

Appel à candidature pour une thèse de doctorat

Scénarios de valorisation des déchets à horizon 2050: proposition d'un modèle multi-agent de simulation prospective pour l'analyse environnementale de filières sociotechniques territoriales contrastées

Le sujet de thèse de doctorat décrit ci-après s'inscrit au sein d'un bouquet de thèses dont le but est de construire une approche scientifique pluridisciplinaire pour aborder l'enjeu sociétal « Economie circulaire », identifiée comme un enjeu prioritaire par les 4 établissements du Collège d'Ingénierie Lyon Saint-Etienne (Centrale Lyon, ENTPE, INSA Lyon, Mines Saint-Étienne) et par l'Université Jean Monnet Saint-Étienne, qui soutiennent financièrement les thèses formant ce bouquet 2026.

Le bouquet de thèses 2026 regroupe 6 sujets qui abordent des questions scientifiques variées associées à cet enjeu sociétal « Economie circulaire » :

- SMART-PLAST – Systèmes de Mesures Avancées et Rétroaction par IA pour l'identification, le Tri et le désencrage des films PLASTiques pour optimiser leur recyclage
- Eco-conception de films épais à base de chitosane : de la formulation à la mise en forme pour les laboratoires sur puce (ECO-LOC)
- **Scénarios de valorisation des déchets à horizon 2050 : proposition d'un modèle multi-agent de simulation prospective pour l'analyse environnementale de filières socio-techniques territoriales contrastées**
- Orchestrer la boucle du réemploi du verre : optimisation multi-échelons des opérations logistiques
- L'empreinte environnementale associée à la mobilité et au logement des ménages – de son estimation à l'analyse des facteurs socioéconomiques et territoriaux explicatifs de son niveau
- Transfert de puissance électromagnétique sans fil, impact écologique et économie circulaire : vers une analyse du cycle de vie paramétrique et prospective

Ces thèses rassemblent au total 17 encadrants rattachés à 10 laboratoires du site Lyon Saint-Etienne (Ingénierie des Matériaux Polymères, Laboratoire Hubert Curien, Institut des Nanotechnologies de Lyon, Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes, Centre d'Innovation en Télécommunications et Intégration, Laboratoire Ampère, Laboratoire d'Information, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes, Laboratoire Environnement Ville Société, Laboratoire Decision and Information Systems for Production systems, Laboratoire Aménagement, Economie, Transports) dont les 5 établissements financeurs sont tutelles. Les 6 doctorants recrutés au titre de ce bouquet seront inscrits dans 5 Écoles Doctorales du site : Sciences Ingénierie Santé (ED 488), Matériaux (ED 34), Informatique Mathématiques (ED 512), Sciences Sociales (ED 483), Electronique, Electrotechnique et Automatique (ED 160).

Les équipes (doctorants et leurs encadrants) impliquées dans ces 6 thèses forment une communauté scientifique pluridisciplinaire : des échanges réguliers entre ces équipes se dérouleront tout au long des 3 années du parcours doctoral, notamment sous la forme de séminaires communs permettant de développer l'approche systémique pluridisciplinaire propre au bouquet et d'enrichir les compétences disciplinaires des équipes dans un esprit de partage et d'apprentissage. Les mémoires de thèses produits à l'issue du parcours doctoral reflèteront également le positionnement original des travaux de thèse au sein d'un bouquet en incluant un chapitre qui développera l'analyse de l'impact des travaux réalisés sur l'enjeu « Economie Circulaire ».

Contexte applicatif et objectif de la thèse

La valorisation des déchets répond à un double enjeu de réduction d'impact associée à la gestion des matières en fin de vie et de relocalisation des métabolismes des territoires, en permettant d'exploiter des ressources de proximité qui peuvent se substituer à des matières non-renouvelables ou des énergies fossiles. A ce titre, elle est au cœur des politiques publiques et des stratégies industrielles visant la mise en place de filières d'approvisionnement davantage « circulaires ».

Des travaux en géographie et en sociologie des organisations montrent que l'application des dispositifs de la loi AGEC dans les territoires, comme le tri à la source pour les biodéchets ou la mise en place des filières Responsabilité Élargie des Producteurs (REP) pour les textiles, occasionnent des mises en tension autour de l'accès aux ressources-déchets, entre différents types de filières de récupération et de traitement (Bahers and Giacchè, 2018; Wiart et al., 2025). Sur l'exemple des biodéchets, on retrouve des filières de proximité (compostage individuel, de quartier), parfois en compétition avec des filières industrielles de méthanisation (Bahers and Giacchè, 2018). Pour les déchets textiles, les filières réemploi de l'économie sociale et solidaire (ESS) se retrouvent aujourd'hui en difficulté et pourraient également se retrouver en compétition avec le recyclage, plutôt opéré par des acteurs privés (Wiart et al., 2025).

Or, le choix d'orienter les flux de déchets vers l'une ou l'autre (ou plusieurs) de ces filières n'est pas neutre : en parallèle d'implications environnementales, il a aussi des implications de participation citoyenne, de gouvernance des flux et de souveraineté de la matière secondaire dans les territoires, toutes liées au type de technologie choisi (plus ou moins *low-tech* ou *high-tech*). Dans ce contexte, la simulation prospective peut être un outil puissant pour tester différents scénarios et anticiper les conséquences de ces choix.

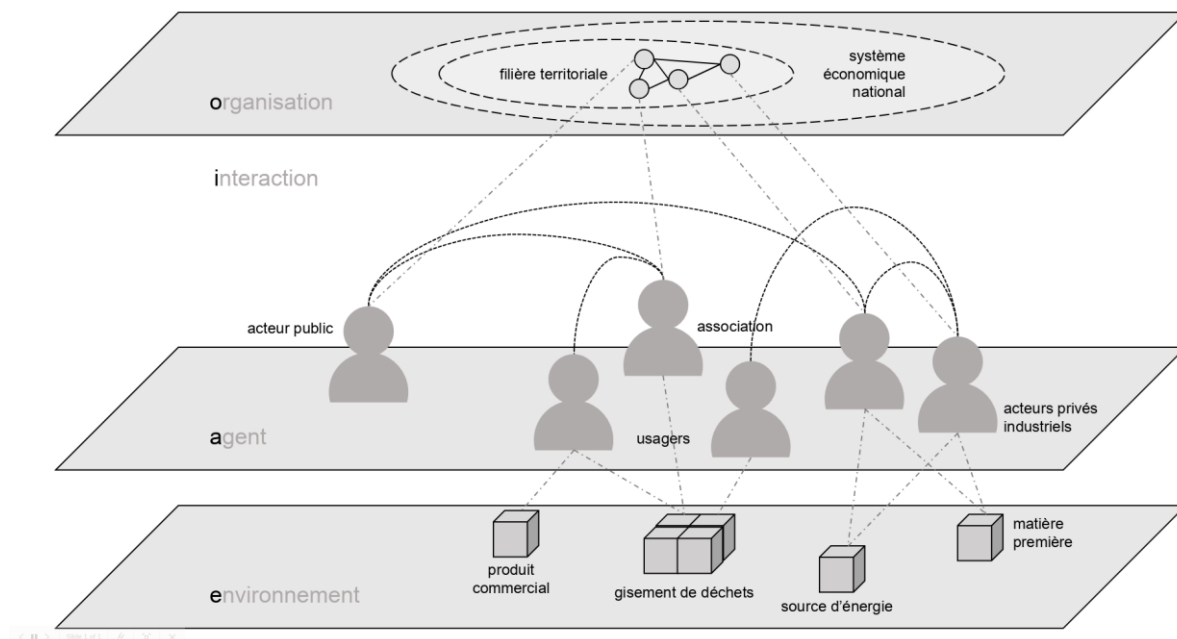
L'objectif de cette thèse est de développer un modèle d'aide à la décision multi-agents pour la planification prospective de filières de gestion des déchets sur un territoire, capable d'intégrer différentes rationalités dans la prise de décision et d'évaluer, de manière dynamique, les conséquences environnementales de ces choix. Ce modèle permettra aux acteurs du territoire d'analyser de manière systémique les effets de différentes politiques publiques et orientations stratégiques en matière de gestion des déchets, de planifier la gestion des compétitions d'usages sur les ressources impliquant des acteurs et filières aux rationalités différentes et d'identifier les filières sociotechniques les plus à mêmes de réduire l'impact environnemental sur le long terme (à horizon 2050).

Pour ce faire, **le cas des gisements biodéchets et déchets textiles** seront choisis comme cas d'étude sur les territoires de Métropole de Lyon et Saint-Etienne Métropole. En particulier, du fait d'un partenariat privilégié avec une entreprise du territoire, **CompostOnd**, les biodéchets seront traités pour le développement du modèle multi-agents. Le cas textile sera utilisé pour tester et valider le modèle sur d'autres types de filières. Ce choix s'explique i) du fait de l'enjeu socio-environnemental que la valorisation de ces deux gisements représente pour la transition et les territoires, ii) de la structuration même des filières associées, présentant des variantes sociotechniques contrastées permettant d'étudier plusieurs scénarios de filières possibles ainsi que iii) des contacts établis avec des acteurs de ces filières par l'équipe encadrante (CompostOnd pour les biodéchets, Tissons la solidarité, Refashion pour les textiles).

Proposition scientifique

Afin de répondre à l'objectif mentionné, le/la doctorant.e développera un modèle de simulation multi-agents prospective, qui aura pour fonction de simuler l'évolution de la gestion des biodéchets et des déchets textiles, en intégrant des rationalités d'acteurs reflétant diverses orientations (ou rationalités) socio-techniques. Ces rationalités sont appréhendées de manière holistique, c'est à dire comme ne dépendant pas que des individus mais de contextes politique, réglementaire, économique qui évoluent ; et de facteurs endogènes au territoire comme la pré-existence d'infrastructures de traitement, de tissus industriel et associatif spécifiques. Le choix d'un système multi-agents est justifié par sa capacité à modéliser l'ensemble d'une filière à travers quatre niveaux d'abstraction : i) un ensemble hétérogène d'acteurs, ii) un territoire aux ressources limitées et géographiquement contraintes, iii) des interactions régulées, par exemple par les marchés ou la présence d'infrastructure pré-existantes, et iv) un cadre réglementaire guidant ou contraignant les acteurs. Dans le cadre de la modélisation multi-agent, ces quatre niveaux d'abstraction correspondent respectivement à la décomposition en voyelle proposée par (Demazeau, 1995): a(gent), e(nvironnement), i(nteraction) et o(rganisation).

Ce système multi-agents sera couplé à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) afin d'estimer les impacts environnementaux des scénarios proposés par le modèle, qui constitueront à la fois un de ses résultats et une donnée d'entrée pour les agents.



Profil du/de la candidat.e recherché.e :

Le ou la candidat.e devra avoir de solides compétences en programmation et des connaissances en modélisation et simulation dynamique de systèmes complexes. Des compétences spécifiques en simulation basée agent seraient un plus.

Des connaissances sur le contexte réglementaire, institutionnel, économique etc. de la gestion des déchets en France et/ou dans des approches de modélisation prospective seraient appréciées, même si non rédhibitoires car l'équipe d'encadrement sera à même d'accompagner la personne recrutée dans la compréhension de ces aspects de la thèse. Le ou la candidat.e devra montrer un intérêt pour les problématiques environnementales. La connaissance de la méthodologie ACV serait également un plus (mais non rédhibitoire).

On attend de bonnes capacités de synthèse, de rédaction et de communication. Vous devrez savoir travailler en équipe en étant tout de même autonome sur votre travail. La spécificité de cette thèse, intégrée dans le Bouquet de thèses E@sily mentionné plus haut, implique que la personne recrutée aura une appétence ou un intérêt à travailler dans un contexte pluridisciplinaire et à co-animer un collectif de doctorants travaillant sur le thème de l'économie circulaire.

Niveau de français requis: Intermédiaire supérieur: Vous pouvez utiliser la langue de manière efficace et vous exprimer précisément. Niveau d'anglais requis: niveau B1 minimum

Modalités de fonctionnement de la thèse :

La thèse est par construction multidisciplinaire, mobilisant des enseignants-chercheurs de deux disciplines, rattachés à deux départements de l'Institut Fayol : département ISI – Informatique et Systèmes Intelligent, et le département GEO – Génie de l'Environnement pour les Organisations. L'ancrage disciplinaire sera les sciences informatiques, appliquée à une problématique issue des sciences de l'environnement.

Le directeur de thèse sera Flavien Balbo (département ISI). Les co-encadrants de thèse seront Victor Charpenay (département ISI), Audrey Tanguy (département GEO) et Vincent Jourdain (département GEO).

La thèse sera basée à Mines Saint-Etienne, Institut Henri Fayol, département Informatique et Systèmes Intelligent. ED SIS 488

Laboratoire d'appartenance : UMR 6158 LIMOS

International : une mobilité internationale de 3 à 6 mois est à prévoir pendant la durée de la thèse

Salaire : Salaire brut mensuel de 2310€ donc un net de 1856€

Démarrage prévu en septembre ou octobre 2026

Modalités de candidature :

Les candidatures doivent comprendre :

- CV + lettre de motivation
- Notes du parcours académique des deux dernières années
- Contact d'au moins une personne référence (tuteur stage master par exemple).

A envoyer à l'adresse **candidature_these2026@proton.me** et mettre en sujet du mail: « Candidature thèse 2026 » au plus tard le 20 février 2026. Les entretiens se tiendront fin février, début mars.

Pour tout renseignement complémentaire : contacter victor.charpenay@emse.fr ou audrey.tanguy@emse.fr