

DESCRIPTIF DU SUJET ET ARGUMENTAIRE DU DIRECTEUR DE THESE

Nom et prénom du directeur de thèse : ANTCZAK Emmanuel

Adresse mail du directeur de thèse : emmanuel.antczak@univ-artois.fr

Téléphone du directeur de thèse : 06.21.28.82.89

Date d'obtention de l'HDR : 27 Janvier 2005

Nom et prénom co-encadrants : BATAILLE Alain
CHAMOIN Julien

Adresse mail co-encadrants : alain.bataille@univ-artois.fr
julien.chamoin@junia.com

Téléphone des co-encadrants : 03.21.63.71.84 (Dr BATAILLE)
03.28.38.48.58 (Dr CHAMOIN)

Dossier soumis par : FUPL

Intitulé du sujet de thèse (en français) : Mise en place des indicateurs de suivi et un outil de valorisation de la performance de l'économie circulaire dans les bâtiments

Résumé du sujet de thèse (Décrire en français les objectifs visés en 1500 caractères maximum)

Le concept d'économie circulaire promet une alternative à l'économie linéaire actuelle de "prendre-faire-utiliser-disposer". L'économie circulaire est un système réparateur et régénérateur dans lequel l'utilisation des ressources, les déchets et les émissions sont minimisés en réduisant, en ralentissant (utilisation prolongée dans le temps) et en recyclant les boucles de matériaux. L'économie circulaire est opérationnalisée par des stratégies telles que la réutilisation, la réparation, la remise à neuf, le recyclage et la récupération. En plus, de nombreux indicateurs de circularité ont été développés, mais de manière incohérente quant à leurs champs d'application et leurs objectifs. Pourtant, le manque de connaissances académiques et scientifiques sur les indicateurs de l'économie circulaire constitue un obstacle au développement de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment.

L'économie circulaire doit évoluer vers une réflexion généralisée à l'échelle du bâtiment dès sa phase de conception (eco-conception) et ainsi valoriser les études portées à l'échelle des matériaux. L'émergence des labels vont dans ce sens mais il n'existe pas d'études ou d'analyses scientifique afin de classer la conception d'un bâtiment et ainsi orienter l'industrie de la construction sur plusieurs indicateurs pertinents. Dans cette optique, cette solution nécessite la valorisation et l'optimisation de la fin de vie d'un bâtiment dès la conception en intégrant la démontabilité et la déconstructibilité, ainsi que l'évolutivité du bâtiment pour faciliter les changements d'usages ou d'affectation des espaces par exemples

DESCRIPTIF DU SUJET (en 3 pages minimum)

1) Le sujet de recherche choisi et son contexte scientifique et économique :

À l'échelle mondiale, les bâtiments sont responsables de 40% de tous les déchets générés (en volume), de 40 % de l'utilisation de toutes les ressources matérielles (en volume) et de 33 % de toutes les émissions d'origine humaine. Dans le même temps, une grande quantité de tous les matériaux jamais extraits dans l'histoire de l'humanité sont situés dans l'environnement bâti, ce qui suggère que les bâtiments deviendront un important stock temporaire de matériaux pour répondre à la demande future. L'utilisation inefficace de matériaux non renouvelables entraînera presque certainement un épuisement important des ressources naturelles. Par conséquent, l'Union européenne vise des bâtiments à zéro (émissions) nettes d'ici 2050.

Le concept d'économie circulaire promet une alternative à l'économie linéaire actuelle de "prendre-faire-utiliser-disposer". L'économie circulaire est un système réparateur et régénérateur dans lequel l'utilisation des ressources, les déchets et les émissions sont minimisés en réduisant, en ralentissant (utilisation prolongée dans le temps) et en recyclant les boucles de matériaux. L'économie circulaire est opérationnalisée par des stratégies telles que la réutilisation, la réparation, la remise à neuf, le recyclage et la récupération. En plus, de nombreux indicateurs de circularité ont été développés, mais de manière incohérente quant à leurs champs d'application et leurs objectifs. Pourtant, le manque de connaissances académiques et scientifiques sur les indicateurs de l'économie circulaire constitue un obstacle au développement de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment.

Malgré l'intérêt croissant pour l'économie circulaire ces dernières années, la majorité des nouveaux projets de construction s'oriente uniquement vers le concept de réemploi à l'échelle du produit et non pas à l'échelle du bâtiment. Ce manque d'orientation vers l'économie circulaire à l'échelle du bâtiment conduit à la question suivante : dans quelle direction l'industrie du bâtiment évolue-t-elle réellement en termes de conception et de construction de bâtiments pour l'économie circulaire ?

En conséquence, l'objectif principal de cette thèse de doctorat est la mise en place d'une méthode d'éco-conception basée sur le principe de l'économie circulaire et appliquée dans le secteur du bâtiment. Le principe de cette méthode d'éco-conception est le potentiel du recyclage d'une construction sans se limiter à celui des déchets (réemploi des matériaux). Dans cette optique, cette solution nécessite la valorisation et l'optimisation de la fin de vie d'un bâtiment dès la conception en intégrant la démontabilité et la déconstructibilité, ainsi que l'évolutivité du bâtiment pour faciliter les changements d'usages ou d'affectation des espaces, tout en se préoccupant de l'adaptation des constructions aux évolutions climatiques et météorologique.

2) L'état du sujet dans le laboratoire d'accueil.

Ce projet s'intègre dans les activités de recherche des équipes ER2 Matériaux Innovants et ER5 Ville Intelligente du LGCgE. Elle se situe dans la continuité des travaux et réflexions sur l'intégrations de matériaux innovants au sein de bâtiments intelligents au sein d'une ville intelligente initiés depuis une dizaine d'années par plusieurs thèses et projets de recherche postdoctorale en cours notamment en lien avec les projets SBnodesSG ainsi que la chaire industrielle VINCI-JUNIA. Le regroupement des compétences de ces deux équipes de recherche au sein de l'équipe encadrante de cette thèse est un point particulièrement fort et pertinent du projet et s'intègre dans la volonté du LGCgE de réaliser des travaux de recherche transdisciplinaires entre Equipes.

Le projet sera dirigé par 3 chercheurs faisant partie de 2 établissements du LGCgE dont un Professeur des Universités Emmanuel ANCZAK (ER5 – Université d'Artois) et 2 enseignants-chercheurs (Alain Bataille (ER2 – Université d'Artois) et Julien Chamoin (ER5 - Junia)).

3) 4) Les objectifs visés, les résultats escomptés et Le programme de travail avec les livrables et l'échéancier prévisionnel.

Ce travail de thèse de doctorat consiste à élaborer des indicateurs de suivi et un outil de valorisation de l'économie circulaire des bâtiments. La mesure d'utilisation du taux optimal des matériaux dans la construction ainsi que l'intégration des notions de réparation, de réhabilitation, de modularité et réemployabilité seront étudiées. Une méthode d'éco-conception du bâtiment doit être établie dans ces travaux. Cette méthode développée doit être basée sur des indicateurs labélisés et l'analyse de cycle de vie du bâtiment. Elle prendra en compte l'intégration et l'optimisation des besoins et les potentialités de mutualisation pour développer l'économie de la fonctionnalité du bâtiment.

Ce travail de recherche de thèse de doctorat consiste à élaborer une méthode d'éco-conception et de valorisation de l'économie circulaire dans les bâtiments. Pour cela, il sera nécessaire de :

- 1- Réaliser avec une étude bibliographique étendue sur les différents aspects de l'économie circulaire dans le bâtiment :

Bilan carbone, matériaux ou matériels installés, écoconception du bâtiment, Analyse de cycle de vie (ACV), fonction du bâtiment et changement d'usages, réglementations, indicateurs et labels existants, ...
- 2- Identifier, élaborer et valider les indicateurs pertinents de suivi et de valorisation de la performance de l'économie circulaire du bâtiment :
 - Faire un état des lieux de la prise en compte de l'économie circulaire dans le secteur de la construction.
 - Identifier les indicateurs en appliquant les méthodes de prise de décision multicritères : utilisation de la méthode CBA (Choosing By Advantages)
 - Développer et valider un outil opérationnel et méthodologiques afin de traduire et quantifier la performance d'économie circulaire d'un bâtiment.
 - Proposer la présentation de résultats sous forme graphique (Radar, ...)
- 3- Réaliser une étude de cas (scénario d'un bâtiment tertiaire) :
 - Etudier le scénario d'un bâtiment tertiaire en utilisant la méthode d'éco-conception développée
 - Etudier l'impact environnemental et économique de cet outil

4) Les collaborations prévues

Les deux équipes de recherche (ER2 et ER5) associées à ce projet développent depuis plusieurs années des collaborations variées et complémentaires dans le domaine des matériaux innovants et dans la conception de bâtiments intelligents.

Les collaborations fortes et régulières entre JUNIA et les entreprises et VINCI ENERGIE ont permis de réaliser différentes études

De nombreux travaux de thèse ont été soutenus dans ces domaines très souvent avec une collaboration forte avec le monde socio-économique impliquant plusieurs industriels (VINCI CONSTRUCTION France, VINCI energie, Projex, ...). Afin de renforcer ses activités de recherche, JUNIA HEI collabore avec différentes équipes de recherche tant du secteur public que privé en particulier avec l'université d'Artois. Dans le cadre de ce projet, une collaboration est prévue avec Vinci Construction France et Vinci Energies. Ce projet s'inscrit à la suite de travaux de recherche réalisés au sein de la chaire SBnodesSG. Le développement d'une écoconception de bâtiment permet de traiter les problèmes de ressources (matériaux) et ainsi sur l'efficacité énergétique durant la durée de vie du bâtiment dans le but de réduire l'impact environnemental. Ce projet permettra de renforcer le lien historique qui existe entre VINCI et JUNIA tout en s'assurant un

transfert de technologie à la société à travers des dépôts de brevets ou création de startups. Il permettra également de développer un outil viable par l'entreprise sur la conception de ses futurs bâtiments. Par ailleurs, les différents résultats de ces travaux seront valorisés sous forme de communications, d'articles de review, conférences nationales et internationales au sein de la communauté scientifique dans un objectif d'accroissement de la visibilité internationale de notre institution d'Enseignement et de Recherche.

5) Une liste de 10 publications maximum portant directement sur le sujet en soulignant celles du laboratoire.

1. Colli, C., Bataille, A., Antczak, E., Investigating eco-efficiency procedure to compare refurbishment scenarios with different insulating materials, Procedia CIRP, Volume 90, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.002>
2. Colli, C., Bataille, A., Antczak, E., Whole-Life Costing of a French Single-Family House Refurbishment: The "bat-Eco2" case study, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 323, Issue 1, 5 September 2019, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012164>
3. Abdellatif, M., Chamoin, J., Nianga, J.-M., Defier, D., A thermal control methodology based on a machine learning forecasting model for indoor heating, Energy and Building, 2022, 255, 111692, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111692>

ARGUMENTAIRE DU DIRECTEUR DE THESE

En quoi le sujet répond à l'un au moins des critères de priorisation de la Région ?

Le sujet de thèse est en adéquation avec les attentes de la région Hauts-De-France. En effet ce travail cherche à valoriser un partenariat entre JUNIA et VINCI (Sogea Caroni (VCF) et Vinci Energie) et ainsi maintenir et développer une thématique forte au sein d'un laboratoire de la région le LGCgE.

Le projet est s'intègre parfaitement avec les défis sociétaux tel que l'Energie, le changement climatique et ressources énoncées par H2020. De plus, ce projet s'intègre dans l'axe 3 du programme opérationnel régional FEDER-FSE-IEJ Nord-Pas de Calais 2014-2020 que ce soit sur l'aspect préservation des ressources, réduction de la consommation ou encore sur la limitation de l'impact. Le projet s'intègre également sur la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) afin de soutenir la transition vers une économie à faible émission de carbone dans l'ensemble des secteurs

Enfin, ce thème de recherche est également important pour Dr CHAMOIN Julien qui vise à préparer et soutenir son Habilitation à Diriger des recherches (HDR) sur la thématique de la réduction du bilan carbone des bâtiments.

En quoi le sujet participe à la structuration de la recherche en Région ?

Ce sujet fait suite à des travaux réalisés dans le cadre de la chaire SBnodesSG (2017-2021) qui a été financée par la MEL, Junia et un consortium de 9 entreprises (Vinci Construction France et Vinci Energie en faisaient partie). Cette chaire s'inscrivait dans le cadre d'un programme de chaire industrielle mené par la MEL et répondait à une réflexion plus large menée par la région dans le cadre de la TRI (2013 - Troisième Révolution Industrielle portée par Jeremy Rifkin) et également le parlement du Savoir a proposé que les Universités régionales s'engagent dans le projet "Université zéro carbone".

En termes de structuration de la recherche régionale, le projet renforcera la collaboration de chercheurs issus d'équipes de recherche multidisciplinaires issus du LGCgE et des experts industriels de deux entreprises du groupe VINCI. Les travaux initiés dans ce projet permettront de construire des expertises de recherche interdisciplinaires, qui bien sûr seront mises au service du tissu économique régional, ainsi que des formations académiques des établissements impliqués. A moyen terme, l'objectif de ces travaux est d'acquérir un savoir scientifique qui permettra de développer les solutions retenues au cœur des démonstrateurs de l'Université Catholique de Lille, au cœur de bâtiments utilisés au quotidien par des milliers d'utilisateurs. Ce projet participera à l'effort du campus de tendre vers une neutralité carbone. Il s'intégrera dans l'une des transitions portées par JUNIA : « Transition Environnementale et Urbaine ».

En quoi le sujet s'inscrit dans les priorités du cofinanceur sollicité ?

Le sujet de recherche s'inscrit dans l'axe thématique « villes et territoires durables » avec une contribution aux développements de bâtiments performants énergétiquement par le développement et à la conception d'un outil innovant. Le plan de financement visé sera un cofinancement à hauteur de 50% par la Région.

Ce projet est porté un partenariat de chaire Industrielle et de recherche entre VINCI (représenté par Vinci ENERGIE (CEGELEC) et VINCI CONSTRUCTION France (SOGEA CARONI)) et JUNIA.

Les résultats de cette étude contribueront à l'accroissement tant sur le plan national qu'international de ces trois partenaires et ainsi participera à la transition bas carbone que souhaite développer VINCI et JUNIA. Comme indiqué plus haut, Le projet est porté par Dr Julien CHAMOIN qui vise à soutenir d'Habilitation à diriger des Recherches (HdR) sur la réduction du bilan carbone des bâtiments. D'autres part, ce projet est directement en lien avec les priorités de recherche de la Région Hauts de France.

En quoi le sujet pourrait être valorisé dans un cadre national, européen, international ?conférences, publications

Ce projet s'intègre dans une démarche partenariale entre deux entités de VINCI et JUNIA. Cette chaire de recherche s'intègre dans le cadre du renouvellement du parc immobilier de JUNIA et financera des développements et études (numériques, expérimentales, ...). Ce travail sera régulièrement soumis au monde scientifique (congrès, article de revue avec comité de lecture, ...). Des accords de partage de la propriété intellectuelle ont déjà été mis en place entre les établissements participants au sujet de recherche présenté.

Les développements issus de ce projet pourront venir enrichir les différents démonstrateurs situés sur le Campus de JUNIA LILLE et de l'Université Catholique de Lille, pour les faire évoluer vers des Smart Buildings, au cœur de bâtiments neufs et anciens (rénovés ou pas) ou encore de réaliser des études sur un quartier entier (notion de SmartCities). Ces sites démonstrateurs sont des laboratoires à l'échelle 1 et des lieux de vie ainsi les chercheurs et ingénieurs des établissements, pourront intégrer des projets de recherche et d'innovation d'envergures internationaux (projet eBalance+ par exemple). Ce projet est ensuite une opportunité de développer des expertises interdisciplinaires, théoriques et expérimentales, qui pourront, à terme, être mises au service de partenaires économiques régionaux et nationaux, et diffusées auprès des étudiants de nos établissements de formation, les formant ainsi à des technologies qui contribueront à la mise en oeuvre de la transition énergétique de nos territoires.

Quelles sont les perspectives de valorisation, de transfert et d'innovation sur le territoire des Hauts-de-France ?

Ce projet possède un fort potentiel de valorisation industrielle et académique : Le développement et l'optimisation d'un outil d'ECOCONCEPTION va venir contribuer et enrichir la littérature scientifique. Il existe peu d'études intégrant l'économie circulaire de façon globale au sein du bâtiment et de sa conception.

Notre objectif reste donc de développer le savoir-faire régional sur l'écoconception des bâtiments. Ce travail de recherche va donc pouvoir intéresser dans un premier temps un des partenaires industriels puis dans un second temps l'ensemble des acteurs participants à la conception de bâtiments neufs. Le public cible est donc principalement constitué des entreprises de la filière bâtiment. Les résultats seront diffusés lors de conférences mais aussi lors de journées thématiques de sensibilisation pour professionnels et grand public. La vulgarisation de ces recherches pourra être envisagée grâce à la mise en place de nouvelles formations ou grâce aux Journées de la Science, Printemps des Sciences et autres manifestations.

Le sujet peut-il ou non contribuer à la Troisième Révolution Industrielle (TRI) ?

Notre projet vient s'appuyer sur différents enjeux majeurs de la troisième révolution industrielle tels que les enjeux environnementaux, sociétaux et économiques. Notre projet vise à réduire la tension sur les matériaux de construction par l'intégration de circularité dès la conception des bâtiments. Cette Eco-Conception permettra de contribuer à la réduction du bilan énergétique et du bilan carbone des bâtiments.

Le sujet peut-il contribuer à développer la bioéconomie en région ?

Le projet, en intégrant l'économie circulaire et la conception des bâtiments, permettra de réduire la tension sur les matériaux et donc participera directement et indirectement à l'ambition suivante : « Structurer et mettre en place durablement une filière de matériaux biosourcés en Hauts-de-France ».

Le sujet peut-il contribuer à développer l'intelligence artificielle ?

L'étude et la conception systématique de bâtiment via l'outil qui sera développé contribuera à court et long terme à des analyses de données afin d'optimiser encore d'avantage l'écoconception de bâtiments. En effet, afin de réaliser au mieux les choix et conceptions, il sera indispensable de rassembler différentes bases de données (labels, matériaux, ...) issus de différents organismes afin d'en ressortir une analyse poussée et la plus pertinente possible. L'analyse et les interprétations de cette masse de données ne peut être réalisée que par une IA accompagnés de connaissances scientifiques.

Fait à, Lille

Le 14 Décembre 2021

Prénom, Nom du Directeur de Thèse
EMMANUEL ANTCZAK

Signature



Emmanuel Antczak