

Intégration du Management de l'Environnement dans une filière d'ingénieur en génie industriel et logistique au Maroc :

Etude de cas réelle pour la gestion des déchets d'un établissement universitaire

Safia Lamrani(*)
safialamrani@gmail.com

Mounia El Haji(*)
m.elhaji@ensem.ac.ma

Khadija Echarrafi(*)
khadijacharrafi@gmail.com

My Ali El Oualidi(*)
eloualidi.ali@gmail.com

Ibtissam El Hassani(*)
i.elhassani@ensem.ac.ma

Manale Zouitina(*)
manalezouitina1@gmail.com

Jamal Benhra(*)
jbenhra@ensem.ac.ma

(*)Equipe OSIL ; Laboratoire LRI ; ENSEM
Université Hassan II – Casablanca – Morocco

Résumé — Ce travail décrit une étude de cas réelle d'intégration du Management de l'Environnement dans la formation d'ingénieurs d'Etat en Génie Industriel et Logistique de l'Ecole Nationale supérieure d'électricité et de Mécanique (ENSEM) à Casablanca au Maroc. L'étude s'est focalisée sur l'aspect particulier de la gestion des déchets au sein de l'établissement universitaire. Le principe adopté est principalement celui des 3R (Réduction ; Réutilisation ; Recyclage). L'approche par projet a été adoptée. En plus de l'aspect technique, l'acquisition, par les élèves ingénieurs, de compétences managériales et de communication a été permise grâce à cette approche. Une multitude d'outils inspirés des techniques de l'ingénierie industrielle et logistique a été déployées en réponse des problématiques rencontrées sur le terrain.

Mots Clefs : Gestion des Déchets ; établissement universitaire ; enseignement supérieur ; approche par projet.

Integration of Environmental Management in an industrial and logistic engineer course in Morocco :

Real case study for the waste management of a university institution

Abstract-- This work describes a real case study of integration of Environmental Management in the training of State engineers in Industrial and Logistics Engineering, from the National Superior School of Electricity and Mechanics (ENSEM) in Casablanca to Morocco. The study focused on the particular aspect of waste management within the university institution. The principle adopted is mainly that of 3R (Reduction; Reuse; Recycling). The project approach was adopted. In addition to the technical aspect, the acquisition, by the engineering students, of managerial and communication skills was made possible thanks to this approach. A multitude of tools inspired by industrial engineering and logistics techniques have been deployed in response to the problems encountered in the field.

Keywords: Waste Management; University ; Higher Education ; project approach.

I Introduction

L'éducation est formellement reconnue, au niveau international, comme ayant un rôle important dans la promotion de la protection et de la conservation de l'environnement lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement de Stockholm qui a eu lieu en 1972. Depuis lors, de nombreux établissements d'enseignement supérieur au niveau mondial se sont engagés à intégrer l'éducation environnementale et l'éducation du développement durable dans leurs systèmes académiques [1]–[4]. L'engagement des dirigeants académiques et la collaboration des parties prenantes sont des principales causes de la mise en œuvre du développement durable [5]. Par ailleurs, tandis que plusieurs institutions et établissements d'enseignement supérieur ne prennent pas encore en charge les approches intégratives et interactives [2][6], d'autres universités trouvent nécessaire de développer de nouvelles approches et méthodes susceptibles de combler cette lacune, à savoir apprentissage par projet (APP) [7].

Dans le contexte marocain, l'intégration du développement durable dans l'enseignement supérieur s'inscrit dans le cadre de la Stratégie Nationale de Développement Durable (SNDD) [8]. Cette stratégie a pour vocation le renforcement de l'écocitoyenneté en s'appuyant sur plusieurs piliers en l'occurrence l'instauration des formations aux métiers verts. L'École Nationale Supérieure d'Electricité et de la Mécanique ENSEM, a pris l'initiative par l'insertion des éléments de modules axés sur le développement durable dans toutes ces filières. Néanmoins, étant conscient de l'insuffisance de cette démarche, la filière du Génie Industriel et Logistique a entamé, une expérience pédagogique intégrée pour les élèves-ingénieurs durant la troisième année de leur formation et ce depuis l'année universitaire 2015/2016.

Ce papier propose, via une application sur le terrain, une approche intégrée de l'enseignement du Management de l'environnement dans un établissement d'enseignement supérieur en mettant l'accent sur l'ingénierie. Le cas particulier de la gestion des déchets est traité. La suite du présent document est structurée comme suit : La seconde section comporte les approches pédagogiques et de recherche adoptées lors de ce travail ; la troisième section décrit le déroulement du projet ; les résultats sont discutés dans la section quatre ; et finalement, la section cinq donne une conclusion et ouvre des perspectives.

II approches de l'étude

II.1 Approche pédagogique

Nous adoptons dans ce papier l'approche par projet qui permet à l'apprenant de s'engager pleinement dans la construction de ses savoirs en interaction avec ses pairs et son environnement. Cette approche invite l'enseignant à agir en tant que médiateur pédagogique privilégié entre l'élève et les objets de connaissances que sont les savoirs à acquérir [23].

La pédagogie par projet est devenue une pratique quotidienne dans l'enseignement professionnel et dans l'enseignement supérieur, et elle a été introduite dans d'autres types de filières de certains pays (par exemple en France à travers les travaux personnels encadrés ou les itinéraires de découverte, ou au Québec à l'école primaire et dans l'enseignement secondaire) [24].

La pédagogie par projet n'est pourtant pas nouvelle, puisqu'elle commence à être appliquée au début du XXe siècle, pour revenir dans les années 1960 ou 1970 selon les pays et s'imposer discrètement mais sûrement sur le terrain scolaire ces trente dernières années.

Cet intérêt renouvelé pour la pédagogie par projet s'appuie sur les possibilités qu'elle offre de s'aventurer au-delà des disciplines, et ainsi de mobiliser les compétences transversales des apprenants et de recourir aux technologies de l'information et de la communication à plusieurs niveaux (pour faciliter la recherche d'information, la gestion du projet lui-même ou les

échanges avec les pairs, voire l'auto-évaluation et la co-évaluation) [25]. Cette pédagogie s'inscrit également dans un cadre global d'intégration des initiatives des acteurs autour de leur projet d'établissement, élément incontournable des politiques d'autonomie. Elle cherche enfin à familiariser les élèves à la complexité du monde professionnel actuel, tout en les aidant à construire au fur et à mesure de leur scolarité un projet personnel et professionnel. Pourtant cette méthode pédagogique n'apparaît pas toujours facilement applicable, notamment au niveau du temps et de l'investissement nécessaires à la réalisation du projet. C'est pour cette raison que nous avons lancé notre expérience pédagogique depuis l'année universitaire 2015/2016 via un projet intitulé "Green ENSEM".

II.2 *approche étude de cas*

Dans ce papier nous adoptons l'approche étude de cas. Yin et al. définissent l'étude de cas, d'un point de vue recherche, comme étant : « une enquête empirique qui explore un phénomène contemporain dans son contexte en situation réelle, dans lequel les frontières entre le phénomène et le contexte ne sont pas clairement évident, et dans lequel plusieurs sources de preuves sont utilisées » [9], [10].

II.3 *Approche Lean Six Sigmas DMAICS*

Le projet demandé aux étudiants a suivi une logique DMAICS. Celle-ci est l'approche d'amélioration continue dans les projets de type Lean Six Sigmas. [11], [12], [13]

III **Descriptif du Projet**

Le comité pédagogique de la filière GIL à l'ENSEM a initié, et ce depuis l'année universitaire 2015/2016, une expérience pédagogique pour les élèves-ingénieurs de la filière GIL ENSEM. Les projets durant ces années ont été définis, d'une manière générale, autour de la thématique globale "Green ENSEM", et plus particulièrement autour de la gestion et la valorisation des déchets au sein de l'établissement afin de répondre aux exigences du Système de Management Intégré Qualité Sécurité Environnement (SMI QSE). Cette section décrit le déroulement d'une partie de ce projet réalisée durant le premier semestre de l'année universitaire 2017/2018. L'approche adoptée est l'approche d'amélioration continue DMAICS décrite précédemment.

III.1 *Phase définir*

Il est demandé aux étudiants en troisième année de la filière GIL, de développer et de mettre en place un système de gestion des déchets selon les 3R : Réduction ; Réutilisation ; et Recyclage [14]. Les élèves ingénieurs sont répartis en quatre équipes selon quatre périmètres bien définis de l'École (Tableau. 1). Les parties prenantes sont données dans le Tableau. 2. En préliminaire du projet, les étudiants ont réalisé un diagnostic à l'aide d'une analyse SWOT [15]. Ensuite, l'analyse PESTEL de la Figure. 1 leur a permis d'identifier l'influence que peuvent exercer les facteurs macro-environnementaux et surveiller les risques et opportunités que pourraient rencontrer le projet dans le futur [16]. par ailleurs, il était nécessaire de comprendre le processus selon une vision synthétique au moyen d'un diagramme SIPOC [17] (Tableau. 3). Les besoins fonctionnels du projet sont exposés sur une charte de projet (

Figure. 2) qui servira de référence pour les quatre équipes.

Équipe	1	2	3	4
Périmètre	Hall, administration, salles de cours	Internat garçons, terrains	Restaurant	Internat filles, Hall, buvette

Tableau. 1. Périmètres de l'étude

Étudiants	Personnel	Externe
Tous les étudiants de l'école, filles, garçons, internes, externes.	personnel de la buvette, les femmes de ménage, le responsable du nettoyage des locaux et du jardin.	Étudiants de la formation continue, le corps administratif, les professeurs ...

Tableau. 2. Parties prenantes

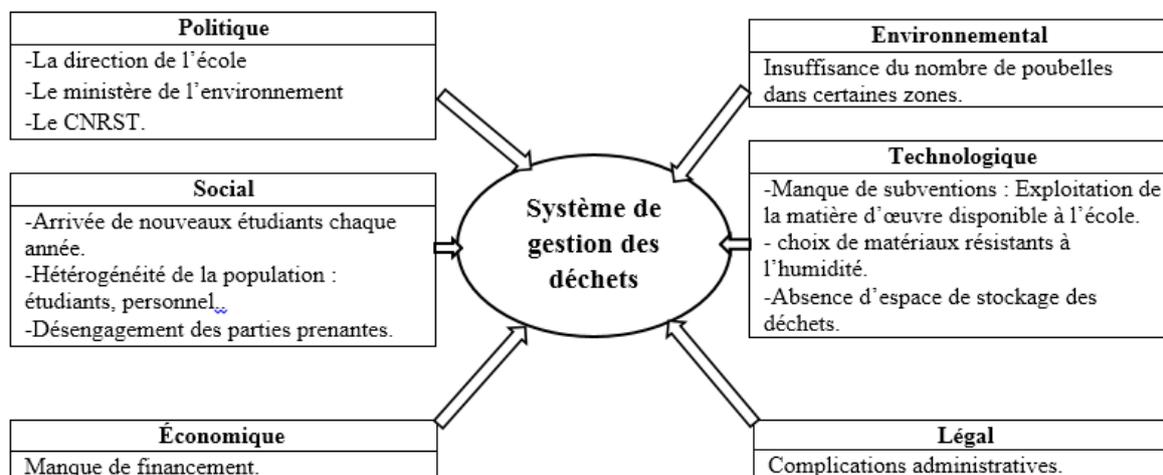


Figure. 1. Analyse PESTEL

Supplier	Input	Process	Output	Customer
-Fournisseurs externes. -Étudiants ENSEM -Étudiants formation continue -Personnel et administratifs. -Personne externe ayant accès à l'école	-Papier -Carton -Déchets organiques -Aluminium -Poubelles vides ...	<div style="text-align: center;"> <p>Réception</p> <p>↓</p> <p>Consommation</p> <p>↓</p> <p>Jet des déchets</p> <p>↓</p> <p>Collecte des déchets</p> <p>↓</p> <p>Conteneurs</p> </div>	-Conteneurs remplis -Poubelles remplies - Déchets collectés en vrac	-Femmes de ménages. -Camion de poubelles. -Personnel buvette -Chargés de nettoyage des locaux et jardins.

Tableau. 3. Diagramme SIPOC

Charte du projet												
<u>Titre du projet</u> : Mise en place d'un system de gestion de déchets dans le cadre du projet Green ENSEM.												
<u>Formulation du problème</u> : La mauvaise gestion des déchets au niveau de l'ENSEM, ainsi que le manque d'engagement de toutes les parties prenantes plus particulièrement les étudiants vis-à-vis de la situation donne lieu à une non valorisation de déchets dans toutes les zones de l'établissement												
OOQQCP												
Qui ? Toutes les parties prenantes (étudiants, personnels, administration)												
Quoi ? Manque d'implication et d'intérêt des parties prenantes												
Où ? ENSEM												
Quand ? Au cours de se dernières années												
Comment ?												
<ul style="list-style-type: none"> ☉ Sensibiliser de l'importance de la cause défendue et convaincre les parties prenantes de la nécessité de prendre des mesures au plus vite en vue d'atteindre le zéro déchet à la décharge ☉ Tri à la source ☉ Trouver des parties externes capables de contribuer au projet 												
Pourquoi ?												
<ul style="list-style-type: none"> ☉ Assurer le zéro déchet à la décharge ☉ Instaurer une culture écoresponsable ☉ Améliorer les conditions de vie des étudiants de l'ENSEM. ☉ Encourager le teamworking en vue d'atteindre le Common good de toutes les parties prenantes 												
Groupe de travail : Équipes 1, 2, 3 et 4												
Nom						Tel						
Planification												
Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Définir												
Mesurer												
Analyser												
Innover												
Contrôler												

Figure. 2. Charte de projet

III.2 Phase Mesurer et Analyser

Un diagnostic de l'état des lieux est réalisé pour quantifier les déchets de chaque périmètre. De plus, une cartographie des flux physiques a été réalisée. De même qu'un questionnaire destiné à l'équipe du nettoyage. Les étudiants ont collecté les déchets depuis les poubelles des périmètres de l'étude et ont procédé par la suite à une quantification en Kg des déchets générés pendant deux mois. La Figure. 3 donne les résultats de cette mesure. L'analyse des causes racine est faite via un diagramme ISHIKAWA donné dans la figure 4 [18].

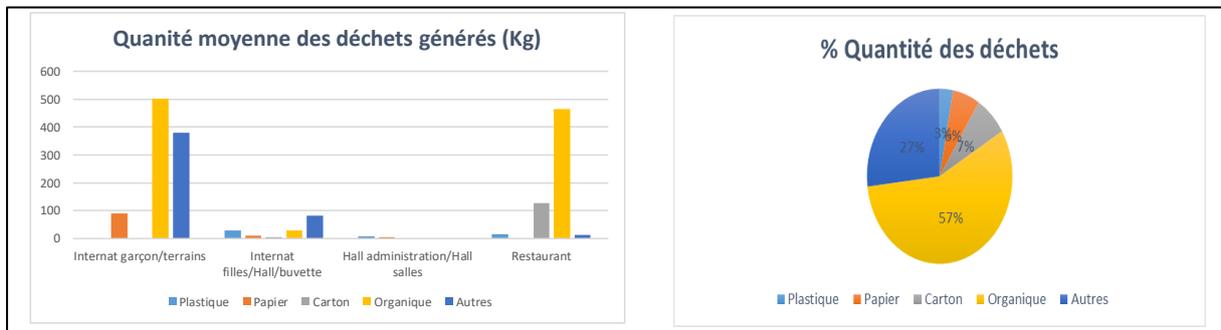


Figure. 3. Quantification des déchets

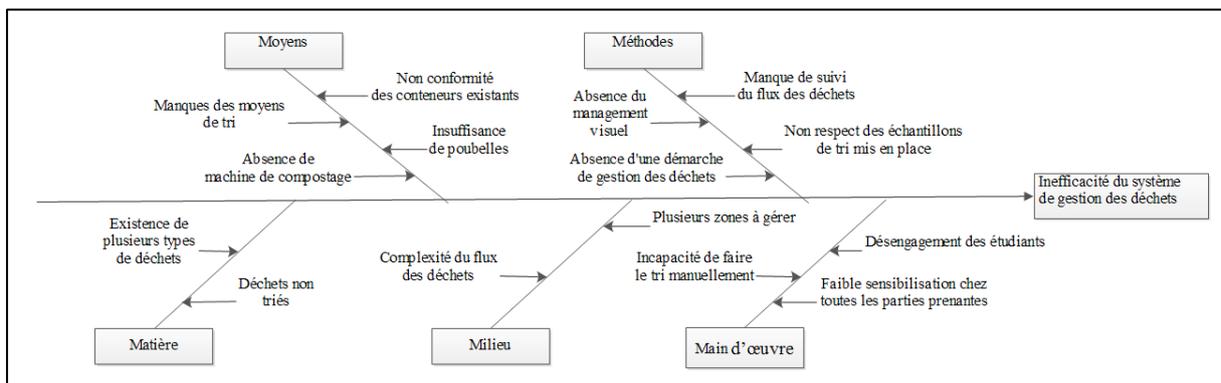


Figure. 4. Diagramme ISHIKAWA

III.3 Phase Améliorer

Une analyse fonctionnelle [19] ainsi que des séances de *Brainstorming* [20] et une analyse multicritère ont permis aux étudiants de choisir et de mettre en place des solutions sur le terrain. Plusieurs de ces solutions sont illustrés dans le (Tableau 5)

Poubelles à base des bouteilles de boisson	Poubelles à base de roux	Poubelles à base du carton	Préservation du paysage vert à l'école

Tableau. 4. Recyclage des déchets plastiques et cartonniers

III.4 Phase Contrôler et Standardiser

Dans la phase « contrôler », un ensemble d'indicateurs de performance sont mis en place. Ainsi que des checklist et des audits concernant : les déchets ; les rangements ; la propreté ; le paysage public ; et la sensibilisation. Finalement, l'établissement de fiches de suivi ainsi que d'un planning de formation constituent les deux principaux aspects de la phase Standardiser.

Fiche de suivi « Green ENSEM »				
Zone :				
La non-conformité détectée	Cause de la non conformité	Actions préventives	Actions correctives	Standards

Tableau. 5. Fiche de suivi

IV Résultats et discussion

La grande majorité du travail est réalisée hors classe et par les élèves-ingénieurs sous forme d'équipes de travail. L'évaluation est faite sur la base des rapports, des présentations et de l'attitude le long du projet. Cette approche a encouragé, d'une part, l'ouverture des élèves ingénieurs sur l'environnement socio-économique, par la signature d'une convention de valorisation du papier et du carton avec une entreprise marocaine. D'autre part, ils ont renforcé et consolidé leur responsabilité sociale pour structurer leur prise de décision sur les dilemmes éthiques auxquels ils seront confrontés, et pourront ainsi être de vrais agents du changement vers l'économie durable.

En plus des aspects techniques du génie industriel et logistique, des compétences liées aux aspects managériaux et de communication ont été acquises et mises en application par les étudiants. Ainsi, parmi ces compétences techniques déployés se trouvent : le lean management ; le Six sigmas ; les outils d'innovation ; la logistique inverse; l'aide à la décision multicritère ; mise en place d'un système de management intégré QSE [21] ; la Gestion de Projet [22].

La valeur scientifique de notre présente contribution réside dans la fourniture d'exemples concrets et d'expériences réussies de l'Apprentissage Par Projet au sein de l'enseignement du développement durable dans le contexte des grandes écoles d'ingénieurs Marocaines.

V Conclusion et perspectives

La présente étude s'est basée sur une approche intégrée du développement durable dans l'enseignement supérieur. Elle a permis de démontrer l'apport d'une telle pédagogie dans la consécration des orientations stratégiques nationales en la matière. L'ENSEM s'est engagée dans la promotion de la culture du développement durable et de l'économie verte à travers l'intégration de cette dimension non uniquement comme modules de formation mais également grâce à une approche par projet. « Green ENSEM » est bel et bien l'exemple de la consécration de la vision de l'école dans l'implication des futurs ingénieurs et managers à prendre en compte le souci de l'environnement dans leur quotidien professionnel.

Dans une logique de système de management intégré, ce projet, réalisé par les étudiants de trois promotions a traité le volet de la gestion des déchets au sein de l'école, ce qui leur a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences plus particulièrement en terme de management environnemental et de se familiariser avec les principes de la responsabilité sociétale. Cependant, l'engagement et la coopération des parties prenantes pourraient prendre en otage la réussite du projet.

Ce travail s'est focalisé sur l'aspect environnemental du développement durable et intégrera dans les prochains travaux d'autres volets relatifs à la santé et sécurité de travail, l'économie et principalement l'aspect de la responsabilité sociétale.

VI Références bibliographiques

- [1] R. Lozano, R. Lukman, F. J. Lozano, D. Huisingh, and W. Lambrechts, “Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system,” *J. Clean. Prod.*, vol. 48, pp. 10–19, 2013.
- [2] R. Lozano, M. Y. Merrill, K. Sammalisto, K. Ceulemans, and F. J. Lozano, “Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal,” *Sustainability*, vol. 9, no. 10, p. 1889, 2017.
- [3] J.-M. Lange *et al.*, “Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system,” *J. Clean. Prod.*, vol. 7, no. 4, pp. 235–248, 2014.
- [4] F. Pellaud, “Quelles compétences pour favoriser le passage de l’éducation à l’environnement à l’éducation au développement durable?,” Haute Ecole pédagogique Fribourg, 2015.
- [5] M. Yarime *et al.*, “Establishing sustainability science in higher education institutions: towards an integration of academic development, institutionalization, and stakeholder collaborations,” *Sustain. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 101–113, 2012.
- [6] W. Leal Filho, C. Shiel, and A. Paço, “Implementing and operationalising integrative approaches to sustainability in higher education: the role of project-oriented learning,” *J. Clean. Prod.*, vol. 133, pp. 126–135, 2016.
- [7] A. Wiek, A. Xiong, K. Brundiers, and S. van der Leeuw, “Integrating problem-and project-based learning into sustainability programs: A case study on the School of Sustainability at Arizona State University,” *Int. J. Sustain. High. Educ.*, vol. 15, no. 4, pp. 431–449, 2014.
- [8] chargé du D. D. Secretariat d’Etat auprès du ministre de l’Energie, des Mines et du Développement Durable, “STRATÉGIE NATIONALE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (SNDD) 2030, Résumé Exécutif,” Rabat.
- [9] B. Yazan, “Three approaches to case study methods in education: Yin, Merriam, and Stake,” *Qual. Rep.*, vol. 20, no. 2, pp. 134–152, 2015.
- [10] R. K. Yin, “The abridged version of case study research: Design and method.,” 1998.
- [11] J. Johnson, “Aligning Lean Six Sigma DMAIC with Project Management Methodology.” The College of St. Scholastica, 2017.
- [12] J. Antony, B. Rodgers, and E. A. Cudney, “Lean Six Sigma for public sector organizations: is it a myth or reality?,” *Int. J. Qual. & Reliab. Manag.*, vol. 34, no. 9, pp. 1402–1411, 2017.
- [13] D. Pillet and M. Pillet, *Design For Six Sigma: Satisfaire les clients par l’innovation au niveau de qualité Six Sigma*. Editions Eyrolles, 2017.
- [14] S. Barr, A. W. Gilg, and N. J. Ford, “Differences between household waste reduction, reuse and recycling behaviour: a study of reported behaviours, intentions and explanatory variables,” *Environ. & Waste Manag.*, vol. 4, no. 2, pp. 69–82, 2001.
- [15] D. W. Pickton and S. Wright, “What’s swot in strategic analysis?,” *Strateg. Chang.*, vol. 7, no. 2, pp. 101–109, 1998.
- [16] Z. Srdjevic, R. Bajcetic, and B. Srdjevic, “Identifying the criteria set for multicriteria decision making based on SWOT/PESTLE analysis: a case study of reconstructing a water intake structure,” *Water Resour. Manag.*, vol. 26, no. 12, pp. 3379–3393, 2012.

- [17] K. Simon, "Steps to Complete the SIPOC Diagram," *Retrieved August*, vol. 19, p. 2001, 2001.
- [18] K. Hollis, "Tag Archives: fishbone diagram."
- [19] B. Yannou, "Analyse fonctionnelle et analyse de la valeur," *Concept. Prod. m{é}caniques. M{é}thodes, Model. Outil.*, pp. 77–104, 1998.
- [20] H. Al-Samarrarie and S. Hurmuzan, "A review of brainstorming techniques in higher education," *Think. Ski. Creat.*, vol. 27, pp. 78–91, 2018.
- [21] J. P. E. Souza and J. M. Alves, "Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement," *J. Clean. Prod.*, vol. 172, pp. 2667–2682, 2018.
- [22] R. Burke, "Project management: planning and control techniques," *New Jersey, USA*, 2013.
- [23] J. Proulx, *L' apprentissage par projet*, Collection Formules pédagogiques, 2005.
- [24] R. Catherine, *Des projets pour mieux apprendre ? Dossier d'actualité Veille et Analyses*, n° 82, ENS de Lyon, 2013.
- [25] D. Hutchison, *L' apprentissage par projets : s' inspirer de pratiques gagnantes en gestion de projet*. Université Brock Monographie de recherche n° : 60, 2016.