions between the members of the SMPF are carried out through dialogue and consultation within the PFE. This body makes decisions on strategic orientations and plays an essential role in the governance of AD flows. It facilitates direct contact between the communities and the technical department responsible for coordinating the operational implementation of the project.

The logic of belonging is also at work in the relation networks of the actors in the AD value chain, for example, between the producers of waste and by-products and the users of these resources. Our interviews show that the central actors exchange information regularly, often through face-to-face meetings of an informal nature. These meetings take place every 15 days or so, or more regularly, and are supplemented by telephone exchanges, which help to densify and solidify the network. For the others, it is most often telephone contact with the same frequency. The project leader facilitates these interactions (the SMPF) and acts as an intermediary to guarantee social links between actors, particularly with client communities and companies. In particular, its work contributes to facilitating the sharing of knowledge flows and collective learning with the deconcentrated services of the State, co-product professionals, and communities that are not members of the materials and energy exchange network.

The fact of belonging to the same network is often based on similar characteristics of the actors, and thus on relations based on the logic of similarity of the organized proximity. In the case of the Cavigny AD project, the stakeholders share a sensitivity to the environmental values of the ecological and energy transition. They gather around a common ideal, which allows for the local and circular production and consumption of renewable energies from municipal waste and the practice of sustainable agricultural fertilization (Table 2). For example, companies specializing in the distribution of co-products are now privileged interlocutors for implementing national AD policy. In doing so, they also contribute to the sustainability of the territorial development process.

In order to underline the importance of the logic of belonging, it should be noted that all the actors involved in the process knew each other beforehand, often through their waste management activities. Furthermore, the establishment and operation of local bodies, such as the SMPF, contributed to strengthening the sense of community, based on the interpersonal social ties that are created and developed, and made it possible to establish a climate of trust and consultation between the producers and waste managers. This involves creating bonds of similarity, which contribute to the creation of a relational context favorable to the cooperation and coordination of actors (Dupuy & Torre, 2006).

The trust created between production actors is thus based on articulation between logics of belonging and similarity. Still, it also depends on the integration of conflicting potentialities concerning other local stakeholders (Soland et al., 2013; Gonçalves et al., 2021). Trust in the SMPF has fostered the social acceptability of the project. This was created from the project's inception through moments of exchanging information between local elected officials and the population, which adhered to the sustainability values of AD. The transparency of the choice of the Cavigny site and the administrative procedure for its implementation, and the possibilities for stakeholder participation in the management of the territorial project (Kortsch et al., 2015; Bourdin & Nadou, 2020), helped to prevent conflicts and ease tensions.

Far from being a hindrance to the development of the project, the discussion around the siting of the AD unit has become a source of organizational innovation. The local population has organized itself within the "Vivre au Pays de Daye" association. Alongside the State's technical services, it is involved in the regulatory governance of the risks of AD. This is a solution already presented by Soland et al. (2013) in the case of AD installations in Switzerland. This framework for dialogue and consultation, set up before the start of the project, has also made it possible to disseminate information and knowledge, creating a feeling of public support for the AD project. The mechanism has now been extended within the site monitoring commission as part of the regulatory governance of risks, enabling relations of trust to be maintained.

4. CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS

The circular economy and the energy transition, which are now in the spotlight with regard to the fight against climate change, are also part of a territorial dynamic that brings together multiple actors or local stakeholders from a wide variety of backgrounds. They thus appear as important elements of local solutions to global

change and as contributions to sustainable territorial development processes. Our analysis of the installation and development of the AD process in the case of Cavigny, France, aimed to examine how different types of proximity contributed to the creation and perpetuation of a sustainable solution based on the agreement of all stakeholders in the territory, whether producers, local authorities, or local populations.

The analysis of social networks has made it possible to highlight both the flow of materials and exchanges in terms of communication. In particular, it has highlighted the importance of governance mechanisms in the implementation of this technological innovation in the territories. The results show the role played by the interaction and coordination structure of the stakeholders, which goes beyond the exchange of flows and also concerns the way in which the actors collaborate or work together in order to combine their plans and strategies. We also highlight the role of communication exchanges in the structuring of productive exchanges (Rosado et al., 2014) and the interest provoked by an approach focused on social ties in understanding industrial metabolism processes (Wall & Paquin, 2015).

The analysis of proximities shows that all actors are in a situation of close permanent geographical proximity, which facilitates links and exchanges between waste and by-product producers, on the one hand, and their users as a resource, on the other, as well as with the responsible territorial authorities. But, this proximity also produces negative effects linked to the initial opposition to the project from populations because of the perceived risks, which cause tensions. However, this opposition can be resolved by integrating citizen stakeholders into the decision-making process and the evolution of the AD project. The resources of organized proximity can then be mobilized to serve organizational innovation, in particular, through local residents' associations and their participation in territorial governance.

In addition, the collective action between producers or users, built progressively over time, was observed to be largely based on the resources of organized proximity, within its two dimensions of belonging and similarity. Relationships of similarity, particularly around environmental values, make it possible to forge and solidify local networks around shared values. Relations of belonging are subsequently created through working together and sharing objectives; they are solidified and intensified through repeated exchanges between participants, whether face-to-face or by telephone. This increase and solidification of relations of organized proximity explain the persistence of interaction synergies and the maintenance of the dynamic. It also implies a circular process during a decade that has been strongly marked by territorial reforms, which

could have destabilized this ensemble due to the merger processes and the change of institutional actors in charge of operations.

All in all, and at the local level, it is clear that the intersection of geographical and organized proximity favors both the birth and stabilization of territorial governance processes. From this point of view, coordination between actors and the involvement of all stakeholders is fundamental. The combination of proximities greatly facilitates the implementation of the AD project and its sustainability and the modes of organization of local stakeholders of all kinds, from producers to associations, including public authorities and territorial communities. The model of sharing and exchange put in place goes beyond technical considerations. It participates in creating a local territorialized economy, which reveals the importance of the various categories of proximity in the local valorization of waste and the creation of added value anchored in the territory.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Syndicat Mixte du Point Fort (SMPF) and the people and structures that agreed to collaborate to this research. Our warmest thanks go to Emma BOURSAULT for conducting the interviews and collecting the data that made this work possible. This research has been funded by ADEME and PSDR programmes.

REFERENCES

- Angelidaki I., Ellegaard L., 2003. Codigestion of manure and organic wastes in centralized biogas plants. *Appl Biochem Biotechnol* 109, 95 - 105.
- Audretsch D., Feldman, M., 1999. Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition. *European Economic Review*, 43, 409-429.
- Bojesen, M., Boerboom, L., Skov-Petersen, H., 2015. Towards a sustainable capacity expansion of the Danish biogas sector. *Land use policy*, 42, 264-277.
- Borgatti S.P., 2002. A Statistical method for comparing aggregate data across a priori groups, *Field Methods*, 14(1), 88-107.
- Bourdin S., Nadou F., 2020. The role of a local authority as a stakeholder encouraging the development of biogas: A study on territorial intermediation. *Journal of Environmental Management*, 258.

- Bourdin, S., Raulin, F., & Josset, C. (2020). On the (un) successful deployment of renewable energies: territorial context matters. A conceptual framework and an empirical analysis of biogas projects. *Energy Studies Review*, 24(1).
- Bourdin, S., Colas, M., & Raulin, F. (2020). Understanding the problems of biogas production deployment in different regions: territorial governance matters too. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63(9), 1655-1673.
- BECP (Bureau de l'environnement et de la concertation publique), 2019. Commission de suivi de site du pôle environnement de Cavigny. Procès-verbal de la réunion du 3 juillet 2019. Service de la coordination des politiques publiques et de l'appui territorial, préfecture de la Manche.
- Crona B., Ernstson H., Prell C., Reed M., Hubacek K., 2011. Combining social network approaches with social theories to improve understanding of resource governance. In: Bodin Ö., Prell C. (eds.), 2011. *Social Networks and Natural Resource Management: Uncovering the Social Fabric in Environmental Governance*. Cambridge University Press, Cambridge, 44–71.
- CRCN, 2017. Rapport d'observations définitives, syndicat mixte du point fort, département de la Manche, Exercices 2011 et suivants. Chambre régionale des comptes de la Normandie.
- Dupuy C., Torre A., 2006. Local Clusters, trust, confidence and proximity, in Pitelis C., Sugden R., Wilson J. (eds.), *Clusters and Globalisation: The Development of Urban and Regional Economies*. Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton USA, 195p.
- Engdahl K., 2010. Biogas policies, incentives and barriers, a survey of the strategies of three European countries. Master thesis, Department of Technology and Society Environmental and Energy Systems Studies, Lund University.
- European commission, 2019. Communication from the commission to the European parliament, the European council, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. *The European Green Deal*. Brussels.
- European commission, 2014. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. Brussels.

- Giuliano, A., Gioiella, F., Sofia, D., Lotrecchiano, N., 2018. A novel methodology and technology to promote the social acceptance of biomass power plants avoiding nimby syndrome. *Chemical Engineering Transactions*, p. 67.
- Gonçalves A., Galliano D., Triboulet P., 2021. Eco-Innovations towards Circular Economy: Evidence from cases studies of Collective Methanisation in France. *European Planning Studies*.
- Grossetti M., Barthe J-F., Chauvac N., 2011. Studying Relational Chains from Narrative Material. *Bulletin of Sociological Methodology*, 110, 11–25.
- Guenther-Lübbers W., Bergmann H., Theuvsen L., 2016. Potential analysis of the biogas production - as measured by effects of added value and employment. *Journal of cleaner production*, 129, 556-564.
- Holm-Nielsen J. B., Al Seadi T., Oleskowicz-Popiel P., 2009. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource technology*, 10022, 5478-5484.
- Houdart M., Bonin M., Compagnone C., 2011. Social and spatial organisation - Assessing the agroecological changes on farms: Case study in a banana-growing area of Guadeloupe. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*. 9. 15-30.
- Jacobsen B. H., Laugesen F. M., Dubgaard A., 2014. The economics of biogas in Denmark: a farm and socioeconomic perspective. *International Journal of Agricultural Management*, 3(3), 135-144.
- Jambou M., 2018. L'émergence de relations interentreprises dans les démarches d'écologie industrielle et territoriale. Comparaison de trois dispositifs méthodologiques innovants, thèse de doctorat, université de technologie de Troyes.
- Krausmann F., Gingrich S., Eisenmenger N., Erb K-H., Haberl H., Fischer-Kowalski M., 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*. 68. 2696-2705.
- Klass D. L., 2004. Biomass for Renewable Energy and Fuels. *Encyclopedia of Energy*.
- Kortsch T., Hildebrand, J., Schweizer-Ries P., 2015. Acceptance of biomass plants—Results of a longitudinal study in the bioenergy-region Altmark. *Renewable energy*, 83, 690-697.

- Lazega E., Snijders T.A. (eds.). (2015). *Multilevel network analysis for the social sciences: theory, methods and applications* (Vol. 12). Springer.371p.
- Magsi H., Torre A., (2015) *Land use conflicts and human development nexus: proximity analysis*. In: Giri AK (ed) *New horizons of human development*. Studera Press, Delhi.
- Mengozi A., 2010. *Waste Growth Challenges Local Democracy. The Politics of Waste between Europe and the Mediterranean: a Focus on Italy*. *California Italian Studies Journal*, 1(1), p. 21.
- Mol A. P.J., 2014. *Bounded Biofuels? Sustainability of Global Biogas Developments*. *Sociologia Ruralis*, 54(1), 1-20. MTE, 2018. *Plan de libération des énergies renouvelables*, Groupe de travail méthanisation. Paris.
- Niang, A., Torre, A., & Bourdin, S. (2021). *Territorial governance and actors' coordination in a local project of anaerobic digestion. A social network analysis*. *European Planning Studies*, 1-20.
- Pachoud C., Labeyrie V., Polge E., 2019. *Collective action in Localized Agrifood Systems: An analysis by the social networks and the proximities. Study of a Serrano cheese producers' association in the Campos de Cima da Serra/Brazil*. *Journal of Rural Studies*, 72, 58-74.
- PFE, 2020. *Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public du traitement des déchets 2019*. Point Fort Environnement, p. 28.
- Polge E. & Torre A., 2017. *Territorial governance and proximity dynamics. The case of two public policy arrangements in the Brazilian Amazon*. *Papers in Regional Science*, 97(4), 909- 929.
- Rosado L., Niza S., Ferrão P., 2014. *An urban material flow accounting case study of the Lisbon Metropolitan Area using the Urban Metabolism Analyst method*. *Journal of Industrial Ecology* 18(1): 84-101.
- Schumacher, K., & Schultmann, F., 2017. *Local acceptance of biogas plants: a comparative study in the Trinational Upper Rhine Region*. *Waste and biomass valorization*, 8(7), 2393-2412.
- Soland, M., Steimer, N., Walter, G., 2013. *Local acceptance of existing biogas plants in Switzerland*. *Energy Policy*, 61, 802-810.

- Tegou L-I, Polatidis H, Haralambopoulos DA (2010) Environmental management framework for wind farm siting: methodology and case study. *J Environ Manag* 91(11), 2134–2147.
- Ter Wal A., Boschma R., 2009. Applying Social Network Analysis in Economic Geography: Framing Some Key Analytic Issues. *The Annals of Regional Science* 43(3), 739-756.
- Torre, A., Polge, E., Wallet, F., 2019. Proximities and the role of relational networks in innovation: The case of the dairy industry in two villages of the “green municipality” of Paragominas in the Eastern Amazon. *Regional Science Policy & Practice*. 11, 279-294.
- Torre A. Wallet F., 2016. Regional Development in Rural Areas. Analytical tools and Public policies, Springer Briefs in Regional Science, Springer, 110.
- Torre, A., Wallet, F. (eds.), 2014. Regional development and proximity relations. Edward Elgar Publishing.
- Torre A., 2014. Proximity relations at the heart of territorial development processes: from clusters, spatial conflicts and temporary geographical proximity to territorial governance. In: Torre, A., Wallet, F. (Eds.), *Regional Development and Proximity Relations*. Edward Elgar.
- Torre A. Wallet F., 2013. Innovation and governance of rural territories, in Coudel E., Devautour H., Soulard C.T., Faure G., Hubert B. (eds), *Renewing Innovation Systems in Agriculture and Food: How to go towards more sustainability?*, Wageningen Academic Publishers, 240.
- Torre A., Beuret J.E., 2012. Proximités Territoriales. Collection Anthropos, Ballan-Miré.
- Torre A., Traversac J.B. (eds), 2011. Territorial Governance. Local Development, Rural Areas and Agrofood Systems, Springer Verlag, Heidelberg & N. York.
- Torre A., Rallet A., 2005, Proximity and localization, *Regional Studies*, 39(1), 47-60.
- van Forest F., 2012. Perspectives for biogas in Europe. Oxford Institute for Energy Studies.
- Walls, J. L., Paquin, R. L., 2015. Organizational perspectives of industrial symbiosis: A review and synthesis. *Organization and Environment*, 28(1), 32-53.

Wasserman S., Faust K., 1994. Social network analysis: Methods and applications, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Zemo K. H., Panduro T. E., Termansen M., 2019. Impact of biogas plants on rural residential property values and implications for local acceptance. *Energy Policy*, 129, 1121-1131.

Zemo K. H., Termansen M., 2018. Farmers' willingness to participate in collective biogas investment: A discrete choice experiment study. *Resource and Energy Economics*, 52, 87-101.

APPENDIX 1: The variables studied

Variables	Means of mobilization	Measurement measures
Collaboration	Type of collaboration (joint project, collective meeting) Number of exchanges, contacts	Do you work or have you ever worked in collaboration with this actor? Has the intensity of the relationship changed since the start of the AD unit?
Geographical proximity	Location of facilities Perception of the geographical distance separating the actors in space	How far away (in km) are you from this actor or equipment? In terms of geographical distance, do you consider yourself close or far away?
Organized proximity	Frequency of telephone or e-mail exchanges	How do you most often communicate with this person? (face-to-face, telephone ...) How often do you communicate with this person?
	Belonging to the same organization, the same network	Did you know this company or person? Did you have a relationship with this actor? Where did you meet this person?
	Mental and cognitive adherence to the process	In your opinion, what are the results of these actions in terms of the values to which you adhere?

CONCLUSION GÉNÉRALE & DISCUSSION

La question posée dans la thèse consistait à déterminer dans quelle mesure l'économie circulaire peut constituer une opportunité de développement territorial durable pour les territoires. Pour répondre à cette interrogation nous nous sommes appuyés sur une variété d'approches allant de la revue bibliographique à des études empiriques, et nous avons mobilisé différentes théories et méthodes qui ont permis de mieux appréhender les implications de la territorialisation des activités liées à l'économie circulaire. Ces études nous ont permis de comprendre l'importance des dimensions territoriales et spatiales et des dispositifs de gouvernance pour la mise en place de stratégies d'économie circulaire sur les territoires.

L'analyse de la littérature a permis de faire un état des lieux des connaissances scientifiques concernant l'économie circulaire, identifiée comme l'un des impératifs stratégiques les plus importants de mise en place opérationnelle du développement durable (Kirchherr et al., 2017 ; Carrière, 2018), mais dont la mise œuvre dans les territoires à une échelle pertinente pose encore question (**Article 1 ; Niang et al., 2020**). Les expériences de terrain mentionnées dans cet état de l'art démontrent largement l'importance donnée aux dimensions territoriales des circularités en illustrant les enjeux de développement qui inspirent les expérimentations. Les questionnements sur les conditions de territorialisation des pratiques ont été discutés et analysés sur différentes déclinaisons des modes de développement territorial autour de l'économie circulaire. L'article s'est positionné sur des approches typiques de la construction du territoire à partir des jeux d'acteurs et des proximités. Il montre que l'enjeu actuel n'est pas seulement la question des innovations technologiques autour de l'efficacité des ressources et de la création de valeur, mais également de l'hybridation des actions et de la mise en visibilité d'externalités territoriales positives.

Notre étude de l'évolution des activités circulaires au niveau des établissements et des entreprises en France métropolitaine (**Article 2**) confirme la dynamique de progression des pratiques de circularité. Les résultats montrent en effet, entre 2008 et 2015, une croissance de l'emploi circulaire supérieure à celle de l'emploi total, en phase avec les enjeux de plus en plus importants en termes de politiques publiques en faveur de

l'emploi et de la compétitivité de l'économie (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – MEEM, 2016). Cette tendance est également observée dans d'autres études européennes (CIRCTER, 2019 ; Morgan et Mitchell, 2015 ; Bastein et al., 2013), mais nos résultats sont obtenus à une échelle locale plus pertinente pour analyser le marché de l'emploi. Ils plaident ainsi pour des politiques publiques efficaces permettant de (i) renforcer la résilience des économies locales vis-à-vis des conséquences de la croissance linéaire (European Commission, 2020), et (ii) de constituer une réponse durable à la crise sur les marchés de travail et au ralentissement économique. Cependant, tous les territoires français ne voient pas le même rythme de développement de l'économie circulaire. Derrière la croissance d'ensemble de ces activités, le travail rend compte du déséquilibre territorial dans la répartition géographique des emplois. L'évolution de leur répartition ne s'est pas en effet produite de façon homogène à travers l'espace. Nous émettons alors l'hypothèse du rôle joué par les politiques publiques pour catalyser les démarches d'économie circulaire.

La suite de la recherche fournit **dans les articles 3 et 4** une lecture de l'importance des dispositifs de gouvernance pour la mise en place des stratégies d'économie circulaire sur les territoires, avec un impact positif sur le développement. Les résultats obtenus soulignent, à partir du cas de la méthanisation, le rôle du contexte local dans la capacité à générer des activités nouvelles qui peuvent mettre en évidence dans le territoire leurs vertus économiques, sociales et de durabilité, grâce à l'activation ou au renforcement des proximités. Plus généralement, ils élargissent la considération organisationnelle des innovations dans les partenariats productifs circulaires, et la capacité à créer de nouveaux liens sur le territoire et faire coopérer des parties prenantes qui n'étaient pas nécessairement liées pour créer ensemble davantage de valeur.

L'outil novateur des réseaux sociaux appliqué sur les relations de synergie des acteurs locaux de la méthanisation (**Article 3 ; Niang et al., 2021**) a permis de décrire au fil du temps les réseaux relationnels qui caractérisent les types d'échanges au sein du processus. Il fournit des résultats intéressants, qui révèlent la place des liens sociaux dans la mise en œuvre de cette innovation technologique de transformation circulaire de la biomasse organique en ressources territoriales locales. Cette étude des interactions entre groupes d'acteurs de la chaîne de valeur de la méthanisation, a mis en évidence l'importance des acteurs pivots et des intermédiaires qui structurent le système et facilitent les relations. En organisant les interactions productives, ces derniers étendent les relations vers une pluralité d'acteurs locaux qu'ils mobilisent et coordonnent autour d'enjeux et contraintes communs.

La confrontation de ces résultats des réseaux sociaux d'acteurs avec l'approche en termes de relations de proximité a apporté à l'analyse des éléments plus contextuels et spatialisés des relations de synergie (**Article 4**). Elle a permis d'identifier les facteurs territoriaux qui jouent un rôle dans la localisation des liens techniques, sociaux et économiques à l'œuvre dans le projet de méthanisation. La proximité géographique contribue en effet à rapprocher et établir des relations spatiales étroites entre les acteurs de la chaîne de valeur de la méthanisation. Elle facilite les liens et les échanges entre les producteurs de déchets et de sous-produits d'une part, et leurs utilisateurs comme ressource d'autre part. En jouant ce rôle, elle contribue à restreindre la distance de circulation des flux pour limiter le transport et donc garantir le caractère durable du système. Cette problématique a nécessité que les acteurs territorialisent leurs interactions de manière à maintenir l'activité économique localement, impliquant une utilisation raisonnée des ressources territoriales matérielles et immatérielles locales. La proximité organisée des acteurs a également joué un rôle déterminant. Elle s'est exprimée par l'appartenance des acteurs au syndicat mixte ou aux réseaux des relations, ainsi que par leur partage de références similaires de sensibilité aux valeurs environnementales de la transition écologique et énergétique. Elle explique le climat de confiance et de concertation qui s'est créé dès le démarrage du projet et s'est renforcé progressivement au sein des réseaux entre les acteurs. Enfin elle est à l'origine (i) de la qualité des interactions des parties prenantes, (ii) de l'organisation des réseaux autour des acteurs intermédiaires et (iii) de l'intégration des potentialités conflictuelles, qui donne la possibilité aux populations locales de participer au pilotage du projet territorial.

Quelles implications de l'économie circulaire sur la pratique de l'action publique territoriale ?

Pour les politiques publiques, le défi identifié dans cette recherche est d'arriver à concevoir un mode de transformation économique autour d'une approche systémique intégrée de la diversité des activités, tout en prenant en compte la nécessaire territorialisation de ces activités, dans le but de répondre à des enjeux et contraintes locales des acteurs. Dans cette perspective, les pratiques territoriales de circularité et de circulation des flux devraient être encouragées, dans une logique de rééquilibrage des territoires, par une répartition équitable des activités et des emplois circulaires. Nos résultats suggèrent que les activités d'allongement de la durée de vie des produits et de gestion des déchets, concernées par une importante quantité de main d'œuvre peu qualifiée, peuvent particulièrement jouer un rôle, en raison de leurs potentialités de création d'emplois ancrés.

A partir de l'exemple de la méthanisation, nos résultats rejoignent ceux obtenus sur l'approche de l'EIT en termes d'accompagnement et de coordination des acteurs de la transition. L'EIT est aujourd'hui appréhendée, dans les politiques publiques de divers pays, comme un levier de changement et d'évolution des pratiques et des modèles techniques et organisationnels, intégrant à la fois des questions de coordination d'acteurs et d'externalités positives sur le territoire (Beaurain et Brullot, 2011 ; Asthon et Bain, 2012 ; Paquin et Howard-Grenville, 2009). L'EIT à la française s'est très tôt positionnés sur cette question (Bourdin et Maillfert, 2020). A partir d'une analyse des jeux d'acteurs, elle a abouti à un mode de construction du territoire et de développement typique de ces espaces d'activités industrielles et territoriales de pratique de l'écologie industrielle (Jambou, 2018 ; Schalchli et Maillfert, 2010 ; Hsu et Rohmer, 2010 ; Brullot et Maillfert, 2008).

Notre recherche sur les réseaux sociaux d'acteurs de la méthanisation, en croisant l'analyse des flux de communication et des flux de matières, apporte une contribution majeure à la compréhension des processus de métabolisme territorial et circulaire. En effet, certaines collectivités locales intègrent déjà dans leur politique d'économie circulaire une approche métabolique, en établissant leur bilan matière et énergétique. Ces mesures des flux de matières et d'énergie, aussi appliquées en EIT et dans le recyclage des déchets (Barles, 2014 ; Bahers et al., 2020 ; Bahers et al., 2017), manquent cependant d'une approche en termes de lien social entre les flux de producteurs. Envisager ainsi d'intégrer les flux d'information et de communication permet aux collectivités d'identifier et de valoriser de façon optimale l'ensemble des ressources locales, à la fois matérielles et immatérielles.

Par ailleurs, la recherche sur la méthanisation révèle plus généralement les mutations qui s'opèrent dans les territoires ruraux. Il s'agit de zones de production de bioressources renouvelables, qui, en raison de la faiblesse des interactions entre acteurs, génèrent des processus d'innovation incomplets (Camagni, 1995). Nos résultats apportent en ce sens une meilleure visibilité de la gouvernance associée à la structuration des interactions productives et sociales des nouvelles formes d'organisation et de coordination dans la gouvernance des flux dans ces espaces ruraux. La reproductibilité et la généralisation du mode de gouvernance étudié doivent être envisagées dans une perspective de prise en compte des spécificités locales, différenciant un territoire par rapport à un autre (Torre et Wallet, 2013). La réussite et la soutenabilité des initiatives territoriales de circularité ne peuvent s'affranchir des réalités locales, car chaque projet est spécifique à son territoire et ses acteurs.

On peut cependant s'interroger sur la durabilité des systèmes, car l'étendue des réseaux d'acteurs peut contribuer à éloigner les flux et les échanges, et donc diminuer leur caractère durable. On sait déjà que la mobilisation de la proximité géographique peut circonscrire ces pratiques de circularités et délimiter les territoires d'action afin de révéler la dimension territoriale et spatiale. Elle devient dans ce cas un facteur de territorialisation et d'ancrage local pour participer à la création d'une économie locale territorialisée créatrice de valeur ajoutée. Le doute sur la durabilité est surtout fondé sur la mobilisation de la proximité organisée, qui peut s'affranchir de l'espace et des territoires. Elle est cependant indispensable à toute action collective de mutualisation et substitution de flux et à toute collaboration pérenne des acteurs, gage de la dynamique de mobilisation des ressources territoriales et de la création de valeur. En particulier, oublier les dynamiques de proximité géographique dans les démarches d'économie circulaire, surtout lorsqu'il s'agit de recyclage et de réemploi, reviendrait à oublier la dimension environnementale de l'économie circulaire. Or, celle-ci est centrale dans la définition car elle vient justement mettre en échec l'économie linéaire sur laquelle repose une grande partie des activités humaines.

Une recherche qui présente néanmoins des limites

Les principales faiblesses de la recherche proviennent en particulier du fait que la définition de l'économie circulaire varie beaucoup et reste encore non stabilisée, car son périmètre théorique et conceptuel n'est pas encore totalement défini scientifiquement (Khoronen et al., 2018 ; Kirchherr et al., 2017 ; Arnsperger et Bourg, 2016). La coexistence de nombreuses définitions dans la littérature, le manque de cohérence dans l'appropriation et les différentes interprétations du concept, n'ont pas permis de cerner l'ensemble des contours de cette notion encore soumise à discussion (Khoronen et al., 2018 ; Kirchherr et al., 2017). La définition officielle française proposée par l'Ademe (2014) est prise comme telle. Or, celle-ci relève plus d'une approche praxéologique que théorique de l'économie circulaire. De fait, notre recherche peut présenter des limites en fonction des contours de la définition retenue.

En outre, nos approches axées sur la dimension territoriale et spatiale de l'économie circulaire se heurtent aux difficultés à cerner le champ d'un concept qui en serait encore à ses balbutiements. Dans ce contexte, l'analyse du développement d'une économie circulaire passe par une meilleure caractérisation de la diversité des activités et de leur inscription dans le temps et l'espace. Nos résultats soulignent les difficultés d'identifier les activités pouvant relever de la sphère économique circulaire, ainsi que d'objectiver et de quantifier les retombées potentielles, compte tenu des lacunes et la faible

adéquation entre les concepts et les sources de données harmonisées à une échelle fine.

Enfin, les outils et méthodes d'analyse quantitative et qualitatives mobilisés, développés par ailleurs en géographie économique et en économie territoriale, se heurtent aux difficultés de mesure d'un processus de changement à la fois complexe et dynamique. Nos approches, qui présentent l'avantage d'intégrer les dimensions territoriale et spatiale de la progression de l'économie circulaire, contrastent avec la majorité des études actuelles sur la thématique (Vasileios Rizos et al., 2017). Ces dernières restent bien souvent nationales et ne s'intéressent guère à l'évolution des pratiques de circularité à une échelle infrarégionale.

Pour ces raisons, il nous semble possible ou intéressant d'engager de futures recherches sur le changement d'échelles et les niveaux d'efficacité de la territorialisation des stratégies d'économie circulaire. Il s'agit donc pour les acteurs de la pratique de l'action publique territoriale d'envisager de prolonger les études, (i) pour comprendre les dimensions techniques, socioéconomiques, politiques et spatiales des circularités, et (ii) d'évaluer la durabilité et l'impact des actions proposées à un niveau de l'ensemble des activités du territoire. Dans cette perspective, et dans une visée opérationnelle, de produire des outils d'aide à la décision capables d'aider les acteurs publics et privés à faire émerger des projets viables et durables au service du développement territorial.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ademe, Geldron A., 2014. Économie circulaire : notions, fiche technique, Angers, Ademe, p. 10.

Ademe, 2018. Climat, Air, Énergie : chiffres clés. Edition 2018.

Ademe, Atemis, Vuidel P., Pasquelin B., 2017. Vers une économie de la fonctionnalité à haute valeur environnementale et sociale en 2050. Les dynamiques servicielle et territoriale au cœur du nouveau modèle, Angers, Ademe, p 299.

Adoue C., Beulque R., Laetitia Carré L., Couteau J., 2014. Quelles stratégies d'entreprise pour une économie circulaire motrice de croissance ? : Amorcer la transition, construire le modèle de demain. Institut de l'économie circulaire, p 70.

- Aghion P., Hemous D., Veugelers R., 2009. Quelles politiques pour encourager l'innovation verte ? Regards croisés sur l'économie. 2 (6), 165-174.
- Alvaredo F., Chancel L., Piketty T., Saez E., Zucman G., 2018. World inequality report. World inequality Lab, p 300.
- Andersen M. S., 2007. An introductory note on the environmental economics of the circular economy", *Sustainability Science*, vol. 2(1), p 133 – 140.
- Arnsperger C., Bourg, D., 2016. Vers une économie authentiquement circulaire : Réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité. *Revue de l'OFCE*, 1(1), 91-125.
- Ashton W. S., & Bain A.C., 2012. Assessing the "short mental distance" in eco-industrial networks. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 70–82.
- Audretsch D., Feldman, M., 1999. Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition. *European Economic Review*, 43, 409-429.
- Aydalot P., 1985. Économie régionale et urbaine. *Paris Economica*, p 487.
- Ayres R. U., Kneese A. V., 1969. Production, Consumption, and Externalities. *American Economic Review*, 59(3), 282-97.
- Bahers J-B., Durant M., et Beraud H., 2017. Quelle territorialité pour l'économie circulaire ? Interprétation des typologies de proximité dans la gestion des déchets. *Flux*, 3(109-110), 129-141.
- Bahers, J-B., Tanguy A., Pincetl S., 2020. Metabolic relationships between cities and hinterland: a political-industrial ecology of energy metabolism of Saint-Nazaire metropolitan and port area (France). *Ecological Economics*, 167.
- Bailey T. A., 1935. The North Pacific Sealing Convention of 1911. *Pacific Historical Review*, 4(1), 1–14.
- Baldwin R., 2011. Trade and Industrialisation after Globalisation's 2nd Unbundling: How Building and Joining a Supply Chain Are Different and Why It Matters. Working Paper, National bureau of economic research, Massachusetts, p 38.

- Barles S., 2014. L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières. *Développement durable et territoires*, 5(1), p 22.
- Bastein T., Roelofs E., Rietveld E., Hoogendoorn A., 2013. Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. Ministries Ministry of Infrastructure and Water Management, p. 124.
- Beaurain C., Brulot S., 2011. L'écologie industrielle comme processus de développement territorial : une lecture par la proximité. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 2, 313-340.
- Beaulieu L. et Normandin D., 2016. Introduction. in Sauvé S., Normandin D. et McDonald M. (dir.), *L'économie circulaire. Une transition incontournable*, Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal, livres numériques en libre accès, p. 13-22.
- Becattini G., 1991. Le district industriel : milieu créatif », *Espaces et sociétés*, 66/67, 3/4, 147-163.
- Bocken N. M. P., Short S.W., Rana P., Evans S., 2014. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, vol. 65, p. 42-56.
- Boulding K. E., 1966. The economics of coming spaceship earth. In Jarret H. (ed.), *Environmental quality in a growing economy*. Baltimore, MD: John Hopkins, University Press.
- Bourg D., Buclet N., 2005. L'économie de fonctionnalité. Changer la consommation dans le sens du développement durable. *Futuribles*, 313, 27-38.
- Boschma, R., 2005. Does geographical proximity favour innovation? *Economie et Institutions*, 6(7) 111-127.
- Bourdin, S. et Maillefert, M., 2020. Introduction – L'économie circulaire : modes de gouvernance et développement territorial. *Natures Sciences Sociétés*, 28(2), 101-107.
- Bourdin, S., & Torre, A. (2020). The Circular Economy as a Means of Territorialisation of the EU Industry. *Symphonya. Emerging Issues in Management*, (2), 33-40.

- Bourdin S., Nadou F., 2020. The role of a local authority as a stakeholder encouraging the development of biogas: A study on territorial intermediation. *Journal of Environmental Management*, 258.
- Bourdin, S., Colas, M., Raulin, F., 2019. Understanding the problems of biogas production deployment in different regions: territorial governance matters too." *Journal of Environmental Planning and Management*, p. 1-19.
- Braungart M., McDonough W., Bollinger, A., 2006. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions e a strategy for eco-effective product and system design", *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, n°13-14, p. 1337-1348.
- Brotons J., 2017, « Économie circulaire et droit. Vers une régionalisation de l'économie circulaire en France », in Lazzeri Y., Bonnet-Fernandez D., Domeizel M. (dir.), *Économie circulaire et territoire*, Aix-en-Provence, Presse Universitaire de Provence et Presse Universitaire d'Aix-Marseille, Espace développement durable, p. 103 – 109.
- Brulot S., 2009. Mise en œuvre de projets territoriaux d'écologie industrielle en France : vers un outil méthodologique d'aide à la décision. Thèse de doctorat en développement durable, Université de Technologie de Troyes.
- Brulot S, M Maillefert, 2008. Industrial ecology in practice: from flow analysis to coordination processes analysis? 14th Annual International Sustainable Development Research Conference, India Habitat Centre, New Delhi, India, September 21-23, 2008.
- Brusco, S., 1982. The Emilian Model: productive decentralisation and social integration. *Cambridge Journal of Economics*, 6(2), 167-184.
- Buclet N., 2015. Essai d'écologie territoriale. L'exemple d'Aussois en Savoie. CNRS Éditions, Paris, p. 216.
- Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations General Assembly document A/42/427.
- Cainelli G., & Di Maria E., Ganau R., 2017. Does Agglomeration Affect Exports? Evidence from Italian Local Labour Markets. *Journal of economic an human géography*, 108(5), 554-570.

- Camagni R., 1995. The concept of innovative milieu and its relevance for public policies in European lagging regions. *Papers in Regional Science*, 74(4), 317-340.
- Camagni R., Maillat D., 2006. *Milieux innovateurs – théorie et politiques*, Economica-Anthropos, Paris.
- Card Stuart K., Mackinlay, Jock D., Shneiderman, B., 1999. *Readings in information visualization: using vision to think*, Academic Press, San Diego, USA.
- Carrière J.-P., 2018. La région, une échelle pertinente pour la "mise en territoire" de l'EC ? Réflexions à partir du cas français. *Lucrările Seminarului Geografic « Dimitrie Cantemir »*, n° 1, vol. 46, p. 3-22.
- Carolina De los Rios, I., Fiona J. S., Charnley F. J. S., 2017. Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*, 160, 109–122.
- Carson R., 1962. *Silent Spring*. Boston, Houghton Mifflin Company.
- CGDD, 2014, *Comparaison internationale des politiques publiques en matière d'économie circulaire*, Nanterre, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, 53 p.
- CGDD, 2017. *10 indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire, édition 2017*. Service de l'observation et des statistiques, sous-direction de l'information environnementale, Nanterre, p 36.
- CGDD, 2018. *Chiffres clés de l'énergie, édition 2018*. . Service de l'observation et des statistiques, sous-direction de l'information environnementale, Nanterre, p 75.
- CIRCTER, 2019. *Circular Economy and Territorial Consequences, Applied Research, Final Report*. ESPON EGTC, Luxembourg, p 84.
- Coase, R. H., 1960. The problem of social cost. *Journal of Law and Economics* 3(1).
- Colletis G., Pecqueur B., 2005. Révélation de ressources spécifiques et coordination située. *Économie et institutions*, nos 6 et 7, p. 51-74.
- Combes, P.-P., Lafourcade, M., 2012. *Revue de la littérature académique quantifiant les effets d'agglomération sur la productivité et l'emploi*. Rapport commandité et financé par la Société du Grand Paris.

- Cooke P., 2001. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy, *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-974.
- Courlet C., 1985. La mobilisation de la force de travail dans les pays semi industrialisés. Grenoble, Cahiers IREP-Développement.
- Crutzen P., 2002. Geology of Mankind: The Anthropocene. *Nature*, 415(23), p. 23.
- Dales J. H., 1968. Land, Water, and Ownership. *The Canadian Journal of Economics*, 1(4), 791-804 (14).
- Daly H. E., 1992. Il n'y a pas de croissance durable. *Transversales Science/Culture*, 13, p. 10-11.
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Toppinen, A., 2017. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734.
- Deboutière A., Georgault L., 2015. Quel potentiel d'emplois pour une économie circulaire? Étude bibliographique. Institut de l'économie circulaire, p 67.
- De Jouvenel B., (2002). *Arcadie : Essais sur le mieux-vivre*. Gallimard, nouvelle ed., Paris.
- Dermine-Brullot S., Junqua G., Zuideau B., 2017. Écologie industrielle et territoriale à l'heure de la transition écologique et sociale de l'économie. *Revue d'économie régionale et urbaine*, n° 5, p. 771-795.
- Dermine-Brullot, S., Torre A., 2020. Quelle durabilité pour le développement territorial ? Réflexions sur les composantes spatiales de l'économie circulaire. *Natures Sciences Sociétés*, 28(2), 108-117.
- Dupuy C., Torre A., 2006. Local Clusters, trust, confidence and proximity, in Pitelis C., Sugden R., Wilson J. (eds.), *Clusters and Globalisation: The Development of Urban and Regional Economies*. Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton USA, 195p.
- Du Tertre C., 2011. Économie servicielle et travail : contribution théorique au développement d'une économie de la coopération. *Travailler*, Vol. 1, n° 29, p. 29-64.
- Ehrlich et Holdren, 1971. Impact of Population Growth. *American Association for the Advancement of Science*, 171(3977), 1212-1217(6).

- Ellen MacArthur Foundation, 2015. Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition; Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK.
- Ellen MacArthur Foundation, 2012, Vers une économie circulaire : arguments économiques en faveur d'une transition accélérée, Note de synthèse, 10 p.
- Erkman S., 2001. L'écologie industrielle, une stratégie de développement. Le Débat Vol. 1, n° 113, p. 106–121.
- European Commission, 2005. Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions. Thematic strategy on the sustainable use of natural resources. Commission of the European Communities, Brussels, p 22.
- European Commission, 2014. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions a policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. European Commission, Brussels, p 18.
- European Commission, 2019. Communication from the commission to the European parliament, the European council, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, The European Green Deal. European Commission, Brussels, p 24.
- European Commission, 2020. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. European Commission, Brussels.
- Ferrero-García J. J., 2013. The International Convention for the Protection of Birds (1902): A Missed Opportunity for Wildlife Conservation? *Ardeola*, 60(2), 385-396.
- Fischer-Kowalski M., 1998. Society's Metabolism The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 61-78.
- Frantál B., Kunc J., 2011. Wind turbines in tourism landscapes: Czech Experience. *Annals of Tourism Research*, 38(2), 499-519.
- Frenken K., 2017. Sustainability perspectives on the sharing economy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 23, p 1-2.

- Frosh R. A., and Gallopoulos N. E., 1989. Strategies for Manufacturing. Wastes from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment. *Scientific American* vol. 261, n°3, 144-152.
- Gallaud D. et Laperche B., 2016, « Économie circulaire et développement durable : écologie industrielle et circuits courts », London, ISTE éditions Ltd, collection innovation, entrepreneuriat et gestion, vol. 5.
- Galliano D., Gonçalves A., Triboulet P., 2019. The peripheral systems of eco-innovation: Evidence from eco-innovative agro-food projects in a French rural area. *Journal of Rural Studies*, 72, 273–285.
- Galliano, D., Nadel, S., 2015. Firms' eco-innovation intensity and sectoral system of innovation: the case of French industry. *Ind. Innov.* 22, 467–495.
- Galliano, D., Magrini, M.-B., Triboulet, P., 2015. Marshall's versus Jacobs' externalities in firm innovation performance: the case of French industry. *Reg. Stud.* 49, 1840–1858.
- Garofoli, G., 1992. Les systèmes de petites entreprises : un cas paradigmatique du développement endogène, in BENKO G., Lipietz A. (eds). *Les régions qui gagnent. Districts et réseaux. Les nouveaux paradigmes de la géographie économique*, PUF, Paris.
- Georgescu-Roegen N., 1979. Energy analysis and economic valuation. *Southern Economic Journal* XLIV: 1023-1058.
- GIEC, 2007. Quatrième Rapport d'évaluation. Contribution du Groupe de travail III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- GIEC, 2018. Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté. Résumé à l'intention des décideurs.

- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S., 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Giuliano, A., Gioiella, F., Sofia, D. & Lotrecchiano, N., 2018. A novel methodology and technology to promote the social acceptance of biomass power plants avoiding nimby
- Global Footprint Network, 2020. Calculating earth overshoot day 2020: estimates point to august 22nd. Global Footprint Network, Californie, p 10.
- Gonçalves A., Galliano D., Triboulet P., 2021. Eco-Innovations towards Circular Economy: Evidence from cases studies of Collective Methanisation in France. *European Planning Studies*.
- Haines A., Kovats R. S., Campbell-Lendrum D., Corvalan C., 2006. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public Health*, 120(7), 585-96.
- Herfindahl et Kneese, 1974. *Economic Theory of Natural Resources*. Charles E. Merrill, Publishing Company, Columbus, Ohio.
- Hicks, J. R., 1939. The foundations of welfare economics. *Economic Journal*, 49, 696–712.
- Holm-Nielsen J. B., Al Seadi T., Oleskowicz-Popiel P., 2009. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource technology*, 10022, 5478-5484.
- Hsu, Y.C., et Rohmer, S., 2010. Probabilistic Assessment of Industrial Synergistic Systems. *Journal of Industrial Ecology*, 14(4), 558- 575.
- International Energy Agency, 2021. *Global Energy Review 2021*, IEA, Paris.
- International Labour Office- ILO, 2013. Sustainable development, decent work and green jobs. Report V, International Labour Conference, 102nd, Geneva 22, Switzerland.
- INSEE, 2017. Les acteurs économiques et l'environnement, édition 2017. Insee Références, Paris, p 180.

- INSEE, 2021. Éclairage - En 2020, l’empreinte carbone de la consommation des ménages a diminué avec les confinements. Insee, Point de conjoncture, Paris, p 16-21.
- International Resource Panel - IRP, 2019. Résumé à l’intention des décideurs, perspective des ressources mondiales 2019, des ressources naturelles pour l’avenir que nous voulons. Programme des Nations Unies pour l’environnement, Paris, p 20.
- IPBES, 2019. The global assessment report on biodiversity and ecosystem services summary for policymakers. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, p 60.
- Jambou M., 2018. L’émergence de relations interentreprises dans les démarches d’écologie industrielle et territoriale. Comparaison de trois dispositifs méthodologiques innovants. Thèse de doctorat, université de technologie de Troyes.
- Jevons W. S., 1865. On the Variation of Prices and the Value of the Currency since 1782. *Journal of the Statistical Society of London*, 28(2), 294-320
- Kabongo, J. D. Boiral O., 2017. Doing More with Less: Building Dynamic Capabilities for Eco-Efficiency. *Business Strategy and the Environment* 26(3), 956–971.
- Kaldor, N., 1939. Welfare propositions and interpersonal comparisons of utility. *Economic Journal*, 49, 549–560.
- Kaya Y., 1990. Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios, Paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup. Response Strategies Working Group, Paris.
- Kirchherr J. Reike D. Hekkert M., 2017. Conceptualizing the circular economy. An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
- Kiss A., 2005. Du régional à l’universel : la généralisation des préoccupations environnementales. *Revue internationale et stratégique*, 4(60) 85-92.
- Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Eshetu-Birkie S., 2018. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544–552.

- Krausmann F., Gingrich S., Eisenmenger N., Erb K-H., Haberl H., Fischer-Kowalski M., 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*. 68. 2696-2705.
- Lambert F.-M., Georgeault L., 2014, « Les axes majeurs du développement d'une politique d'EC », *Annales des Mines, série « Responsabilité et environnement »*, vol. 4, n° 76, p. 19-22.
- Latouche S., 2006. *Le pari de la décroissance*. Fayard, Paris.
- Latouche S., (1989). *L'occidentalisation du monde, Essai sur la signification, la portée et les limites de l'uniformisation planétaire*, La Découverte, Paris.
- Lecourt A (2003) *Les Conflits d'aménagement : analyse théorique et pratique à partir du cas breton*. Thèse en géographie et aménagement de l'espace. Université de Rennes 2, 363 p.
- Le Moigne R., 2014. *L'économie circulaire. Comment la mettre en œuvre dans l'entreprise grâce à la reverse supply chain ?*, Paris, Dunod, Collection Fonction de l'entreprise : performance industrielle, vol. 1.
- Lieder, M.; Rashid, A., 2016. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51.
- Lovelock J., 1979. *Gaia: A new look at life on Earth*. Oxford University Press, Oxford.
- Magsi H., Torre A., (2015) Land use conflicts and human development nexus: proximity analysis. In: Giri AK (ed) *New horizons of human development*. Studera Press, Delhi.
- Maillefert M. et Robert I., 2017. Nouveaux modèles économiques et création de valeur territoriale autour de l'économie circulaire, de l'économie de la fonctionnalité et de l'écologie industrielle. *RERU*, vol. 5, p.905 – 933.
- Maillefert M., Robert I., 2014. Écologie industrielle, économie de la fonctionnalité, entreprises et territoires : vers de nouveaux modèles productifs et organisationnels ? *Développement durable & territoires*, n° 5, vol. 1, p. 1-6.
- Markewitz, K., Vermette, J.-F., Pinna, J., 2014. From BRIQ to Industrial Symbiosis Projects: Industrial E-cology in Quebec, Canada. *Centre de transfert technologique en écologie industrielle*, Québec, p 14.

- Marshall A., 1919. *Industry and Trade*, London, Macmillan.
- Mathews J. A., Tan H., 2011. Progress toward a Circular Economy in China; the Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 435-457.
- McDowall W., Geng Y., Huang B., Bartekova E., Bleischwitz R., Türkeli S., Kemp R., Doménech T., 2017. Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 651-661.
- McDonough W., Braungart M., 2002. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press, New York, p 208.
- Meadows, D., Randers, J. and Meadows, D., 2004. *Limits to Growth: The 30-year Update*. White River Junction, Chelsea Green Publishing Company, p 338.
- Mengozi A., 2010. Waste Growth Challenges Local Democracy. The Politics of Waste between Europe and the Mediterranean: a Focus on Italy. *California Italian Studies Journal*, 1(1), p. 21.
- Merlin-Brogniart C., 2017. Nature et dynamique de l'innovation des nouveaux modèles de croissance : le cas de l'écologie industrielle et de l'économie de la fonctionnalité. *Innovation*, n° 54, vol. 3, p. 65-95.
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – MEEM, 2016. *Économie circulaire, Les avancées de la loi de transition énergétique pour la croissance verte, Plan de réduction et de valorisation des déchets 2025, Contribution à la stratégie nationale de transition vers l'économie circulaire*, Paris.
- Morgan J., Mitchell P., 2015. *Employment and the circular economy Job creation in a more resource efficient Britain*. Green Alliance, London, p. 25.
- Nelles M., Grünes J., and Morscheck G., 2016. Waste Management in Germany- Development to a Sustainable Circular Economy? *Procedia Environmental Sciences*, vol. 35, p.6-14.
- Niang A., Torre A., & Bourdin S., 2021. Territorial governance and actors' coordination in a local project of anaerobic digestion. A social network analysis. *European Planning Studies*, 1-20.

- Niang A., Bourdin S., Torre A., 2020. L'économie circulaire, quels enjeux de développement pour les territoires ? Développement durable & territoires, 11(1).
- Newton A. C., Cantarello E. 2014. An introduction to the green economy, Science, systems and sustainability. Earthscan from Routledge, Londres et New York, p 382.
- OECD, 2012. Environmental Outlook to 2050, the Consequences of Inaction. OECD publishing.
- OECD, 2018. Perspectives on Global Development 2019: Rethinking Development Strategies, éditions OECD, Paris.
- OECD, 2001. OECD Environmental Outlook. Éditions OECD, Paris.
- Pachoud C., Labeyrie V., & Polge E., 2019. Collective action in Localized Agrifood Systems: An analysis by the social networks and the proximities. Study of a Serrano cheese producers' association in the Campos de Cima da Serra/Brazil. Journal of Rural Studies, 72, 58-74.
- Paquin R. L. & Howard-Grenville J., 2009. Facilitating regional industrial symbiosis: Network growth in the UK's National Industrial Symbiosis Programme. In F. A. Boons, & J. Howard-Grenville (Eds.). The social embeddedness of industrial ecology, Edward Elgar, London, pp. 103-128.
- Passet R., 1979. L'économie et le vivant. Payot, Paris.
- Pigou A., 1920. The Economics of Welfare. Macmillan, London.
- Pearce D-W, Turner R-K., 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf, London.
- Pearce D. W., Atkinson G. D., 1993. Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of "weak" sustainability. Ecological Economics, 8, 103-108.
- Pham H.V., Kirat Th., Torre A., 2012. Les conflits d'usage dans les espaces ruraux et périurbains. Le cas des infrastructures franciliennes, Economie Rurale, 332, Nov. – Dec., 9 - 30.

- Pont J-C., 2017. Le vrai, le faux et l'incertain : dans les thèses du réchauffement climatique. Jean-Claude Pont, Sierre.
- Polge E. & Torre A., 2017. Territorial governance and proximity dynamics. The case of two public policy arrangements in the Brazilian Amazon. *Papers in Regional Science*, 97(4), 909- 929.
- Porter M. E., 2000. Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15-34.
- Preston F., 2012. A global redesign? Shaping the circular economy. The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, Briefing paper, London, p. 19.
- Rees W., Wackernagel M., 1996. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable-And why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4-6), 223-248.
- Ren Y., 2007. The circular economy in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, vol. 9, n° 2, p. 121-129.
- Rist G., 1996. Le développement, Histoire d'une croyance occidentale, Paris, Presses de Sciences Politiques, 2ème édition 2001.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin S.F., Lambin E. F., Foley J.A., 2009. À safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475.
- Ruffieux, 1991. Microsystème d'innovation et formes spatiales du développement industriel, p 373-382, in ARENA R. et ali, *Traité d'économie industrielle*, Economica, Paris.
- Schalchli P., Maillefert M., 2010, « Pré-requis pour la construction d'une méthodologie pour l'implantation d'une démarche d'écologie industrielle à l'échelle d'un espace territorial », in Maillefert M., Petit O., Rousseau S. (coord), *Ressources, territoires, patrimoines et développement durable*, Bruxelles, Peter Lang, coll., « Ecopolis » n° 10, p. 45-68.
- Soland, M., Steimer, N., & Walter, G., 2013. Local acceptance of existing biogas plants in Switzerland. *Energy Policy*, 61, 802-810.
- Stahel, W.R., 1982. The product life factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector, Houston Area Research Center.

- Stahel, W.R., 2013. Policy for material efficiency-sustainable taxation as a departure from the throwaway society. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. A* 371 (1986).
- Stern D. I., 1997. Limits to substitution and irreversibility in production and consumption: A neoclassical interpretation of ecological economics. *Ecological Economics*, 21, 197-215.
- Tegou L-I, Polatidis H, Haralambopoulos DA (2010) Environmental management framework for wind farm siting: methodology and case study. *J Environ Manag* 91(11), 2134–2147.
- Ter Wal A., Boschma R., 2009. Applying Social Network Analysis in Economic Geography: Framing Some Key Analytic Issues. *The Annals of Regional Science* 43(3), 739-756.
- Theys J., 2014. Le développement durable face à sa crise : un concept menacé, sous-exploité ou dépassé ? *Développement durable et territoires*, 5(1)
- Torre A., 2009. Retour sur la notion de Proximité Géographique. *Géographie, économie, société*, 1 (11), 63 à 75.
- Torre A., 2018. Les moteurs du développement territorial. *Revue d'économie régionale et urbaine*, vol. 4, p. 711-736.
- Torre A., Beuret J.E., 2012. *Proximités Territoriales*. Collection Anthropos, Ballan-Miré.
- Torre A., Dermine-brulot S., 2019. L'économie territoriale circulaire. Un pas vers la soutenabilité des territoires ? *Systèmes alimentaires / Food Systems*, 4, 27-47.
- Torre A., Pham H.V., Simon A., 2015, The ex-ante impact of conflict over infrastructure settings on residential property values in Paris's suburban zones, *Urban Studies*, Vol. 52(13), 2404–2424.
- Torre, A., Polge, E., Wallet, F., 2019. Proximities and the role of relational networks in innovation: The case of the dairy industry in two villages of the "green municipality" of Paragominas in the Eastern Amazon. *Regional Science Policy & Practice*. 11, 279-294.
- Torre, A., A. Rallet. 2005. Proximity and Localization. *Regional Studies* 39 (1): 47–60.
- Torre A., Wallet F., 2013. Innovation and governance of rural territories, in Coudel E., Devautour H., Soulard C.T., Faure G., Hubert B. (eds), *Renewing Innovation*

- Systems in Agriculture and Food: How to go towards more sustainability?, Wageningen Academic Publishers, 240.
- Torre, A., Wallet, F. (eds.), 2014. Regional development and proximity relations. Edward Elgar Publishing.
- Torre A., Wallet F., 2016. Regional Development in Rural Areas. Analytical tools and Public policies, Springer Briefs in Regional Science, Springer, 110.
- Torre A., Zuideau B., 2009. Les apports de l'économie de la proximité aux approches environnementales : inventaire et perspectives. *Natures Sciences Sociétés*, vol. 4, n° 17, p. 349-360.
- Urbinati, A.; Chiaroni, D.; Chiesa, V., 2017. Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487–498.
- Vasileios Rizos V. R., Katja Tuokko, K. T., Arno Behrens A. B., 2017. The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts. Policy Paper No 2017/8, Centre for European Policy Studies, p. 44.
- Wall D. M., McDonagh S., Murphy J. D., 2017. Cascading biomethane energy systems for sustainable green gas production in a circular economy. *Bioresource Technology*, 243, 1207-1215.
- Wasserman S., Faust K., 1994. *Social network analysis: Methods and applications*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- WWF, 2016. *Rapport planète vivante 2016, risque et résilience dans l'Anthropocène*. WWF International, Gland, Switzerland.
- Zemo K. H., Panduro T. E., Termansen M., 2019. Impact of biogas plants on rural residential property values and implications for local acceptance. *Energy Policy*, 129, 1121-1131.

Titre : L'économie circulaire, une innovation au service du développement territorial ?

Mots clés : Économie circulaire, territorialisation, développement territorial, innovation, gouvernance territoriale

Résumé : L'économie circulaire se présente comme un nouveau modèle économique permettant de faire face aux défis actuels du système économique linéaire. Aujourd'hui reprise dans plusieurs pays comme un levier d'évolution des pratiques et des modèles de développement économique, ses démarches sont de plus en plus expérimentées dans les territoires, dans un contexte de transition socioécologique et énergétique. L'objectif de la thèse est de déterminer dans quelle mesure l'économie circulaire peut constituer, par son caractère innovant, une opportunité pour les territoires de mettre en oeuvre des processus de développement territorial. Le cadre d'analyse mobilise différentes théories et méthodes quantitatives et qualitatives dans le but de mieux comprendre les implications de l'ancrage territorial et l'importance des dispositifs de gouvernance pour la mise en place des stratégies d'économie circulaire sur les territoires.

Les résultats montrent une croissance locale de l'économie circulaire, en phase avec les enjeux de plus en plus importants en termes de politiques publiques en faveur de l'emploi et de compétitivité de l'économie. Ils indiquent que le défi actuel n'est pas seulement une question d'innovations technologiques autour de l'efficacité des ressources et de la création de valeur, mais aussi d'hybridation des actions et de capacité à faire coopérer des parties prenantes variées pour la mise en oeuvre d'externalités territoriales positives. L'exemple de la méthanisation permet de mettre en évidence le rôle du contexte local dans la capacité à générer ces activités nouvelles qui, par leurs vertus économiques et sociales contribuent à créer de nouveaux liens et des processus durables, grâce à l'activation ou au renforcement des proximités et de leurs potentiels.

Title: The circular economy, an innovation for territorial development?

Keywords : Circular economy, territoriality, territorial development, innovation, territorial governance

Abstract: The circular economy has emerged as a new economic model to face the current challenges of the linear economic system. Today, it has been adopted in several countries as a lever for changing practices and models of economic development, its approaches are increasingly being tested in the territories, in a context of socio-ecological and energy transition. The objective of the thesis is to determine to what extent the circular economy can constitute, by its innovative character, an opportunity for territories to implement territorial development processes. The analytical framework is based on different theories and quantitative and qualitative methods in order to better understand the implications of territorial anchoring and the importance of governance mechanisms for the implementation of circular economy strategies in territories.

The results show a local growth of the circular economy, in line with the increasingly important issues at stake in terms of public policies for employment and competitiveness of the economy. They indicate that the current challenge is not only a question of technological innovations around resource efficiency and value creation, but also of hybridisation of actions and the ability to involve various stakeholders to cooperate for the development of positive territorial externalities. The example of methanisation highlights the role of the local context in the capacity to generate these new activities which, through their economic and social virtues, allow the creation of new links and sustainable processes, thanks to the activation or reinforcement of proximities and their potential.