HAL open science

Contribution à la modélisation de l'intégration lean green appliquée au management des déchets pour une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale)

Alain Fercoq

To cite this version:

Alain Fercoq. Contribution à la modélisation de l'intégration lean green appliquée au management des déchets pour une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale). Autre. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 2014. Français. NNT : 2014ENAM0004 . pastel-01067184

HAL Id: pastel-01067184

https://pastel.hal.science/pastel-01067184

Submitted on 23 Sep 2014

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.

2014-ENAM-0004

École doctorale n° 432 : Sciences des Métiers de l'Ingénieur

Doctorat ParisTech

T H È S E

pour obtenir le grade de docteur délivré par

l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

Spécialité "Génie industriel "

présentée et soutenue publiquement par

Alain FERCOQ

le 7 avril 2014

Contribution à la modélisation de l'intégration Lean Green appliquée au management des déchets, pour une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale)

Directeur de thèse : **Samir LAMOURI**
Co-encadrement de la thèse : **Valentina CARBONE - Daniel FROELICH**

Jury :

Professeur Hamid ALLAOUI, Université d'Artois	Président
Professeur Patrick BURLAT, Ecole des Mines de Saint-Etienne	Rapporteur
Professeur Gilles PACHE, Université d'Aix Marseille	Rapporteur
Professeur Valentina CARBONE, ESCP Europe	Examinateur
Professeur Daniel FROELICH, Arts et Métiers ParisTech	Examinateur
Docteur Adrien LELIEVRE , Directeur industriel Exxelia	Examinateur
Professeur Samir LAMOURI , Arts et Métiers ParisTech	Examinateur

T H È S E

Arts et Métiers ParisTech - Centre de Paris
Laboratoire Conception Produits Innovation

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer mes plus vifs remerciements aux Professeurs Samir LAMOURI et Valentina CARBONE, directeurs de cette recherche, pour leurs conseils avisés.

En tant que rapporteurs, les professeurs Patrick BURLAT et Gilles PACHE ont accepté d'évaluer ce travail et ont apporté une lecture attentive à ce mémoire. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie le groupe Exxelia, pour m'avoir permis de conduire un travail de recherche-intervention et plus particulièrement Adrien LELIEVRE, Directeur Industriel, pour ses orientations pertinentes sur la démarche de recherche.

J'ai une pensée pour Michel GREIF qui m'a recommandé d'engager ce travail de recherche, à partir d'une passion commune sur le développement durable.

Je tiens également à adresser mes remerciements à Jacques et Philippe ALEXIS qui m'ont transmis leur savoir et passion sur la conduite des plans d'expérience.

J'adresse de sincères remerciements à mes collègues de recherche de l'équipe LOGIL, Simon TAMAYO, Andrée-Anne LEMIEUX, Virginie FORTINEAU, pour leur soutien régulier.

Je ne saurais oublier les élèves des Arts & Métiers (PA9, Mastère Lean Production Logistique), pour leur contribution.

Enfin, je conclus cette page de remerciements en évoquant ma famille et mes amis, qui m'ont écouté et soutenu.

Sommaire

Sommaire 5

Chapitre 1 Introduction générale 9
1.1 Objectif et problématique de recherche 9
1.2 Originalité de la thèse 10
1.3 Apport de la thèse 14
1.4 Structure du document 14

Chapitre 2 Etat de l'art et positionnement scientifique 17
2.1 La définition du cadre d'analyse pour la conduite de l'état de l'art 17
2.2 Le processus de recherche bibliographique 19
2.3 Le management de l'excellence opérationnelle (Lean) 20
2.4 Le management environnemental (Green) 25
2.5 Le management des déchets des activités économiques 26
2.5.1 Les enjeux 26
2.5.2 La définition du déchet 27
2.5.3 La typologie des déchets 27
2.5.4 La gestion versus la prévention des déchets 28
2.5.5 Discussion 31
2.6 La dimension stratégique de l'intégration Lean Green 32
2.6.1 Introduction 32
2.6.2 Les voies stratégiques explorées sur l'intégration Lean Green 33
2.6.3 Discussion 36
2.7 La dimension politique/normative de l'intégration Lean Green 36
2.7.1 La définition des référentiels 36
2.7.2 Discussion 38
2.8 L'intégration Lean Green et la chaîne de valeur de Porter 39
2.8.1 Introduction 39
2.8.2 L'intégration Lean Green et les activités de Commercialisation, ventes et services 39
2.8.3 L'intégration Lean Green et l'activité Logistique (interne / externe) 40
2.8.4 L'intégration Lean Green et l'activité de Production 42
2.8.5 L'intégration Lean Green et l'activité de Développement 42
2.8.6 L'intégration Lean Green et l'activité d'achats 43
2.8.7 L'intégration Lean Green et l'activité de Management des Ressources Humaines 44
2.8.8 L'intégration Lean Green et l'activité de Management des infrastructures 45
2.8.9 Discussion 46
2.9 L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances 48
2.9.1 Introduction 48
2.9.2 Les performances de l'entreprise 48
2.9.3 L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances 51
2.9.4 Discussion 54
2.10 L'intégration Lean Green et l'amélioration continue 56
2.10.1 Introduction 56
2.10.2 Les points clés de l'amélioration continue 56
2.10.3 Discussion 57
2.11 Conclusion 57

Chapitre 3 Modélisation du Management Lean Green des déchets 63
3.1 Introduction 63
3.2 La matrice stratégique Lean Green 63

3.2.1 La structuration du modèle 63
3.2.2 L'éco-efficience 64
3.2.3 L'éco-responsabilisation 65
3.2.4 L'éco-partenariat 66
3.2.5 L'éco-solidarité 68
3.2.6 Conclusion 69
3.3 L'éco-responsabilisation 69
3.3.1 Introduction 69
3.3.2 La motivation du personnel 70
3.3.2.1 Les théories de la motivation 70
3.3.2.2 Le positionnement des principes de management par rapport au cadre d'analyse de la motivation 78
3.3.2.3 Le management Lean Green et la motivation 83
3.3.3 La méthode 3A 88
3.3.3.1 Introduction 88
3.3.3.2 Définition 88
3.3.3.3 Evaluation 89
3.3.4 Le modèle conceptuel : le management visuel de l'éco-performance 91
3.3.4.1 Introduction 91
3.3.4.2 Le cadre d'exigence du modèle 91
3.3.4.3 La définition du modèle 95
3.3.4.4 Conclusion 100
3.4 L'éco-efficience 100
3.4.1 Introduction 100
3.4.2 Le modèle conceptuel – les hypothèses à valider 100
3.4.3 Conclusion 102

Chapitre 4 Evaluation des modèles de Management Lean Green des déchets 103
4.1 Introduction 103
4.2 L'évaluation du management visuel de l'éco-performance 103
4.2.1 La méthode de recherche 103
4.2.2 La conduite du protocole 105
4.2.2.1 Le diagnostic empirique de situation 105
4.2.2.2 La préparation du plan et des outils d'intervention 105
4.2.2.3 Le choix des méthodes de collecte des données 107
4.2.3 Le recueil de données, les résultats 107
4.2.3.1 Les interviews avant 107
4.2.3.2 La mise en place des indicateurs 111
4.2.3.3 La formation 111
4.2.3.4 Mise en œuvre (avec observation) 112
4.2.3.5 Les interviews après 113
4.2.3.6 Le bilan sur les Indicateurs 122
4.2.4 Discussion 128
4.2.5 Conclusion, limites et perspectives pour le modèle MVEP 129
4.2.5.1 Conclusion 129
4.2.5.2 Limites 129
4.3 L'évaluation de la matrice « Lean 3R » 130
4.3.1 La méthode de recherche 130
4.3.2 La conduite du protocole 131
4.3.2.1 La formulation du problème et l'identification des performances attendues 131
4.3.2.2 L'identification des facteurs (et leurs niveaux) 131
4.3.2.3 Le choix de la matrice des essais à conduire 131
4.3.2.4 La préparation de l'expérimentation 131
4.3.2.5 La conduite de l'expérimentation 132

4.3.2.6 Le protocole de mesure 133
4.3.3 Le recueil de données, les résultats 133
4.3.4 Discussion 139
4.3.5 Conclusion 140

Chapitre 5 Conclusion et perspectives de recherche 141
5.1 Conclusion 141
5.2 Perspectives 143
5.2.1 La matrice stratégique 143
5.2.2 L'éco-responsabilisation 143
5.2.3 L'éco-efficience 144
5.2.4 Synthèse d'études complémentaires 145

Bibliographie 147

Liste des figures 159

Liste des tableaux 161

Annexes 165
Les théories de la motivation 165
Présentation de l'entreprise Eurofarad (groupe Exxelia) 167
La synthèse des données de recherche (les interviews « avant »), pour l'évaluation du modèle MVEP 169

Article publiés 177
Article présenté à IPSERA 2012, le 3 avril 2012 178
Article présenté à Green Supply Chain 2012, le 22 juin 2012 198
Article présenté à MIM 2013, le 20 juin 2013 208
Article soumis le 15 octobre 2013, pour la revue Journal of Cleaner Production 217

Chapitre 1 Introduction générale

1.1 Objectif et problématique de recherche

Depuis les années 80, les entreprises des pays développés sont confrontées à une concurrence de plus en plus acérée. Dans ce contexte où le client est devenu plus exigeant, l'adoption du Lean Management s'est généralisée. Celui-ci vise à accélérer les flux, à réduire les non valeurs ajoutées, dans le cadre d'un processus d'amélioration continue. Dans le prolongement des premiers travaux du pionnier Ohno (Ohno, 1988), les caractéristiques du Lean Management ont largement été décrites, les facteurs clés de succès de sa mise en œuvre ont été précisés (Monden, 1983; Womack et al., 1990; Shah et al., 2007; Yang et al., 2011). Une entreprise Lean est une entité intégrée qui crée de la valeur, de manière efficace et efficiente, pour ses différentes parties prenantes (Nightingale, 2009). Certaines vertus sont incontestées. L'accélération des cycles améliore d'une part le service rendu au client et d'autre part réduit les valeurs d'exploitation (stocks et en-cours). L'amélioration de la qualité et de la productivité réduit le coût des produits et services. Par contre, d'autres impacts sont controversés : au-delà de la performance économique, la dimension humaine est insuffisamment prise en compte pour éviter le stress au travail. L'épanouissement au travail qui inclut la motivation du personnel est pourtant un pilier fondamental que l'application du Lean Manufacturing n'induit pas forcémentlorsque les tâches ne sont pas suffisamment simplifiées et variées, et que l'autonomie n'est pas renforcée (De Treville, 2006).

Plus récemment, les préoccupations environnementales et sociales suscitent un intérêt croissant. Depuis la fin des années quatre-vingts, le concept de développement durable (WCED, 1987) défini comme « un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins », entre en ligne de compte dans la réflexion des entreprises. Une entreprise durable est celle qui contribue au développement en offrant simultanément des avantages économiques, sociaux et environnementaux, ce qui correspond aux « 3 piliers » du développement durable « People, Profit, Planet » (Elkington, 1998; Norman et Mac Donald, 2004). La Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) est la contribution des entreprises aux enjeux du développement durable. Plus spécifiquement, sur le thème environnemental, les entreprises progressent déjà opérationnellement depuis plus de dix ans. Elles structurent leurs actions à travers leur Système de Management Environnemental (SME) selon le référentiel ISO 14001 (2004).

Les industriels peuvent adopter simultanément ces stratégies combinées de «Lean and Green» et positionner l'environnement comme un levier majeur pour l'amélioration de leur image de marque. Les stratégies Lean Green sont souvent perçues comme des initiatives compatibles en raison de leur orientation conjointe sur la réduction des pertes et déchets. Le Lean vise l'élimination des défauts ; il réduit donc la production de déchets, créant ainsi un effet bénéfique pour l'environnement (Womack et al., 1990; Friedman, 2008; Mollenkopf et al, 2010). Toutefois, les stratégies Lean qui s'appuient sur le principe du juste-à-temps (Just In Time) induisent la fabrication de petits lots et peuvent donc exiger l'augmentation du transport, de l'emballage et de la manutention incompatible avec une approche Green. Les entreprises doivent adopter une stratégie équilibrée où le Lean intègre des pratiques respectueuses de l'environnement (Mollenkopf et al., 2010).

Pour Steve Hope (directeur général de Toyota Motor Europe), Toyota doit être « Green, Clean and Lean » ; c'est pourquoi cette entreprise a été la première du secteur automobile à atteindre l'objectif de «zéro déchet enfoui» (Farish, 2009). Corbett et Klassen (2006); Bergmiller et al. (2011); Yang et al. (2011); Dües et al. (2013) ont montré que les entreprises Lean qui intègrent des pratiques Green atteignent de meilleurs résultats.

Dans un plan d'amélioration de l'environnement, plusieurs questions peuvent être prises en compte concernant : l'émission du dioxyde de carbone (CO2) ou de composés organiques volatiles (COV), la

production de déchets et l'utilisation de l'eau (Yu et al, 2009.). Ces deux derniers volets sont communs à toute l'industrie. La production de déchets est la zone la plus proche du concept de Lean Manufacturing, axée sur la réduction de tout type de pertes. Si les praticiens du Lean ont traditionnellement mis l'accent sur ce qu'ils appellent les sept formes de gaspillage (la surproduction, les défauts, les stocks inutiles, le traitement excessif, le transport excessif, l'attente, et le mouvement inutile, selon Pepper et Spedding (2009)), les déchets environnementaux peuvent être considérés comme une nature de gaspillage supplémentaire, selon Bicheno (2000).

Dans ce contexte, notre question de recherche est :

comment l'intégration Lean Green centrée sur le management des déchets des activités économiques peut-elle constituer une démarche conduisant à une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale) pour l'entreprise ?

1.2 Originalité de la thèse.

L'état de l'art récent sur l'intégration Lean Green de Dües et al. (2013) souligne des recouvrements majeurs dans les domaines suivants : les Techniques de Réduction des Pertes, le personnel et l'organisation, la réduction du lead time, les relations au sein de la Chaîne Logistique, les indicateurs de performance (en termes de niveau de service) et les outils / pratiques.

Cette thèse a pour ambition de positionner **l'intégration Lean Green au service d'une stratégie de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise (RSE), regard original non développé jusqu'alors**. Une première réflexion porte sur un **modèle stratégique Lean Green**. Nous proposons une matrice stratégique Lean Green, cadre structuré pour des développements scientifiques ciblés, priorisant telle ou telle performance et parties prenantes – figure 1.

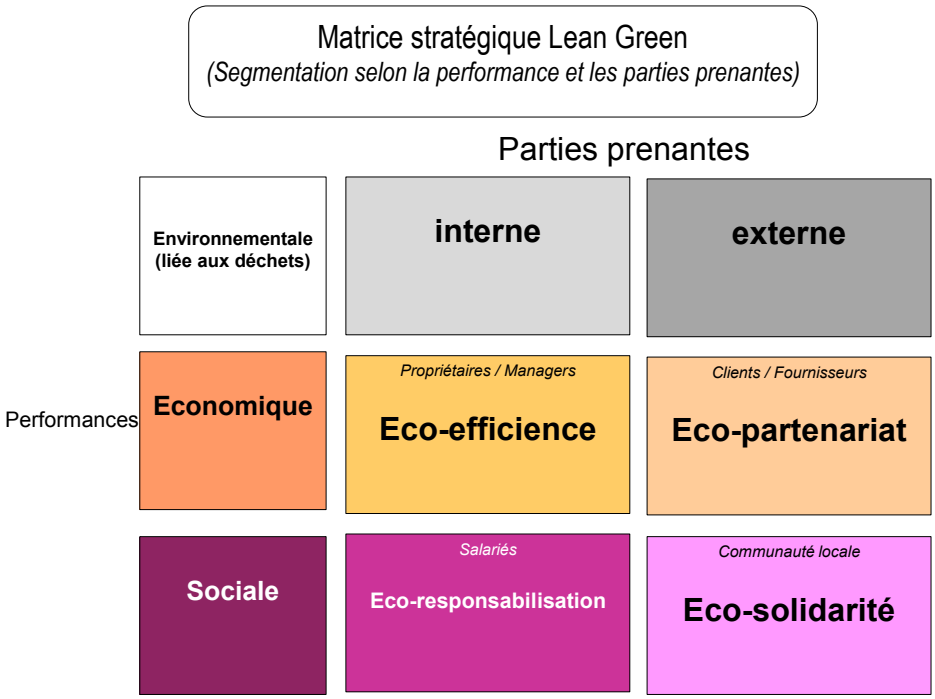


Figure 1 - La matrice stratégique Lean Green

Une segmentation selon la performance principalement impactée (économique ou sociale), au-delà de la performance environnementale et les parties prenantes (internes ou externes à l'entreprise), est proposée. Quatre stratégies se dégagent alors par segment : l'éco-efficience, l'éco-responsabilisation, l'éco-partenariat, l'éco-solidarité. Les différentes parties prenantes de l'entreprise sont caractérisées par Evan et Freeman (1983) : les propriétaires, les managers, les salariés, les clients, les fournisseurs, la communauté locale.

Les entreprises adoptant une stratégie **d'éco-efficience** améliorent de manière continue la productivité de leurs processus tout en réduisant leur impact environnemental (Orsato, 2006). La dimension principale de **l'éco-responsabilisation** est sociale. Elle s'appuie sur la motivation du personnel. La performance sociale se mesure alors par le taux de satisfaction du personnel, le taux d'absentéisme, le nombre de retard au travail, le nombre de suggestions, la sécurité (Suzaki, 1993; Bhasin, 2008). **L'éco-partenariat** vise à développer des relations privilégiées avec les clients et les fournisseurs pour créer de la valeur économique. En ce qui concerne les déchets, la mise en place d'une logistique inverse (ou Reverse Logistique) avec le client en est une concrétisation. Le développement de l'économie circulaire avec des fournisseurs représente une autre voie, source de gains économiques et environnementaux, où le déchet d'une entreprise est utilisé comme ressource pour réaliser un autre produit au sein d'une autre chaîne de valeur. C'est pourquoi, une alliance stratégique en amont et en aval est souhaitable (Wang et Gupta, 2011). Quant à **l'éco-solidarité**, l'organisation d'un processus de don de produits, matières, matériels vers des associations constitue une brique possible de la responsabilité sociétale des entreprises.

Après la réflexion stratégique de l'intégration Lean Green, notre travail de recherche développe **deux modèles plus opérationnels ciblés sur les performances internes, l'éco-efficience et l'éco-responsabilisation**. La question de recherche se concentre alors sur deux voies en termes de performance induite par l'intégration Lean Green, d'une part selon le double impact « économique et environnemental » (pour l'éco-efficience) et d'autre part selon le double impact « social et environnemental » (pour l'éco-responsabilisation) - figure 2.

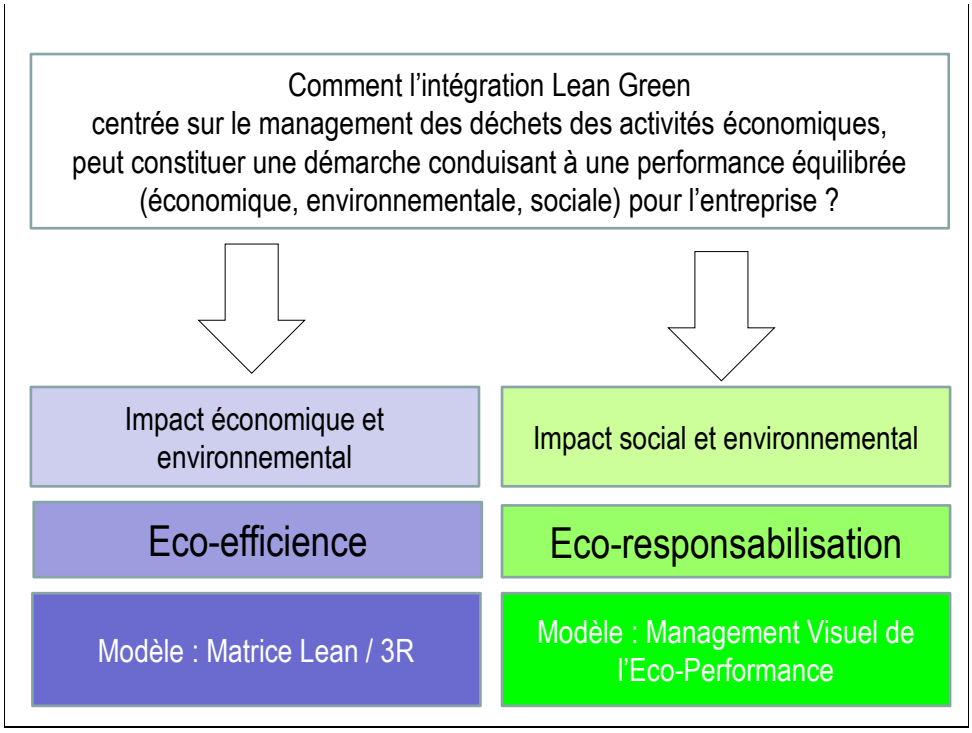


Figure 2 - La problématique de recherche abordée selon deux voies

Concernant **l'éco-efficience**, les Techniques de Réduction des Pertes concrétisent l'interface Lean Green (Sarkis, 2003; Bergmiller et McCright, 2009). Au-delà des approches qualitatives qui sont abordées dans la

littérature, nous proposons une **étude quantitative originale** sur les méthodes impactant la réduction des déchets environnementaux. En effet, **notre étude hiérarchise l'influence sur la performance environnementale de :**

- l'outil de référence en management Lean (les sept « muda » ou sept formes de gaspillage),
- l'outil en management Green (la hiérarchie 3R : Réduire / Réutiliser/ Recycler),
- la combinaison de ces deux outils,
- la **matrice Lean 3R, notre modèle méthodologique intégré Lean Green** – figure 3.

Nous démontrons alors l'intérêt d'associer les deux méthodes Lean et Green, pour optimiser un plan de minimisation des déchets en Production.

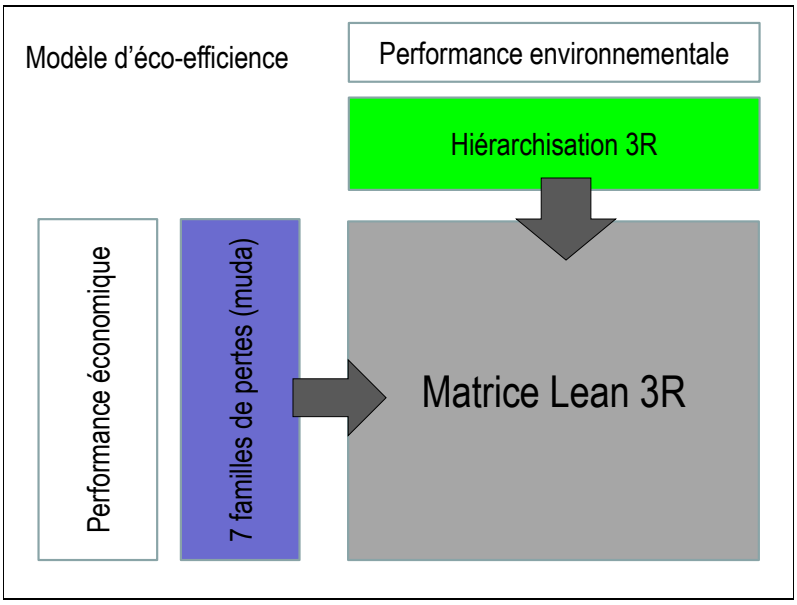


Figure 3 – Le modèle d'éco-efficience, la matrice Lean 3R

Concernant **l'éco-responsabilisation**, notre travail de recherche répond à **la question originale suivante : pourquoi et comment une action intégrée Lean Green impacte la motivation du personnel ?** De toutes les études menées sur la motivation du personnel et le management Lean (Conti et al., 2006; de Treville et Antonakis, 2006; Alves et al., 2012; Hasle et al., 2012; l'INRS, 2013), aucune n'aborde spécifiquement l'impact du Lean Green sur la motivation du personnel. Le modèle intégré Lean Green constitue donc un apport original. Pour répondre à la problématique posée, notre développement scientifique se **focalise sur le Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP), un modèle d'amélioration continue au croisement de trois domaines** que sont les actions managériales du Lean Green, la méthode 3A (Area Activity Analysis) d'Harrington (2012), et les indicateurs Lean Green – figure 4.

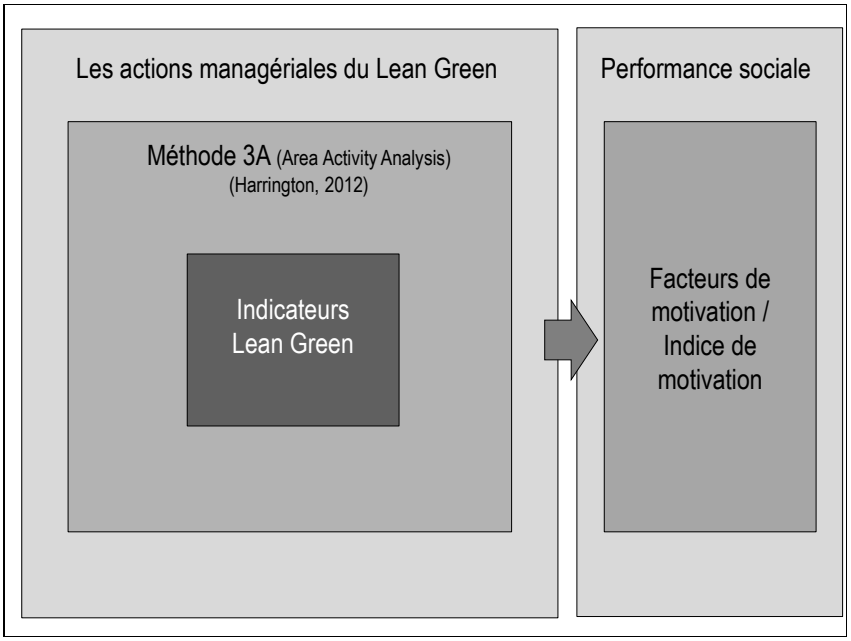


Figure 4 - Le Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP)

La mise en œuvre du modèle MVEP améliore la motivation du personnel car il est structuré selon un **référentiel** composé de32 actions ou exigences méthodologiques Lean Green réparties sur 13 facteurs de motivation. Un **indice de motivation** peut alors être calculé, selon la progression de la mise en œuvre du MVEP. Au-delà de l'impact principal sur la motivation, la méthode améliore non seulement les performances environnementales **mais également économiques, à travers l'exploitation d'un indicateur Lean Green** axé sur l'amélioration de la qualité et la mise en œuvre d'actions sur les 5M (Main d'œuvre, Méthodes, Matière, Machine, Milieu), leviers de la maîtrise d'un processus d'une Production. Ainsi, le modèle améliore de manière équilibrée la performance 3P (People, Profit, Planet). **Ce modèle a donc pour ambition de concrétiser le développement de la responsabilité sociétale de l'entreprise, au quotidien, au sein des équipes.**

Les deux modèles opérationnels ont été évalués selon les deux méthodes de recherche suivantes :

- pour l'éco-efficience (matrice Lean 3R), une étude quantitative de type « plan d'expérience »,
- pour l'éco-responsabilisation (Management Visuel de l'Eco-Performance), une étude qualitative, de type «recherche-intervention».

En ce qui concerne le modèle centré sur l'éco-efficience, nous avons montré que la combinaison des sept familles de pertes du Lean (ou « muda ») avec la hiérarchie 3R est favorable à la minimisation des déchets en Production. L'exploitation d'une matrice intégrée « Lean / 3R » est même préférable.

En ce qui concerne le modèle centré sur l'éco-responsabilisation, nous avons mis en évidence les points clés suivants :

- Le référentiel de Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP) impacte la motivation (au travers de la prise en compte d'exigences par facteur de motivation)

- L'intégration d'une dimension écologique dans l'animation d'une performance économique favorise son amélioration. Plus précisément, la définition et l'exploitation d'un indicateur qualité visuel concrétisant avantageusement l'intégration Lean Green est un facteur favorable à la mise en place d'un processus d'amélioration continue. Le développement de la culture de la performance dans les équipes peut se réaliser à moindre stress car l'indicateur est porteur de sens.

1.3 Apport de la thèse

Notre travail de recherche est à l'interface des sciences de l'ingénieur et des sciences de gestion.

Le modèle stratégique construit, concrétisé par une matrice Lean Green, structure l'impact de l'intégration Lean Green sur la performance équilibrée (économique, environnementale, sociale). Il met en lumière quatre stratégies possibles et cadre ainsi quatre domaines de recherche de niveau plus opérationnel : l'éco-efficience, l'éco-responsabilisation, l'éco-partenariat, l'éco-solidarité : Les deux premiers ont fait l'objet d'un travail de recherche détaillé ; les deux suivants ouvrent des perspectives d'études complémentaires.

Le traitement des deux premières problématiques opérationnelles apporte non seulement une originalité sur le plan scientifique mais également une avancée significative sur le plan des pratiques en entreprise – figure 5.

	Eco-efficience	Eco-responsabilisation
Modèles	Matrice Lean / 3R	Management Visuel de l'Eco-Performance
Méthode de validation	Etude quantitative de type « plan d'expérience »	Etude qualitative, de type «recherche-intervention».
Apport scientifique	Hiérarchisation de facteurs impactant un plan de minimisation des déchets – Matrice Lean 3R	Matrice d'exigences méthodologiques Lean Green par facteur de motivation
Retombée industrielle	Méthode pour minimiser les déchets	Méthode de développement de la culture de la performance dans les équipes, en limitant le stress induit

Figure 5 - Les modèles et méthodes de recherche

Notre travail de niveau stratégique peut enfin participer à une réflexion plus globale sur les politiques de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise.

1.4 Structure du document

Thiétart (2007) rappelle que, selon Grunow (1995), toute recherche intègre les cinq étapes suivantes : problématique, littérature, données, analyse et résultats. Ce chapitre 1 précise le contexte général et la problématique de recherche. Dans le chapitre 2, la revue de la littérature est abordée en huit parties : le management de l'excellence opérationnelle (Lean), le management environnemental (Green), le management des déchets des activités économiques, la dimension stratégique de l'intégration Lean Green, la dimension politique/normative de l'intégration Lean Green, l'intégration Lean Green et la chaîne de valeur de Porter,

l'impact de l'intégration Lean Green sur les performances et enfin l'intégration Lean Green et l'amélioration continue. Dans le chapitre 3, trois modèles sont développés : la matrice stratégique, l'éco-efficience et l'éco-responsabilisation. Dans le chapitre 4, ces deux derniers modèles, éco-efficience et éco-responsabilisation, sont évalués. Enfin, le chapitre 5 conclut les travaux de recherche conduits, en précise les limites et ouvre des perspectives pour de futures recherches. La structuration de la recherche est synthétisée dans la figure 6.

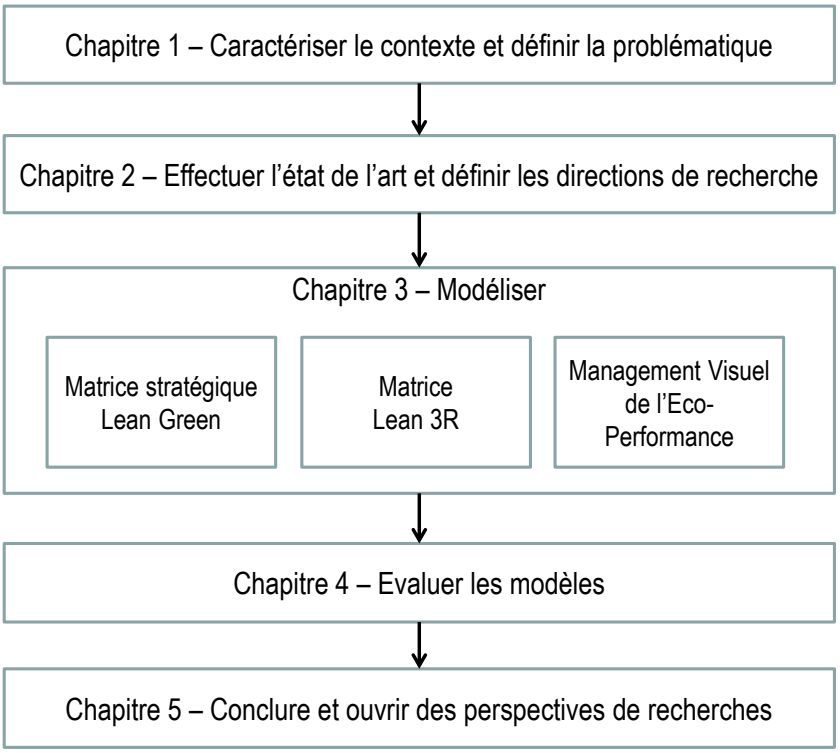


Figure 6 – Articulation de la recherche

Chapitre 2 Etat de l'art et positionnement scientifique

2.1 La définition du cadre d'analyse pour la conduite de l'état de l'art

Le cadre d'analyse de la littérature Lean Green proposé en figure 7 s'appuie sur deux regards complémentaires de l'analyse de toute entreprise, d'une part le regard systémique selon Nightingale (2009) présenté en figure 8, et d'autre part le regard porté par le modèle d'excellence de l'EFQM (European Foundation for Quality Management)(2012) présenté en figure 9.

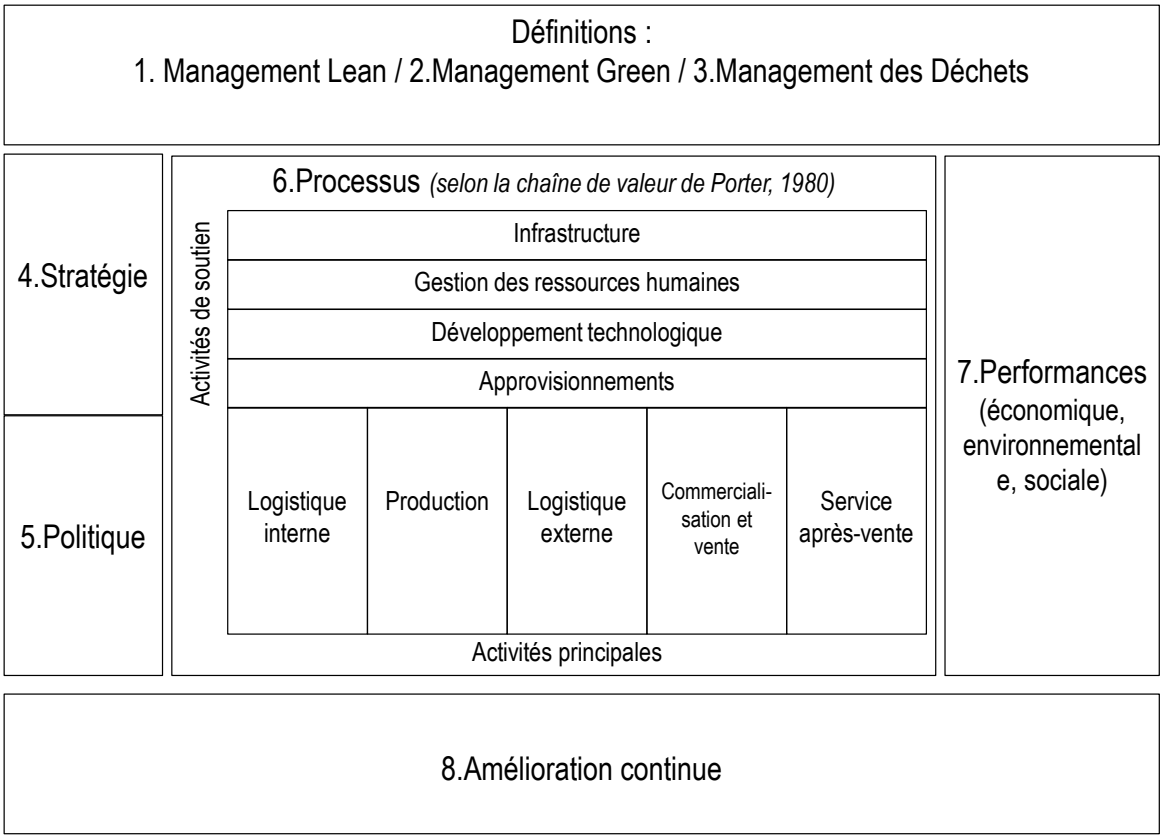


Figure 7 - Le cadre d'analyse de la littérature Lean Green

Selon Nightingale (2009), les entreprises ont longtemps été étudiées par les experts en management, en science sociale ou en systèmes d'information, selon un point de vue unique de l'entreprise telle que l'étude de la structure organisationnelle ou l'architecture des technologies de l'information. L'insuffisance d'un tel regard simplifié des entreprises est bien documentée (Drazin et Van de Ven, 1985). L'analyse de l'entreprise doit adopter une perspective systémique, considérant l'ensemble de l'entreprise comme un système holistique qui peut être compris par l'examen de l'entreprise à travers de multiples facettes et au sein d'un cadre global intégré (Nightingale et Rhodes, 2004; Rhodes et Nightingale, 2009). La compréhension de l'entreprise doit être abordée selon la stratégie, la politique et le lien avec l'environnement externe, l'organisation, les processus, la connaissance, les technologies de l'information, les produits, le service rendu et enfin les relations entre ces différents points de vue (Nightingale, 2009) – figure 7.

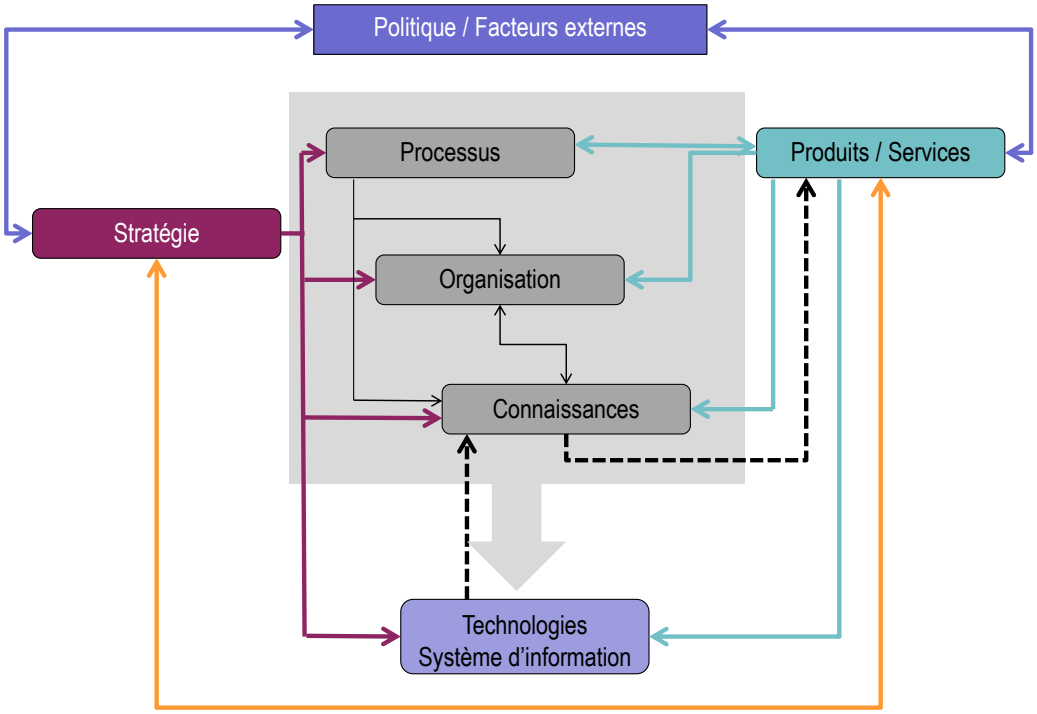


Figure 8 - Le regard systémique de l'entreprise selon (Nightingale, 2009)

En 1991, l'EFQM propose un modèle basé sur le management de la qualité – figure 8. Ce modèle se décompose en neuf critères. Cinq d'entre eux sont des facteurs et quatre sont des résultats. Les critères «facteurs» couvrent ce qu'une organisation fait et comment elle le fait, alors que les critères «résultats» précisent ce que l'organisation réalise. Pour atteindre un succès durable, une organisation exige une direction forte et une orientation stratégique claire. L'entreprise a besoin de développer et d'améliorer le travail de ses personnels, les partenariats et les processus afin d'optimiser la valeur ajoutée des produits et services délivrés à l'ensemble des parties prenantes. Les flèches soulignent le caractère dynamique du modèle ; l'apprentissage, la créativité et l'innovation améliorent les facteurs qui à leur tour conduisent à une amélioration des résultats.

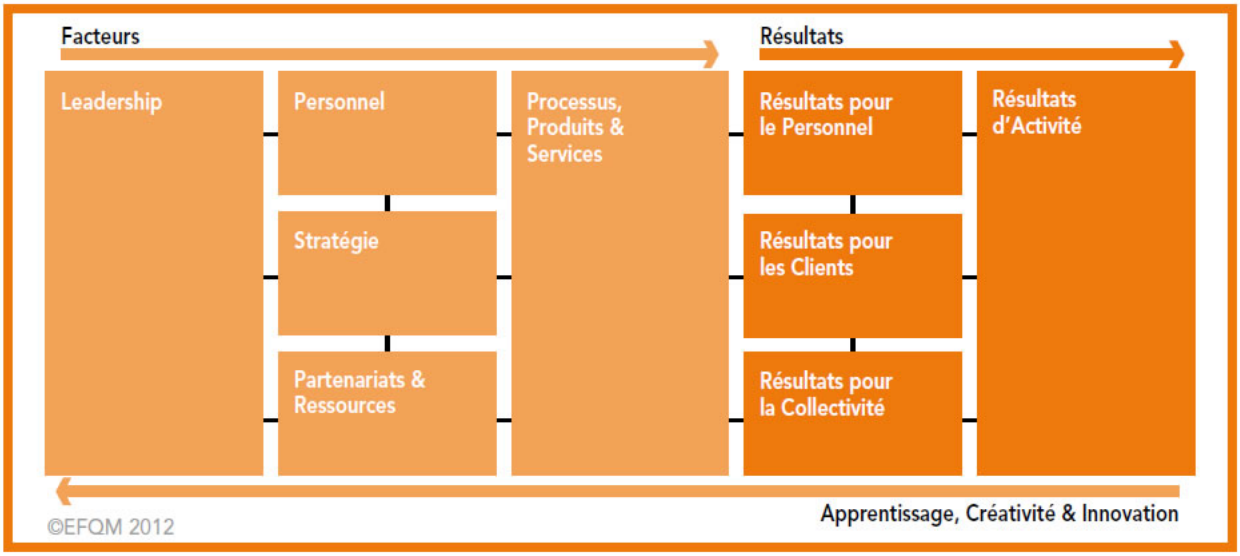


Figure 9 - Le modèle d'excellence de l'EFQM (European Foundation for Quality Management) (2012)

Notre cadre d'analyse intègre toutes les dimensions du modèle de Nightingale (2009). En complément de ce regard systémique, les processus de l'entreprise sont décomposés selon la chaîne de valeur de Porter (1980). La dimension dynamique du modèle EFQM qui lie les résultats et les facteurs est également prise en compte.

2.2 Le processus de recherche bibliographique

Pour la conduite de l'état de l'art, trois bases de données scientifiques ont été exploitées : Elsevier Science Direct, EMERALD, EBSCO Business Source. L'utilisation des mots-clés clés « Lean + Green » (recherche ciblée dans le résumé des articles) a permis d'identifier des dizaines de textes – voir le tableau 1. En première lecture du résumé, plusieurs textes ont immédiatement été identifiés comme non pertinents (domaine scientifique en dehors du périmètre, article trop général n'abordant pas spécifiquement l'entreprise, article sur une étude de cas trop spécifique, article non scientifique). Puis, les textes restants ont fait l'objet d'un survol pour confirmer l'intérêt d'en approfondir la lecture et de les exploiter de manière détaillée dans l'état de l'art. Par la suite, une vérification a permis de s'assurer que les textes les plus cités et non repérés par la stratégie de recherche soient aussi inclus dans la revue de littérature. Des ouvrages de référence et Google Scholar ont été exploités en complément.

Tableau 1 - Nombres d'articles « Lean Green » étudiés, par base de données scientifiques

	Nombre d'articles Lean Green			
Base de données	Extraits par la recherche dans le résumé et les mots clés	Articles analysés de manière détaillée	Articles pertinents exploités de manière détaillée dans l'état de l'art	Auteurs
Elsevier Science Direct	71	13	8	. Chiappetta Jabbour et al. (2013) . Dues (2013) . Hajmohammad et al. (2013) . Kainuma et Tawara (2006) . Mohd.Salleh et al. (2012) . Pampanelli et al. (2013) . Tseng et al. (2013) . Yang et al. (2011)
Emerald	8	8	4	. Carvalho et al. (2012) . Duarte et Cruz-Machado (2013) . Mollenkopf et al. (2010) . Simpson et Power (2005)
Ebsco	183	23	7	. Bergmiller et McCright (2011) . Black et Phillips (2010) . Corbett et Klassen (2006) . Franchetti et al. (2009) . Kleindorfer et al. (2005) . Lapinski et al. (2006) . Pojasek (2008)

2.3 Le management de l'excellence opérationnelle (Lean)

La pensée Lean a été diffusée dans le monde entier par Womack et Jones (1990). Ce nouveau modèle de management industriel s'appuie sur le système de production Toyota (Toyota Production System), mis au point par Ohno (1998) au sein de Toyota après la seconde guerre mondiale pour faire redémarrer l'économie japonaise.

Le fondement de la pensée Lean (Womack et Jones, 1990) consiste à observer le produit et sa chaîne de valeur (identification des activités à valeur ajoutée et sans valeur ajoutée), et à éliminer toutes les pertes, ou muda, dans tous les domaines et fonctions au sein du système. Chaque processus doit ajouter de la valeur pour le client (Ryder 2011). La valeur ajoutée correspond à ce que le client est prêt à payer pour un produit ou un service (Cruz-Machado et Leitner, 2010). Sept types de pertes ont été identifiés. Liker (2004) en précise la définition (pour une activité de production) – Tableau 2.

Tableau 2 - Les 7 familles de pertes en Production (Liker, 2004)

Famille de perte	Description de la non-valeur ajoutée
Production excessive	Articles produits, pour lesquels il n'existe pas de commandes, ce qui génère des pertes comme du sureffectif, le stockage, les coûts de transport
Attentes	Le personnel ne fait que regarder une machine automatique . il attend l'étape suivante du processus . il attend un outil, l'approvisionnement, le soutien d'une personne . il ne peut pas travailler à cause de pannes
Taches inutiles	. Les tâches inutiles de production sont dues à un mauvais outillage ou équipements, ou à la conception du produit . La production d'une sur-qualité des produits livrés
Mouvements inutiles	Tout mouvement inutile durant le travail des employés est à supprimer : chercher/accéder à des composants / des outils, mais aussi marcher
Transport et manutention inutiles	Le transfert d'en-cours sur de longues distances, Les transports, les déplacements de matériaux, des pièces entre les zones de stockage
Stocks	. L'excès de matières premières, d'en-cours, ou de produits finis, qui induit des délais plus longs, de l'obsolescence, des biens endommagés, des coûts de transport et de stockage, et des retards. . Les coûts d'inventaire sont plus élevés
Défauts	. Pièces défectueuses . Actions correctives, de réparation . Moyens d'inspection peu performants (en termes de temps, de manutention, d'effort)

Mais, selon Stenzel (2007), le management Lean n'est pas une tactique de fabrication, ni un programme de réduction des coûts; il est une véritable stratégie d'entreprise. Sa mise en œuvre induit donc la construction d'un plan à long terme (Chase, 1999). Et le management Lean concerne tous les domaines de l'entreprise (productifs et non productifs). A ce titre, le Lean Management se déploie en Production (Lean Manufacturing), en Développement des nouveaux produits, sur la Chaîne logistique (processus de gestion des fournisseurs et des clients) et sur les Processus administratifs (Emiliani (2003, Holweg, 2007).

Le Lean doit même être considéré comme une philosophie (Bateman, 2002, Moore, 2001). Ohno (1988) confirme que le système de production de Toyota ne s'est pas construit du jour au lendemain, mais à travers une série d'innovations sur plus de 30 ans. Les entreprises qui considèrent le Lean comme une philosophie reconnaissent une mise en œuvre plus facile (Vasilash, 2000). Le Lean doit être considéré comme un « voyage qui ne finit jamais »; s'il était considéré uniquement comme une tactique ou un processus, son application s'achèverait à l'atteinte du résultat final (Bhasin et Burcher, 2006). Ohno (1998) a démontré que le système de production Toyota, n'était pas seulement un système de production, mais un système de management global. De son côté, Liker (2004) insiste sur le fait qu'une bonne combinaison de la philosophie à long terme, avec une optimisation des processus, une implication du personnel, et la résolution de problèmes est nécessaire pour convertir une organisation en une entreprise Lean, apprenante.

Aussi il est important que les entreprises mettent en œuvre des techniques classiques du Lean, non pas de manière isolée, mais en combinant la plupart d'entre elles. Ces techniques sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3 – Les techniques du Lean (Bhasin et Burcher, 2006).

Technique	Caractérisation
Amélioration continue / kaizen	La recherche constante de l'amélioration de la qualité, le coût, la livraison et le design.
Fabrication en îlot	Il est essentiel de regrouper étroitement tous les équipements nécessaires pour fabriquer un produit (ou une famille de produits), afin de réduire le transport, l'attente et le temps de traitement
Kanban	Un système de pilotage en flux tiré, à partir de l'utilisation d'étiquettes
Production en flux continu en pièce à pièce	Les produits sont réalisés de manière continue, de la prise de commande à la livraison sans interruption, retour en arrière, rebut.
Cartographie de Processus	Il s'agit d'une cartographie détaillée du processus de traitement des commandes
Changement rapide le d'outils (SMED)	Afin de réduire les délais et accélérer les flux, il est nécessaire de réduire les temps de changement de fabrication sur les machines
Changement radical (kaikaku)	Il est nécessaire d'apporter des améliorations radicales d'une activité afin d'éliminer les pertes.
5 S et management visuel	Afin de réduire l'encombrement et l'inefficacité de toute production et de tout environnement de bureau.
Total Productive Maintenance (TPM)	Ce programme vise à améliorer la fiabilité, la capacité des machines
Valeur et non valeur ajoutée - les 7 familles de perte (ou muda)	La notion de valeur est essentiellement le produit fourni au client au bon moment à un prix approprié, tel que attendu par le client

Selon une approche plus globale, Pettersen (2009) propose une synthèse des axes de progrès qui intègre les différentes techniques du Lean par domaine, à partir d'une revue de littérature – tableau 4. Le % indiqué précise la fréquence de citation du domaine par les auteurs de référence étudiés : Womack and Jones, Womack et al. (1990, 2005), Liker (2004), Bicheno (2004), Dennis (2002), Feld, (2001), Ohno (1988), Monden (1983), Schonberger (1982), Shingo (1984).

Tableau 4 - Synthèse des axes de progrès du Lean (Pettersen, 2009)

Axes de progrès	Caractérisation
Pratiques du Juste à Temps (100%)	Lissage de la Production (heijunka) Systeme à flux tiré (kanban) Production rythmée (Takt) Process synchronisé
Réduction des ressources utilisées (100%)	Production par petit lot Elimination des pertes Réduction des temps de changement de fabrication Réduction des stocks
Management des ressources humaines (78%)	Organisation en équipe Partage des savoirs, des expériences Implication du personnel
Stratégies d'amélioration (100%)	Cercles de qualité Amélioration continue (kaizen) Analyse des causes racines (5 pourquoi)
Maîtrise des défauts (100%)	Autonomation (jidoka) Prévention des erreurs (poka yoke) Contrôle à 100% Arrêt de production au premier défaut (andon)
Management de la chaîne logistique (78%)	Cartographie de la chaîne de valeur (Value stream mapping) Implication des fournisseurs
Standardisation (100%)	5S Standardisation des tâches Management visuel
Organisation dite « scientifique » du travail (100%)	Politique de déploiement des objectifs (hoshin kanri) Etudes des temps Ergonomie des postes Optimisation des implantations Ilot de Production
Techniques diverses (56%, 67%)	Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) TPM/Maintenance Préventive

De manière convergente, Stentoft Arlbjørn et Vagn Freytag (2013) portent un regard synthétique similaire à travers la figure 10. Les auteurs proposent une caractérisation selon trois niveaux, une philosophie, des principes déduits du système de Production Toyota (Womack et Jones, 1996; Hines et Taylor, 1998; Liker , 2004), des techniques et outils.

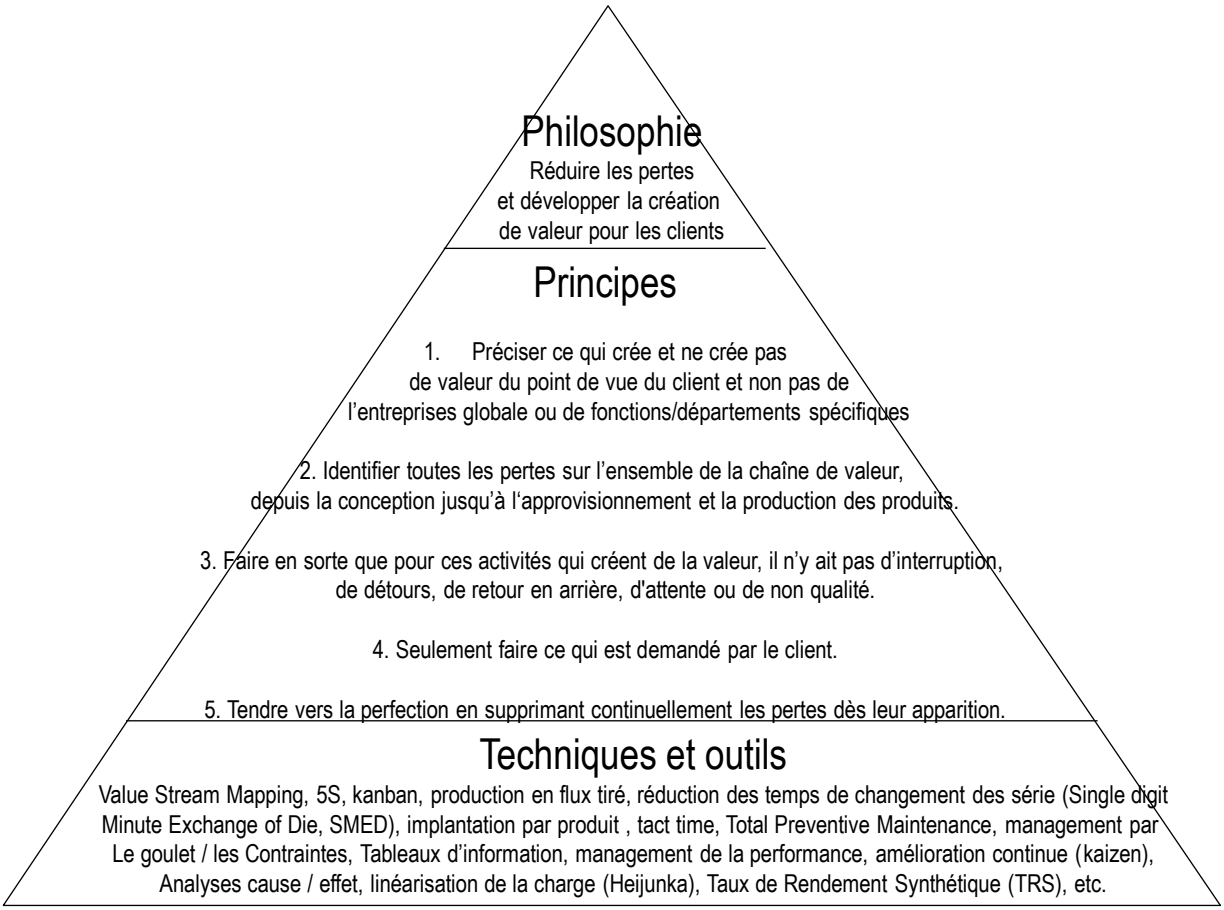


Figure 10 - Les 3 niveaux du management Lean (Stentoft Arlbjørn et Vagn Freytag, 2013)

Dans l'esprit d'un travail en profondeur inscrit dans la durée, Bhasin et Burcher (2006) évoquent la conduite d'un changement culturel au sein de l'entreprise par le déploiement des bonnes pratiques suivantes :

- exprimer une vision sur le devenir de l'entreprise à travers la transformation Lean (Hines et al., 1998),
- définir une stratégie de changement par laquelle l'organisation communique sur la manière d'atteindre les objectifs,
- promouvoir la politique Lean à tous les niveaux de l'entreprise,
- se concentrer systématiquement et continuellement sur le client,
- prendre des décisions au plus près du lieu de création de valeur,
- favoriser la formation, l'apprentissage permanent,
- faire un effort pour maximiser la stabilité dans un environnement changeant dans lequel on tente de réduire les changements d'horaire, les modifications de programme, les changements de la quantité d'approvisionnement,
- développer des relations avec les fournisseurs basées sur la confiance et l'engagement mutuel.

Le management Lean exige donc un engagement à long terme.

Cependant, le Lean en tant que philosophie n'échappe pas à la critique. Selon Hasles et al. (2012), les excès sont préjudiciables (trop de contrôles, rythme de travail trop intense avec des temps de cycle réduits, journées de travail trop longues). L'INRS (2013) met en avant la perte de vue de la finalité des indicateurs, le risque

d'augmentation de la charge mentale des opérateurs par la polyvalence, la mise en compétition des équipes, la densification du travail par la suppression des non valeurs ajoutées. Mais dès 2006, Conti et al. mettent en évidence que le système Lean n'est pas en soi stressant ; le facteur déterminant réside dans la manière de déployer ce système. La mise sous stress des employés doit être évitée. Aussi, est-il primordial de prendre en compte la dimension humaine lors d'un déploiement Lean.

2.4 Le management environnemental (Green)

Selon Duarte (2013), le management environnemental est une autre stratégie d'actualité qui vise à prendre des décisions favorables à l'environnement au sein de l'entreprise. L'impact des organisations sur l'environnement naturel est devenu de plus en plus important (Drake et al., 2011). La réduction ou l'élimination de toute forme de déchets (eau, énergie, air, solides) doit constituer une cible (EPA, 2007). Selon Winston, (2009), l'engagement à être une « entreprise propre » doit être partie intégrante de la stratégie de l'entreprise et concerne donc toutes les fonctions de l'entreprise. Cabral et al. (2012) ont repris les travaux récents sur le management Green. Le management d'une chaîne logistique verte (ou Green Supply Chain Management / GSCM) s'avère être une véritable philosophie pour améliorer les bénéfices des entreprises et leur part de marché, en réduisant les risques et impacts environnementaux (Rao et Holt 2005). Les travaux de Denf et Wang (2008), Guo et al. (2008), Li et Wang (2008) et Srivastava (2007) convergent pour affirmer que le management environnemental doit être déployé sur l'ensemble de la chaîne logistique (conception écologique des produits, sélection et approvisionnement de matériaux verts, marketing vert, consommation verte, procédés de fabrication écologiques, transport écologique du produit final vers les clients et gestion de fin de vie écologique du produit). Mais la performance environnementale ne doit pas se faire au détriment de la qualité, du coût, de la fiabilité (Srivastava, 2007).

Chiappetta Jabbour et al. (2012) proposent une synthèse des pratiques relatives au Management Environnemental – Tableau 5.

Tableau 5 - Les pratiques relatives au Management Environnemental (Chiappetta Jabbour et al., 2012)

Pratiques de Management environnemental	Définition / précision	Source
Politique de valorisation du Management Environnemental	Déclaration formelle de la Direction	Boiral (2006)
Formation des employés sur l'environnement	Formation de tous les employés à l'environnement visant à promouvoir la politique environnementale, et à sensibiliser chacun sur l'impact de ses activités	Daily and Huang (2001
3Rs (Réduction, Réutilisation et Recyclage appliqués à l'eau, l'énergie électrique et aux déchets solides)	L'application des 3Rs améliore la productivité des ressources (ensemble des entrants d'une activité)	Marcus and Fremeth (2009)
Développement de nouveaux produits avec un impact plus faible sur l'environnement		Sarkis (2001)
Development de process de production avec un impact plus faible sur l'environnement		Sarkis (2001)
Sélection des fournisseurs sur la base de critères environnementaux		Jabbour et Jabbour (2009)
ISO 14001 ou d'autres Systèmes de Management Environnemental		ABNT NBR ISO 14001 (2004)
Promotion volontaire d'informations sur la performance environnementale		Boiral (2006)

De manière plus ciblée, Allwood (2009) considère qu'une production est écologique si elle s'appuie sur des technologies de transformation des matières sans émission de gaz à effet de serre, sans utilisation de matériaux non renouvelables ou toxiques, sans génération de déchets.

Par ailleurs, Miller et al. (2010) résument les 9 formes de « déchets » selon Toyota - tableau 6. Elles constituent un cadre d'exigence formel.

Tableau 6 – Les 9 formes de déchets du Management environnemental selon Toyota (Miller et al., 2010)

Concept	Description
Conformité	Conformité par rapport aux exigences
Toxic Release Inventory (TRI)	Plus de 300 produits chimiques soumis à un contrôle
33 / 50 Produits chimiques	Un sous-ensemble de produits chimiques TRI identifiés par l'EPA comme des candidats prioritaires pour la réduction volontariste de leur utilisation par l'industrie
Substances toxiques dans l'air	189 produits chimiques polluant l'atmosphère, énumérés par la Loi sur l'assainissement de l'air
Pondétration des risques	Les produits chimiques toxiques sont pondérés par leur toxicité relative.
Les déchets par unité de production	Pourcentage de la production perdue sous forme de déchets, généralement mesurée en masse.
Energies utilisées	Energies utilisées par l'ensemble des activités de l'entreprise; exprimé en taux de CO2
Génération de déchets solides	Déchets solides incinérés ou déposés en décharge
Cycle de vie du produit	Etude d'impact du produit sur l'environnement depuis l'approvisionnement en matières premières jusqu'à la mise en décharge finale.

Les déchets « Green » sont donc très différents des 7 familles de pertes du Lean.

2.5 Le management des déchets des activités économiques

L'accent mis sur les déchets des activités économiques permet de traiter un huitième domaine de gaspillage pour une entreprise, dans le prolongement des sept familles de pertes du Lean. Après une présentation des enjeux pour la société dans son ensemble et pour l'entreprise en particulier, nous définissons la notion de déchets et nous caractérisons leur typologie. Puis, dans le cadre d'une démarche de progrès centrée sur les déchets, nous mettons en évidence la différence entre la gestion et la prévention des déchets et nous recensons les différentes méthodes d'optimisation du management des déchets.

2.5.1 Les enjeux

Selon un rapport de l'OCDE (2008), la promotion d'une croissance verte et la mise en place d'une économie économe en ressources constituent aujourd'hui un enjeu majeur pour l'environnement et le développement macro-économique. Dans ce contexte, l'amélioration de la productivité des ressources et l'application de politiques assurant une gestion durable des déchets et des matières fondées sur le principe des 3R (réduire, réutiliser et recycler les matières) sont primordiales. Une meilleure productivité des ressources peut contribuer à améliorer à la fois la situation de l'environnement (en réduisant la quantité de ressources nécessaires à l'activité économique et les incidences environnementales correspondantes), la sécurité des approvisionnements et la compétitivité.

Au niveau de l'entreprise, la réduction des déchets solides sur l'ensemble de la chaîne logistique est un enjeu stratégique pour diverses raisons. Tout d'abord, les entreprises cherchent à réduire les coûts en minimisant tous les types de déchets au sein de leurs chaînes d'approvisionnement internes et externes. Deuxièmement, les exigences de la législation et de la réglementation nationale et internationale régissant la gestion des déchets augmentent. Troisièmement, les clients et les consommateurs sont de plus en plus préoccupés par l'impact des produits et des services sur l'environnement.

Selon l'ADEME, des directives européennes et le Grenelle de l'Environnement cadrent un Plan national d'actions sur la prévention des déchets, pour lequel tous les acteurs sont impliqués :

- les consommateurs par leur choix de consommation,

- les entreprises en concevant des produits et services moins générateurs de déchets d'une part et en optant pour des modes de production et de distribution moins générateurs de déchets d'autre part.

En France, en 2006, sur les 868 millions de tonnes de déchets produits, les déchets des entreprises (hors BTP et agriculture) représentent 90 Mt/an :

- 84 Mt/an de déchets non dangereux ou DIB / Déchets Industriels Banals (dont 5 Mt/an collectés avec les ordures ménagères par les collectivités)
- 6 Mt/an de déchets dangereux.

Outre ces 90 Mt/ an de déchets produits par les entreprises, les ménages produisent 31 Mt/an de déchets qui résultent pour l'essentiel de produits mis sur le marché par les entreprises. Ainsi, ces dernières en tant que producteurs ou distributeurs, aux côtés des ménages, peuvent contribuer sensiblement à la réduction de 121 Mt de déchets par an.

En termes d'enjeux pour l'entreprise, toujours selon l'ADEME, le coût de gestion des déchets représente en moyenne 0,5 % de son chiffre d'affaires et environ 6 % de son excédent brut d'exploitation. Ce coût est la somme des factures d'élimination et des charges de collecte et de tri internes. Une dépense équivalente s'y ajoute : le coût d'achat des marchandises dont proviennent les déchets.

2.5.2 La définition du déchet

Hicks et al. (2004) précisent les définitions juridiques de référence sur le plan international du terme «déchet»:

- La directive-cadre européenne relative aux déchets (JO L 78, 1991, p. 3) définit les déchets comme "toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou a l'intention ou obligation de se défaire". Aux fins de la réglementation, la directive définit 16 catégories de déchets.
- La Convention de Bâle, qui concerne les déchets dangereux et industriels, donne la définition suivante :"Les déchets sont des substances ou objets que l'on élimine ou que l'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national" (UNEP 1989, article2). La convention, introduite par l'UE en 1993 et en 1999, a été adoptée par 130 pays à travers le monde.

Selon article L.541-1 du code de l'environnement, « Est un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. ».

Par ailleurs, dans un arrêt de la cour de justice de la Communauté Européenne du 11/11/2004 (affaire C-457/02), il est stipulé qu'il est admis de qualifier un bien, un matériau ou une matière première, résultant d'un processus de fabrication ou d'extraction qui n'est pas destiné principalement à le produire, non pas de déchet, mais de sous-produit dont son détenteur ne souhaite pas « se défaire », à la condition que sa réutilisation soit certaine, sans transformation préalable, et dans la continuité du processus de production.

2.5.3 La typologie des déchets

La production de déchets peut être caractérisée selon leur source, comme les déchets des ménages, les déchets des activités économiques, etc (ADEME, 2013) – figure 11. Les déchets peuvent aussi être classés en fonction du type de matériau par exemple verre, papier, aluminium, etc. Par ailleurs, ils peuvent également être considérés en fonction de leur effet sur la santé, par exemple, dangereux / non dangereux, ou radioactif.

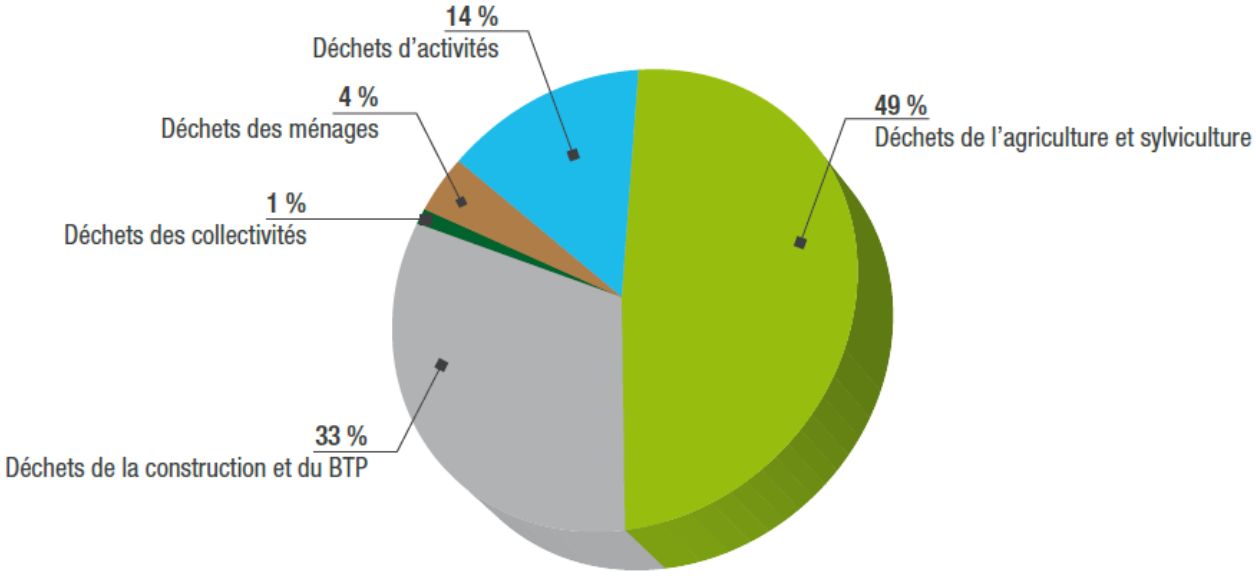


Figure 11 – La répartition de la production de déchets en France, en 2009 (ADEME, 2013)

Hicks et al. (2004) mentionnent que les déchets peuvent être transformés en un produit utile par l'application de procédés supplémentaires. La notion de déchets est souvent relative. Une matière devient un déchet lorsqu'elle perd sa fonction première, mais elle peut avoir une fonction secondaire. Les déchets dans ce contexte peuvent devenir une matière première dans un autre contexte; la notion de déchet dépend du propriétaire ou du processus (Bontoux et Leone, 1997).

2.5.4 La gestion versus la prévention des déchets

Selon l'ADEME (2013), la prévention des déchets, c'est :

- Éviter de produire un déchet : réduction à la source.
- Réduire la dangerosité, la nocivité des déchets produits.

La prévention des déchets se situe en amont du cycle de vie des produits et des services. C'est lorsque le déchet est créé (produit abandonné) que l'on commence à parler de gestion des déchets – figure 12.

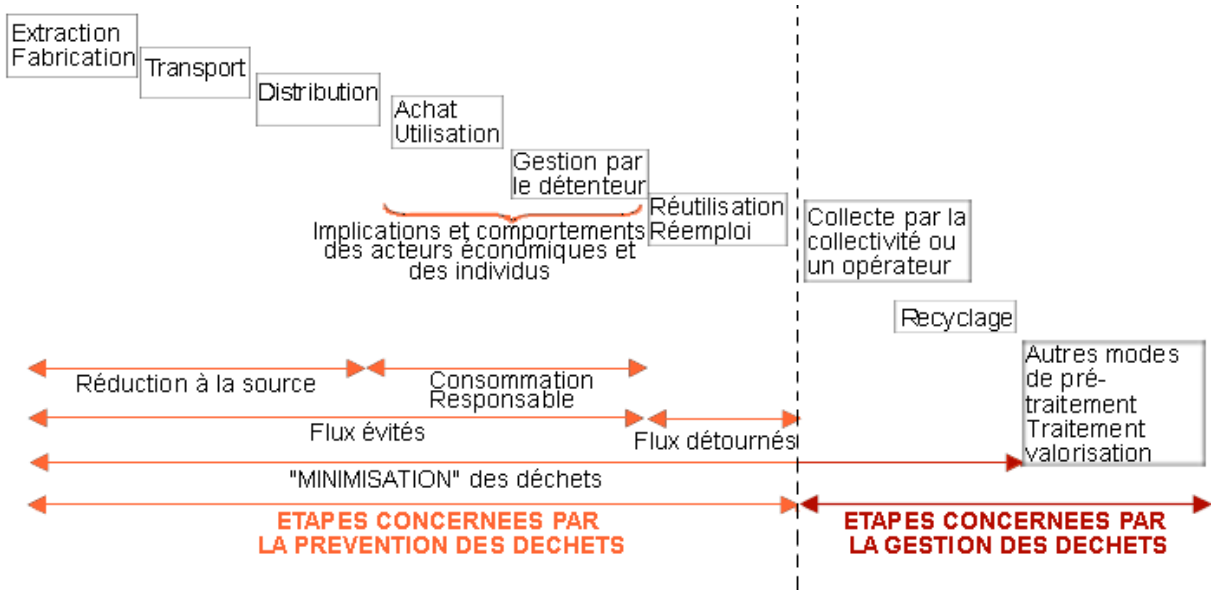


Figure 12 - La prévention versus la gestion des déchets au sein du cycle de vie d'un produit (ADEME, 2013)

Dans la littérature scientifique sur le management des déchets, un large consensus existe autour de la hiérarchisation des actions liées aux déchets, même si quelques nuances existent - tableau 7. Les étapes d'amélioration sont présentées depuis la pire des situations, à savoir la mise en décharge jusqu'à l'élimination radicale. Allen (1994) mentionne trois étapes intermédiaires : la Récupération, la Réutilisation, la Réduction. Ses travaux font référence et sont connus sous le nom de la hiérarchie (ou méthode) 3R. L'étape de Récupération a pour objectif soit de constituer une matière première secondaire via un circuit de recyclage, soit de récupérer de l'énergie (par exemple, les déchets organiques alimentent une centrale énergétique de type biomasse). La Réutilisation évite le déchet grâce à des circuits de réparation, de remise à niveau, d'une part ou à l'alimentation de marchés de seconde main, d'autre part (Kumar et Putnam, 2008). La Réduction est préférable et induit toute forme d'action sur les procédés industriels, pour éviter l'apparition du déchet à la source. Les autres auteurs cités confirment ce cadre méthodologique pour conduire un plan d'optimisation de la prévention et la gestion des déchets.

Tableau 7 - Les différentes études sur la hiérarchisation des options de traitement des déchets

Source	à éviter						préférabble
Allen, D.M. (1994), Morris et al. (1998)	Elimination	Récupération		Ré-utilisation	Réduction		Suppression
Petek and Glavic (1996)	Elimination		Recyclage		Minimisation des déchets par une réduction à la source	Prévention (dès la conception)	Suppression
Mohan Das Gandhi et al. (2006)	Elimination sans récupération d'énergie	Elimination avec récupération d'énergie	Recyclage	Ré-utilisation	Réduction		
EPA (2006)	Incinération - Mise en décharge	Récupération de ressources	Recyclage	Ré-utilisation	Réduction à la source		
Black and Phillips (2010)		Récupération d'énergie	Recyclage	Ré-utilisation	Réduction		Réduction en continue
Schroeder and Robinson (2010)	Mise en décharge	Incinération avec récupération d'énergie	Recyclage	Ré-utilisation	Réduction		Suppression

L'UNEP (2005) et l'EPA (2006) confortent également cette hiérarchisation du management des déchets solides, en visualisant clairement les domaines d'action – figure 13.

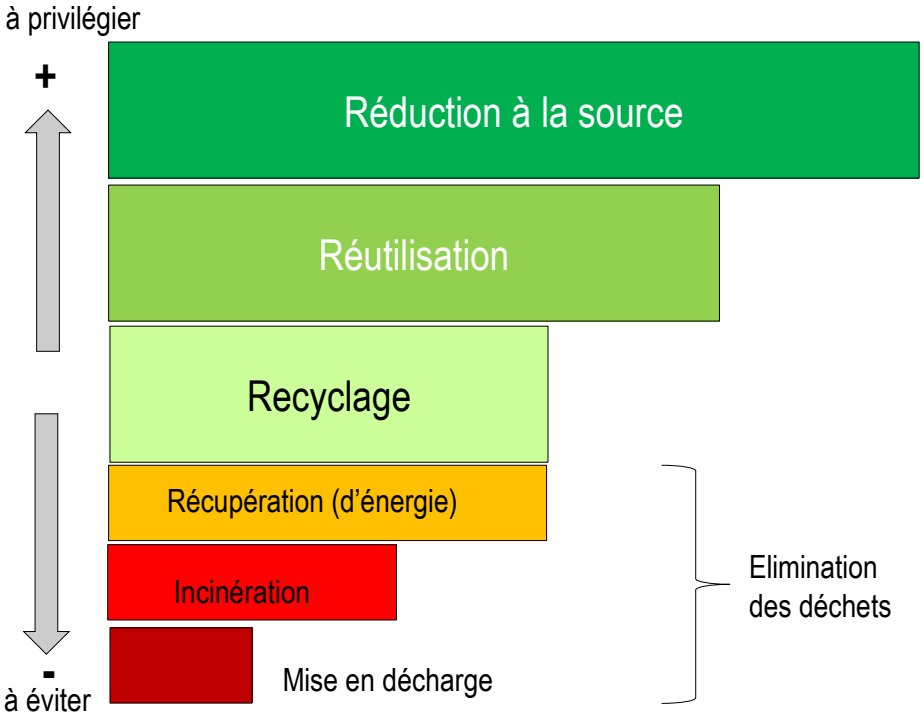


Figure 13 - La hiérarchisation du management des déchets solides (UNEP, 2005; EPA, 2006)

Par ailleurs, des études ont été conduites pour préciser le processus d'optimisation du management des déchets. Une approche séquentielle en trois étapes est décrite par Musée et al. (2007) :

- identification de la source des déchets et quantification,
- évaluation qualitative des causes de déchets,
- définition d'actions possibles pour la réduction des déchets.

De même, Darlington et al. (2009) ont proposé une méthodologie adaptée aux industries agro-alimentaires qui se décompose en quatre étapes :

- inventaire des déchets avec valorisation en termes de quantité tout au long du processus de production,
- hiérarchisation selon l'impact environnemental et le coût de traitement,
- analyse selon les 3R (Réduire-Réutiliser-Recycler) pour mettre en évidence une solution étape par étape du processus,
- élaboration d'un plan de réduction des déchets.

Pour soutenir un tel processus, Darlington et al. (2009) suggèrent d'utiliser des outils supports : représentation IDEF0 (Integrated Definition method – figure 14), schéma des flux physiques visualisant les entrées (matières premières) / sorties (déchets) pour les différentes étapes de fabrication. D'autres chercheurs (Maxime et al., 2006 ; Hogland et Stenis, 2000) recommandent de produire des livrables assez similaires, comme le schéma des flux entrants / sortants (pour les matières, les déchets, les énergies). Hicks et al. (2004) présentent un modèle fonctionnel générique pour la modélisation des flux de matières et des déchets, tant du point de vue physique que du coût, sur l'ensemble de la chaîne logistique.

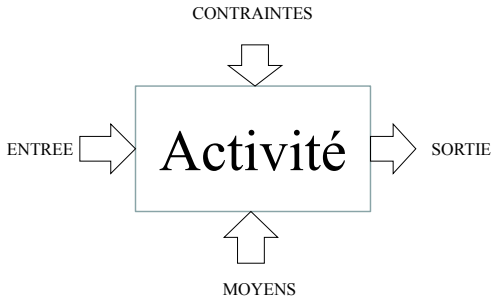


Figure 14 – L'IDEF0 (Kim et Jang, 2002)

2.5.5 Discussion

Des enjeux environnementaux et économiques sont mis en lumière dans le premier paragraphe de ce chapitre Plus spécifiquement, concernant le management des déchets des activités économiques, il est intéressant de comprendre comment une démarche intégrée Lean Green peut contribuer à la réduction des déchets, en ciblant au maximum des actions préventives. La méthode 3R fait certes référence mais un enrichissement par les méthodes/techniques du Lean pourrait réduire davantage les déchets d'une activité. Ce point sera étudié dans le détail dans le paragraphe 3.4 sur l'éco-efficience, afin d'enrichir la connaissance sur les facteurs impactant un plan de minimisation des déchets.

2.6 La dimension stratégique de l'intégration Lean Green

2.6.1 Introduction

Cette introduction présente les orientations stratégiques pour le management Lean d'une part et le management Green d'autre part. L'étude récente de **Dües et al (2013**) synthétise chaque paradigme, en termes d'objectif principal et de focus – tableau 8.

Tableau 8 - Les objectifs et focus des managements Lean et Green (Dües et al., 2013)

	Management Lean	Management Green
Objectif principal	Maximiser les profits grâce à la réduction des coûts (Carvalho et Cruz-Machado, 2009)	Réduire les risques et les impacts environnementaux - Améliorer l'efficacité écologique de l'entreprise et leurs partenaires (SME, 2008 ; Zhu et al., 2008 ; Carvalho et Cruz-Machado, 2009)
Focus	Réduction des coûts et amélioration de la flexibilité grâce à l'élimination continue des non valeurs ajoutées sur l'ensemble de la chaîne logistique (Vonderembse et al., 2006 ; Mollenkopf et al., 2010)	Réduction de l'impact écologique des activités industrielles grâce à l'élimination des déchets, et la suppression des pollutions (Carvalho et Cruz-Machado, 2009 ; Mollenkopf et al., 2010)

Dans la littérature Lean, certains auteurs ont développé la portée stratégique du Lean, qui a été décrit comme « un concept de management en tant que tel » (Pettersen, 2009). Néanmoins, les entreprises ne semblent pas converger sur leur approche du Lean. Certaines se limitent à l'application sporadique d'outils Lean alors que d'autres se montrent plus visionnaires en donnant une véritable dimension stratégique au Lean. Le tableau 9 montre une segmentation du management Lean.

Tableau 9 – Les différentes approches du Lean (Pettersen, 2009)

	Mise en œuvre discrète	Mise en œuvre continue
Cadre philosophique	Améliorations Lean (Leanness)	Pensée Lean (Lean thinking)
Cadre pratique	Boite à outils du Lean (Toolbox lean)	Orientation Lean (Becoming lean)

De leur côté, Cruz-Machado et Leitner (2010) précisent que le Lean est à la fois une philosophie d'élimination de toute forme de pertes et un système d'outils à déployer.

Quant au management Green, les entreprises doivent adopter la stratégie la mieux adaptée à leurs caractéristiques en termes de performances environnementales, afin d'obtenir un avantage concurrentiel sur leur marché (Orsato, 2006). Ainsi, selon cet auteur, la stratégie Green est liée d'une part à la stratégie générale de l'entreprise (réduction des coûts versus différenciation – selon Porter (1980)) et d'autre part, à la valeur perçue par le client, notamment la valeur du produit, du service apporté, ou la valeur inhérente à l'organisation et les processus de l'entreprise. Le tableau 10 synthétise ce double regard.

Tableau 10 – Le modèle stratégique environnemental (Orsato, 2006)

Avantage Compétitif	Coût plus faible	Stratégie 1: Eco-efficience	Stratégie 4: Leadership sur les coûts environnementaux
	Différenciation	Stratégie 2: Leadership par rapport aux normes	Stratégie 3: Labels environnementaux
		Organisation	Produits et services
	Axe de compétitivité		

De manière cohérente, Das Gandhi et al. (2006) proposent une matrice stratégique Green croisant le niveau de respect des règlementations environnementales et l'intensité de la concurrence, pour dégager quatre stratégies selon le tableau 11.

Tableau 11 – Le modèle stratégique Green (Das Gandhi et al., 2006)

Respect de l'environnement	fort	Réactive	Pro-active
	faible	Sensible	Insensible
		faible	fort
		Intensité de la concurrence	

Les entreprises pro-actives positionnent l'environnement comme une opportunité d'affaires potentielles et d'avantage concurrentiel. La stratégie réactive est induite par une impulsion externe ou par le marché. Dans le premier cas, l'entreprise cherche à se conformer aux réglementations environnementales et dans le second cas, les entreprises développent des nouveaux produits pour des clients à forte sensibilité environnementale (Jose et Sawhney, 2003). Les entreprises sensibles voient l'environnement essentiellement sous l'angle technique. Les entreprises insensibles ou passives ne sont pas dans un contexte d'exigence (règlementaire ou marché).

En complément du regard isolé précédemment décrit dans la littérature, le chapitre suivant explore les articles proposant un regard stratégique sur l'intégration Lean Green.

2.6.2 Les voies stratégiques explorées sur l'intégration Lean Green

Cette section analyse les modèles stratégiques de l'état de l'art par ordre chronologique, dans le domaine de l'intégration Lean Green.

Dès 1996, Florida est à l'origine d'une étude qui fait référence. Il a conduit un sondage structuré auprès de 450 usines américaines. Il précise alors que 43% des usines étudiées s'appuient sur un programme TQME (Total Quality Environnemental Management), qui étend les principes du management de la qualité aux aspects environnementaux.

Plus récemment, Corbett et Klassen (2006) ont travaillé sur l'évolution du Management de la Qualité Totale (ou Total Quality Management), pour afficher le concept de Management Intégré de la Qualité Totale et de l'Environnement – figure 15. Une approche systémique et intégrée, d'un point de vue managérial, est la bonne voie pour concilier le Lean et le Green.

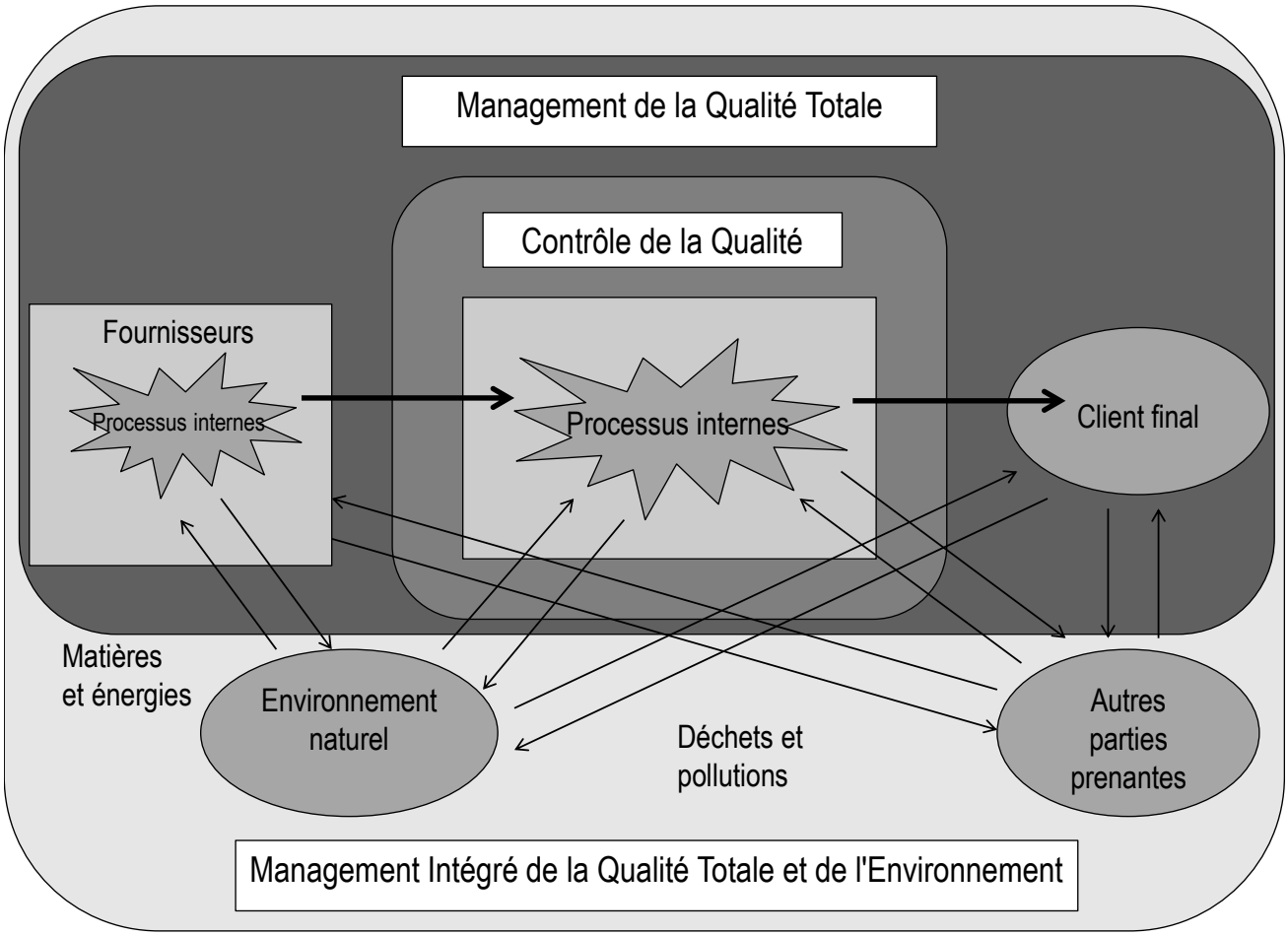


Figure 15 - Le concept de Management Intégré de la Qualité Totale et de l'Environnement (Corbett et Klassen, 2006)

Pojasek (2008) propose également une stratégie intégrée, le Système de Management Lean Green pour une performance durable. Trois leviers conduisent à une activité soutenable : le Lean, le Système de Management Green et une Structuration de l'Excellence, s'appuyant sur un réseau d'indicateurs, des principes directeurs et des bonnes pratiques – figure 16. Les décisions environnementales font alors partie du système global de management de l'organisation. **Les approches Lean et Green sont alignées, pour la conduite des programmes d'amélioration continue.**

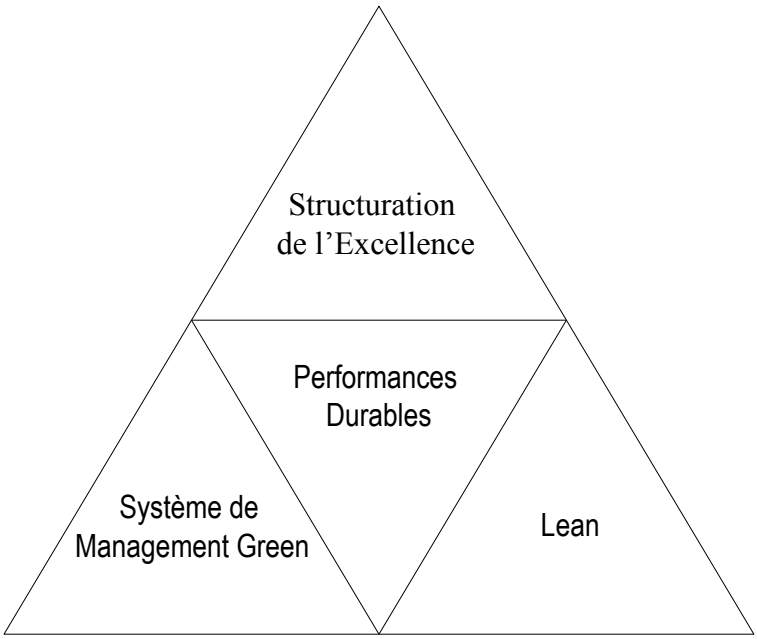


Figure 16 – Le Système de Management Lean Green pour une performance durable (Pojasek, 2008)

L'année suivante, Bergmiller et McCright (2009) présentent un modèle intégré Lean Green qui relie un Système de Management, les **Techniques de Réduction des Pertes** et les résultats en termes de performances – voir tableau 12. Les résultats de leur étude indiquent que les programmes Lean and Green sont synergiques en termes de performances.

Tableau 12 - Modèle Lean Green de Bergmiller et McCright (2009)

Le Système de Management Lean/Green	Les Techniques de Réduction des Pertes Lean Green	Les résultats en termes de performances Lean/Green
Leadership	Vision et Stratégie -- Innovation	Qualité - Coût
Empowerment	Partenariats – Alliances - Opérations	Taux de service des livraisons
		Satisfaction client
Système de Management Environnemental	Fonctions Supports	Profitabilité
	Modification de la conception des Produits et Procédés	Délai
		Position par rapport au marche
Certivification ISO14001	Démontage -- Substitution	Réputation
	Réduction – Recyclage -- Refabrication	Conception des Produits
		Pertes au niveau des Procédés / équipements
	Consommation interne – Prolongation de l'utilisation	Bénéfices
	Retour des conditionnements	Ventes
	Management des risques	
	Création de nouveaux marchés	
	Le tri des déchets	

Plus récemment, Porter et Kramer (2011) ont présenté le concept de Création de Valeur Partagée comme une stratégie qui améliore la compétitivité d'une entreprise tout en faisant progresser simultanément les conditions économiques et sociales des communautés au sein desquelles elle opère. Les entreprises peuvent **créer de la valeur économique par la création de valeur sociétale**. L'auteur suggère trois façons différentes de le faire : par la modification de la conception des produits et des marchés, par la productivité dans la chaîne de valeur (en termes d'utilisation de l'énergie et des ressources sur l'ensemble de la chaîne logistique), et la construction de groupements industriels (ou clusters) autour de l'entreprise.

Enfin, le **concept intégré « LARG »** (Lean, Agile, Résilient, Green) a été étudié (Cabral et al., 2012 ; Carvalho et al., 2011). Les quatre paradigmes ont le même objectif global : satisfaire les besoins des clients, au meilleur coût possible pour tous les acteurs de la chaîne logistique. Chaque concept a cependant ces spécificités : le Lean vise la minimisation des non valeurs ajoutées ; l'Agilité est axée sur une réponse rapide aux évolutions du marché ; la Résilience cherche à répondre efficacement aux perturbations, et le management Green minimise les impacts environnementaux.

2.6.3 Discussion

Les cinq modèles présentés ci-dessus fournissent chacun d'eux des facteurs à prendre en compte pour une entreprise qui souhaite mettre en œuvre une stratégie Lean Green ; celle-ci doit être intégrée, systémique, alignée avec les objectifs stratégiques généraux de l'entreprise et doit porter sur une chaîne logistique élargie, puisqu'elle peut intégrer d'autres parties prenantes que sont classiquement les clients et les fournisseurs. En complément des différents travaux présentés dans ce paragraphe, une étude approfondie d'une stratégie intégrée Lean Green structurant l'impact sur la performance équilibrée (économique, environnementale, sociale) pourrait faire l'objet d'un futur travail de recherche.

2.7 La dimension politique/normative de l'intégration Lean Green

2.7.1 La définition des référentiels

Il est important de définir les principaux moteurs d'une politique Lean Green. Mollenkopf et al. (2010) nous donnent un aperçu intéressant en distinguant les facteurs internes (réduction des coûts, amélioration de la rentabilité, gestion des risques des produits de base, et préservation d'une culture d'entreprise) des facteurs externes (les gouvernements, les clients et les pressions environnementales).

Plus précisément, les normes et les directives constituent des cadres dans lesquels les entreprises peuvent ou doivent établir leurs politiques, des engagements et des actions de progrès. Les normes ISO définissent les exigences ou donnent des lignes directrices sur les meilleures pratiques de management pour l'entreprise. Le système de management ISO 9001 cadre les exigences en termes de qualité et le système de management ISO 14001 mentionne les attendus sur le plan environnemental (Castka et Balzanova, 2008). Les deux systèmes sont en fait très convergents (Kleindorfer et al., 2005).

Toyota est un excellent exemple d'entreprise qui a intégré avec succès une stratégie Lean Green pour sa chaîne logistique dans un contexte mondial, en s'appuyant sur les normes internationales. L'engagement de Toyota s'est traduit dans un déploiement systématique de la certification ISO 9000 et 14000 pour ses sites (Toyota, 2008 ; Womack et Jones, 2005). D'autres contributions ont montré que les organisations certifiées ISO-9000 adoptent naturellement la norme environnementale ISO-14000 (King et Lenox, 2001). En effet, l'excellence des processus opérationnels est implicitement ou explicitement une condition préalable à une stratégie Green efficace.

Récemment, de nouveaux domaines spécifiques ont été couverts par la production de normes et standards internationaux. Ainsi, la norme sur le management de l'énergie ISO 50001 a été lancée en 2011. En fait, il est estimé que la norme pourrait avoir un impact sur près de 60% de la consommation énergétique mondiale. ISO

50001 permettrait aux entreprises d'intensifier leur efficacité énergétique, de réduire les coûts et d'améliorer la performance énergétique. A ce jour, aucune norme sur la mise en œuvre d'un système de management des déchets n'est encore disponible.

Cette année, Duarte et Cruz-Machado (2013) ont proposé un article sur la modélisation Lean Green à partir d'une revue des modèles de management : le prix Deming, le prix Malcom Baldrige National Quality Award, le référentiel European Foundation for Quality Management, le prix Shingo et les normes internationales ISO 9000 (qualité)/14000 (environnement)/18000 (santé et sécurité)/26000(responsabilité sociétale). L'étude révèle un certain nombre de caractéristiques communes à la plupart des modèles de management ; aussi, ces points de convergence constituent les lignes directrices d'un modèle Lean Green que les auteurs proposent – voir figure 17. Dans sa structuration, le modèle s'inspire de l'EFQM. Le contenu des exigences de la transformation Lean Green par critère du modèle est présenté dans le tableau 13. Ainsi, ce travail de Duarte et Cruz-Machado (2013) constitue un cadre de référence intéressant.

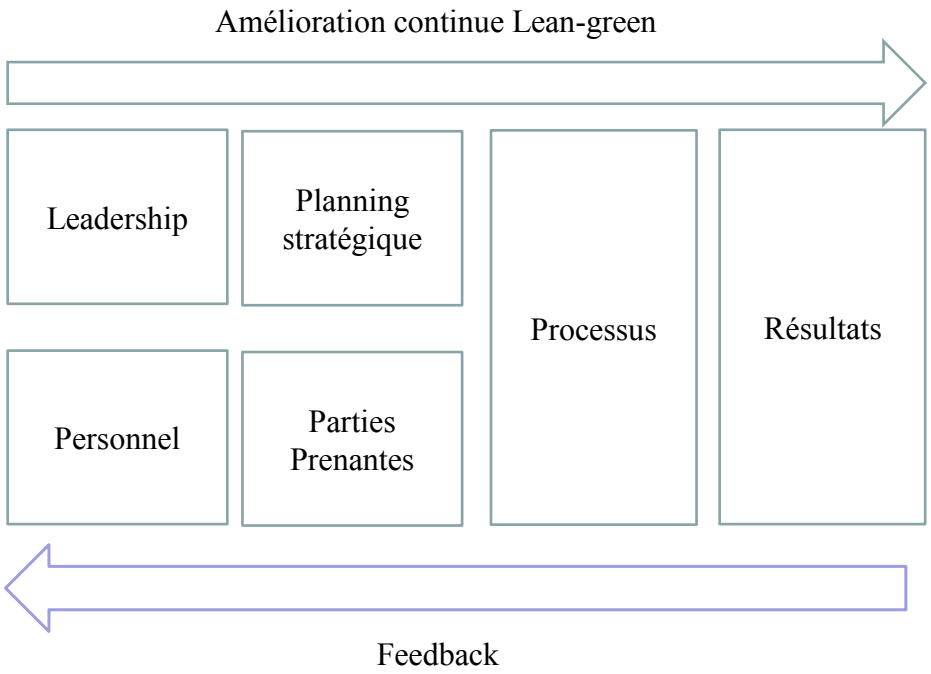


Figure 17 – Modèle Lean Green de Duarte et Cruz-Machado (2013) / Structuration selon l'EFQM

Tableau 13 - Modèle Lean Green de Duarte et Cruz-Machado (2013) / Caractérisation détaillée

Critères	Exigence de la transformation Lean Green
Le Leadership	La direction doit démontrer son engagement dans la transformation Lean Green à travers la définition et la communication d'objectifs stratégiques mesurables La direction doit s'assurer que les principes de l'approche Lean Green sur la réduction des déchets et l'optimisation de l'efficience sont déployés La direction doit définir des engagements avec les parties prenantes et assurer la communication avec elles, afin de réduire les risques environnementaux, les coûts et les cycles La direction engage les investissements nécessaire à la transformation Lean Green La direction doit définir une organisation facilitant la prise de décision La direction doit s'assurer que les exigences juridiques et les normes sont appliquées sans écart La direction doit veiller à l'application de systèmes de management facilitant la mise en œuvre du Lean Green
Les Hommes	Engager chaque employé à éliminer tout gaspillage, à révéler les problèmes et apporter des améliorations. Déployer un plan de formation afin d'accroître les compétences des employés Former aux processus transversaux, aux activités permettant un enrichissement des tâches et une flexibilité du travail. Encourager les employés à explorer de nouvelles façons de travailler, de proposer des idées innovantes Récompenser et reconnaître les employés Définir les compétences requises pour les salariés
Le Planning Stratégique	La direction doit partager la stratégie Lean Green à tous les niveaux de l'organisation La direction doit établir des plans de déploiement et objectifs opérationnels Lean Green, en mettant l'accent sur le client et d'autres parties prenantes principales. La direction doit communiquer à travers des réunions et des rapports Le déploiement de la démarche Lean Green est continu
Les Parties Prenantes	L'organisation doit se concentrer sur la création de valeur pour les clients, les investisseurs, les employés et les communautés L'organisation doit entretenir une relation proactive à long terme L'organisation doit promouvoir l'engagement et la communication avec ses parties prenantes (par exemple les fournisseurs ou les clients) L'organisation doit définir des alliances stratégiques et établir une coopération étroite avec elles L'organisation doit assurer la sélection de ses fournisseurs selon des critères Lean Green L'organisation doit encourager ses fournisseurs à déployer le management Lean Green dans leur entreprise
Les Processus	Chaque processus doit ajouter de la valeur pour le client, et réduire tous les types de déchets (les pertes Lean et les déchets environnementaux) L'organisation doit mettre à disposition les ressources nécessaires La direction doit déployer des outils pour améliorer la réussite des activités Lean Green Le modèle 3R (réduire, réutiliser, recycler) doit être prise en considération L'organisation doit garantir un meilleur environnement de travail en appliquant la méthodologie 6S (5S + sécurité) L'organisation doit utiliser la cartographie des flux de valeur Green (actuelle et cible) afin de mieux contrôler les processus, sur le plan des ressources, des informations et des déchets Les standards de travail doivent être définis ; la documentation intègre les meilleures pratiques Lean Green et l'organisation s'assure que les standards sont respectés L'organisation doit favoriser l'amélioration continue (sur toute la chaîne de valeur). Certains outils peuvent être utilisés tels que le rapport A3 ou des outils d'analyse
Les résultats	La direction doit choisir des indicateurs Lean Green pour voir comment l'organisation apporte de la valeur au client L'organisation doit suivre et mesurer sa performance Lean Green, pour les domaines suivants : les coûts, la productivité, la qualité, les processus, les produits, les clients et le personnel. La direction doit analyser les données pour comprendre les besoins à court et à long terme

2.7.2 Discussion

Dans le prolongement de la définition d'une stratégie Lean Green, la clarification de la politique de l'entreprise est importante. Au-delà des référentiels de management déjà connus (ISO 9001/14000/50001), l'exploitation du modèle intégré Lean Green proposé par Duarte et Cruz-Machado (2013) peut faciliter le travail de

l'entreprise. Cependant, le modèle ne développe pas suffisamment la notion d'intégration du management Lean et du management Green. Par exemple, les outils précisés pour le critère processus sont soit des outils du Lean, comme le 5S, soit des outils du Green, comme le 3R. Un travail sur des outils méthodologiques intégrés Lean Green constitue une voie de recherche possible que nous allons développer dans le paragraphe 3.4 sur l'éco-efficience. Par ailleurs, le processus d'amélioration continue n'est pas caractérisé de façon précise.

2.8 L'intégration Lean Green et la chaîne de valeur de Porter

2.8.1 Introduction

Après avoir abordé l'intégration Lean Green sous l'angle stratégique et politique, dans cette section, nous portons un regard plus opérationnel sur les processus de l'entreprise. Leur décomposition selon la chaîne de valeur de Porter (1980) fait référence – figure 18. Les sections suivantes analysent l'état de l'art pour chaque processus, en démarrant par les activités principales et en poursuivant par les activités de soutien. Les simplifications suivantes ont été intégrées : les logistiques internes et externes sont regroupées dans la même section, la commercialisation/vente et les services sont également fusionnés. Pour chaque processus, nous mentionnons les articles de référence sur le Lean, le Green, puis l'intégration Lean Green. Nous synthétisons alors les convergences ou divergences entre les deux paradigmes, dans la section 2.8.9.

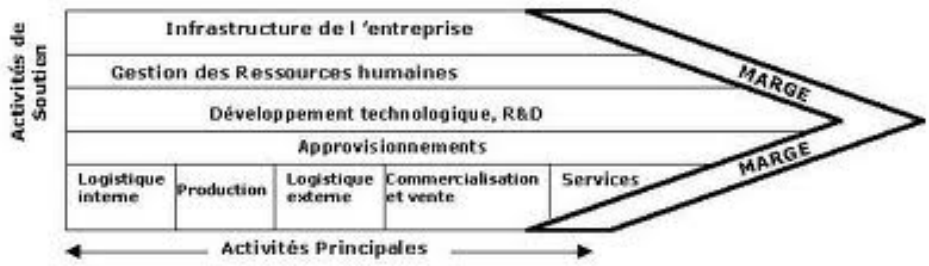


Figure 18 – La chaîne de valeur de Porter (1980

2.8.2 L'intégration Lean Green et les activités de Commercialisation, ventes et services

Cette section est abordée sous l'angle du Marketing. Dans ce domaine, peu de travaux ont tenté de combiner les approches Lean et Green.

Le management Lean doit non seulement réduire toute forme de perte, mais également développer la **création de valeur pour le client** (Stentoft Arlbjørn et Vagn Freytag, 2013).

Spécifiquement, le **Marketing Green** intègre plusieurs activités : la segmentation Green, le positionnement écologique de la marque, le développement de produits verts, la promotion du Green, l'éco-étiquetage (Leonidou, 2011). Par conséquent, les actions du Marketing doivent dépasser la simple communication (via les écolabels, par exemple), pour analyser en profondeur les besoins environnementaux des consommateurs (Polonsky, 2011 ; Rex et Baumann, 2007). Tseng et al. (2013) ont étudiés le comportement des consommateurs, de la région de l'Asie-Pacifique. Ceux-ci sont de plus en plus demandeurs de produits et services écologiques. Ainsi, de véritables opportunités existent pour les entreprises, à condition d'intégrer le concept Green dans leur stratégie globale.

Un champ prometteur pour le marketing Lean Green est ouvert par l'augmentation des offres de service. La tendance est d'intégrer le **concept de " Product Service System ", l'objectif étant non seulement de vendre un produit, mais aussi un service qui lui est associé** (Geng et al., 2001). Cette orientation répond

donc au principe du Management Lean, qui vise à maximiser la valeur ajoutée à la clientèle, et dans le même temps à **réduire la matérialité du produit et donc les déchets associés**. Ce passage de la vente de produits à la prestation de services offre donc des avantages économiques et environnementaux potentiels. En retour, cela exige un changement d'orientation, pour passer d'un management de volumes de produits simples à la maîtrise de liens complexes entre la conception, la consommation et l'efficience qui créent un maximum de valeur, tout en réduisant l'impact environnemental des produits (Corbett et Klassen, 2006). Le Velib à Paris, système de location en libre-service (www.velib.paris.fr) est un exemple récent qui devient courant dans notre vie quotidienne et qui se généralise dans toutes les grandes villes. En échange d'un paiement, le produit peut être utilisé ; ainsi, les droits de propriété sont remplacés par des droits d'utilisation. L'utilisation des produits est optimisée et l'impact sur l'environnement est moindre.

Un autre concept contribue grandement à une optimisation environnementale, le marché de l'occasion ; il concerne par exemple les produits high-tech au cycle de vie court. Alors ce type de marché est incontestablement particulièrement approprié (Zhilei et Wei, 2011).

2.8.3 L'intégration Lean Green et l'activité Logistique (interne / externe)

Le but d'une Chaîne Logistique Lean est de réduire toute forme de pertes ou d'absence de valeur ajoutée, qui impacterait les cycles, les coûts, les surfaces (Corbett et Klassen, 2006). Dans cette section, nous nous référons à logistique interne et externe, selon le modèle de la chaîne de valeur de Porter, mais aussi au sens plus large de la Chaîne Logistique (ou « Supply Chain »), réseau d'acteurs interconnectés participants au processus de transformation et de distribution pour un produit donné. Par conséquent, nous incluons la logistique traditionnelle, les transports ainsi que les flux de matières et d'informations entre les différents acteurs de la Chaîne Logistique.

D'une part, **une stratégie Lean basée sur le principe du «juste- à-temps » (et donc des petits lots)** conduit à un impact négatif sur l'environnement : plus de transport, plus d'emballage et des opérations de manutention complémentaires. D'autre part, une **chaîne d'approvisionnement Green** vise à minimiser l'impact sur l'environnement ; elle intègre une **consolidation des flux, une optimisation des chargements, l'utilisation de moyens de transport propres et éventuellement leur partage** (de Brito et al, 2008). Mollenkopf et al. (2010) confirme le regard controversé des études scientifiques concernant l'impact des managements Lean et Green sur la Supply Chain. Les entreprises dites durables, intègrent non seulement l'optimisation des ressources utilisées (matières, énergie), mais aussi la réduction de toute forme de pertes.

Pour intégrer la dimension environnementale dans les chaînes logistiques, Corbett et Klassen (2006) précisent que les entreprises doivent aller au-delà du client final et intégrer la fin de vie du produit, avec les processus de recyclage et l'élimination. On parle alors de **Supply Chain inverse ou en boucle fermée** (Guide et Van Wassenhove, 2003). Pour Kleindorfer et al (2005), la Chaîne Logistique inverse commence lorsque le client retourne le produit et se termine lorsque l'entreprise a récupéré la valeur maximale. Les retours de produits peuvent inclure des retours d'emballage ; des rappels et retours de consommateurs dans la phase de distribution, les réparations, et enfin les retours en fin de bail, d'utilisation ou de vie. Des sites de retraitement prennent en charge les activités d'inspection, décident de l'opération adéquate à réaliser (réparation, remise à neuf, utilisation de pièces de rechange ou recyclage), reconditionnent et remettent sur le marché le nouveau produit (Guide et Van Wassenhove 2001).

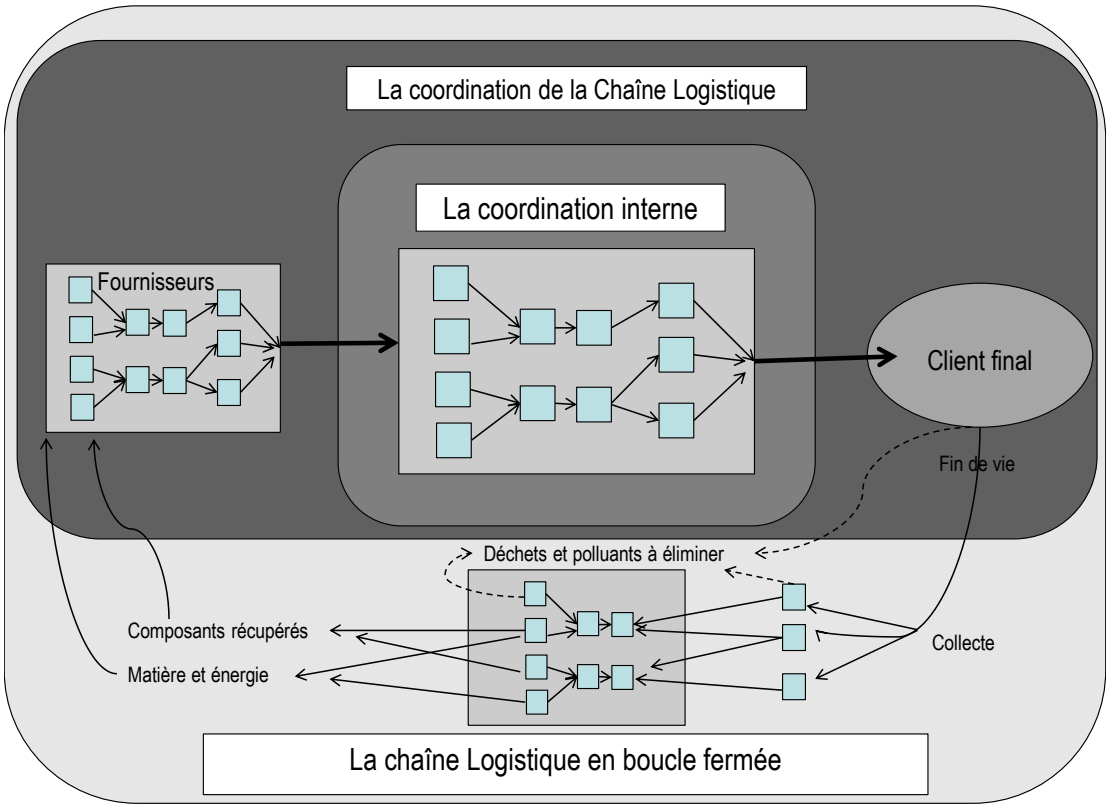


Figure 19 - La Chaîne Logistique en boucle fermée selon Corbett et Klassen (2006)

La figure 19 illustre cette évolution en trois étapes de Management de la Supply Chain, de la coordination au sein de l'entreprise, à la **coordination globale en intégrant de multiples parties prenantes**. Plus récemment, Özkır et Baslıgil (2013) en déclinent un modèle d'optimisation multicritères d'une chaîne logistique inverse, basé sur les quantités transportées, les volumes de production, les quantités d'achat.

Pour cette Supply Chain vue comme un réseau d'acteurs interdépendants, le **concept d'économie circulaire** affine cette organisation globale en boucle ; il cible l'optimisation du rendement de la matière. Conceptualisé à l'origine par Braugart et al. (2007), dans leur célèbre livre « Du berceau au berceau », il contribue à la cible du «zéro déchet» : celui-ci est utilisé comme une ressource pour produire un autre produit ou, plus généralement, est utilisé dans une autre chaîne de valeur; chaque objet a par conséquent une seconde vie ! L'économie circulaire est donc opposée au gaspillage (Braungart et al, 2007; Kumar et Putnam, 2008). L'objectif est d'appliquer le principe d'un écosystème naturel à la production industrielle (Braungart et al., 2007). Ce nouveau concept conduit à la redéfinition des processus industriels afin de produire des solutions propres et de créer une industrie où tout est réutilisé - retourné au sol sous forme d'éléments non-toxiques (biodégradable), les « nutriments biologiques » ou retourné à l'industrie sous forme de « nutriments techniques » en tant que matières premières pour d'autres produits qui peuvent être indéfiniment recyclés. Une chaîne d'interdépendance est donc construite dans laquelle le producteur, ses fournisseurs et les clients ont tous la responsabilité conjointe de la non-toxicité de leur activité ; ces groupes de fabricants sont donc les communautés (cluster) organisées pour exploiter les déchets des uns et des autres. Ce nouveau modèle économique est rentable : la croissance et l'écologie ne s'opposent plus. L'analyse de l'impact de la mise en œuvre de l'économie circulaire dans les secteurs industriels précurseurs montre ses avantages et opportunités (réduction des matières premières utilisées et de l'énergie consommée, etc.), à condition que des exigences (par exemple, démontage / séparation facile) soient intégrées dès le stade de la conception des produits (Kumar et Putnam, 2008). Ce nouveau modèle est considéré comme un véritable facteur de croissance (Pujari , 2006).

En synthèse, une Chaîne Logistique Lean Green intègre des boucles de retour des produits et s'inscrit dans un réseau étendu, par l'application du concept de l'économie circulaire.

2.8.4 L'intégration Lean Green et l'activité de Production

C'est dans le domaine de la production que le concept du Lean a été initié. L'objectif de la Production Lean (Lean Manufacturing) est **d'accélérer les flux en réduisant la non-valeur ajoutée** dans le cadre d'un processus d'amélioration continue (Womack et al., 1990; Florida, 1996).

De son côté, le management Green en production se concentre sur l'efficience des ressources (matières, énergie) et la réduction des déchets (Sarkis, 2003). Ces actions constituent un volet majeur du concept **d'éco-efficience** développé par le World Business Council on Sustainable Development (Maxime et al. 2006). Une **production propre vise à prévenir la pollution à sa source** (Rao, 2004 ; Wang et Gupta, 2011).

L'étude de King et Lenox (2001) sur les systèmes de Production Lean a conclu que ceux-ci étaient complémentaires aux pratiques environnementales et permettaient ainsi de réduire le coût marginal de réduction de la pollution. L'étude de Rothenberg et al. (2001) a également souligné le lien favorable entre la production Lean et les performances environnementales. L'utilisation croissante du « Lean » et du « Six Sigma », pour maîtriser les procédés de production, présente une opportunité importante de réduction des impacts négatifs sur l'environnement, grâce à une meilleure efficience globale (Langenwalter, 2006). Plus précisément, dans leur état de l'art, Dües et al. (2013) mentionnent que les **techniques de réduction des pertes en production (maîtrise de la qualité, définition de standard, management visuel, 3R, etc)** sont similaires aux deux paradigmes Lean et Green, selon les travaux de (Bergmiller et McCright, 2009)

Franchetti et al., (2009) abordent le sujet de la synergie sous l'angle de l'ingénierie. L'ingénierie industrielle vise à améliorer les activités humaines, les opérations et la technologie et s'appuie sur le concept du Lean. De son côté, l'ingénierie Green conduit des actions environnementales : choix de matériaux à faible impact environnemental, définition de procédés de production plus propres, maximisation de l'efficacité de l'énergie et de l'eau, minimisation des déchets, conception de procédés de recyclage et de réutilisation des matériaux. Ces deux ingénieries doivent absolument collaborer pour atteindre une performance économique et environnementale optimale.

2.8.5 L'intégration Lean Green et l'activité de Développement

L'application du Management Lean à la conception des produits et process permet de mieux répondre aux exigences des clients qu'elles soient explicites ou implicites. La mise en œuvre de **la Conception à L'Ecoute du Client** permet d'optimiser la valeur du produit (Hara et al., 2013). L'intégration des tendances écologiques du marché complète la valeur du produit : une réduction des matières premières, une réduction de la consommation d'énergie lors de sa production et son utilisation, l'intégration de matériaux facilement recyclables ou de composants facilement séparables, une conception modulaire, un démontage aisé et une durée de vie accrue (de Ron, 1998). La mise en œuvre de bonnes pratiques de conception en découle. Le développement de nouveaux concepts peut aller jusqu'à la dématérialisation (Chulvi et Vidal, 2011). En fait, les performances en termes d'innovation et d'écoconception sont étroitement liées (Santolaria et al., 2011). Le concepteur doit penser aux impacts environnementaux à tous les stades de la conception (Franchetti et al., 2009)

Une entreprise peut même viser à certifier ses produits : l'écolabel est un avantage potentiel pour gagner la confiance des clients (Houe et Grabot, 2009). En complément de l'écoconception présentée précédemment**, l'éco-innovation** vise à éliminer les substances toxiques, à utiliser des matériaux recyclés et recyclables (via une installation de recyclage dédiée), à utiliser des énergies renouvelables, à utiliser l'eau d'une manière non polluante et rationnelle dans les processus de production, et enfin à ne plus de proposer un produit mais un

service (Braungart et al., 2007). Dans le cadre de nouveaux modèles de management, les entreprises peuvent proposer une solution étendue pour intégrer l'ensemble du cycle de vie (Kujala et al. , 2011).

Au-delà de la performance du produit mis sur le marché (innovation, meilleur coût, faible impact sur l'environnement), la performance du processus de développement des produits est cruciale. La réduction du cycle est un enjeu majeur, car il donne la possibilité de gagner un avantage concurrentiel décisif. Pour accélérer le processus de développement, les tâches des différents secteurs sont effectuées en parallèle et non en séquence (**ingénierie simultanée**). Ainsi, dans un esprit Lean, «faire bon du premier coup tout en anticipant au maximum" est le principe associé qui sous-tend la performance du processus de développement. L'intégration Lean Green dans ce processus consiste à **prendre en compte les exigences environnementales au plus tôt**. Les **risques environnementaux sont alors évalués à travers la méthode LCA (Life-Cycle Assessment)** (Zhu, et al., 2008). Egalement, les méthodes d'éco-conception doivent être maîtrisées : Design for Recycling, Disassembly, Reuse, Remanufacturing, Sustainability (Michelini et Razzoli, 2004). Elles sont appliquées au plus tôt à travers la **méthode LCP (Life Cycle Planning)** (Kobayashi, 2006), et ce, de manière systématique à partir de check-lists et de guides de conception et de matrices MET (Matériaux, Energie, Toxicité) (Knight et Jenkins, 2009). Selon Franchetti et al. (2009), le concepteur doit être focalisé sur les impacts environnementaux à tous les stades de la conception.

2.8.6 L'intégration Lean Green et l'activité d'achats

Il a été démontré que le déploiement du Management Lean conduit à une forte implication de la fonction **Achats dans la mise en œuvre du Plan de développement des fournisseurs**. Ceux-ci, en tant qu'acteurs de "l'entreprise étendue", contribuent grandement à la réussite d'un déploiement du Lean (Panizzolo, 1998). Demander aux fournisseurs de **participer au programme Lean** d'une organisation et les encourager à prendre fait et cause pour le Lean dans leurs propres entreprises est un bon moyen d'optimiser l'ensemble de la chaîne de valeur. C'est pourquoi, le travail avec la fonction Achats est crucial (Pojasek, 2008).

Pour adopter des pratiques **d'achats écologiques, la fonction Achats est impliquée dans** l'analyse du cycle de vie des produits, dans la conception pour renforcer le recyclage ou la réutilisation du produit et dans la réduction des ressources consommées (Carter et al, 1998 ; Min et Galle, 2001). Walton et al. (1998) ont identifié cinq domaines directement liés à l'impact des Achats sur la performance environnementale des industries : les matériaux utilisés, les procédés utilisés pour la réalisation des produits, l'amélioration des processus des fournisseurs, l'évaluation des fournisseurs, et les processus logistiques (Corbett et Klassen, 2006). Selon Hajmohammad et al. (2013), les Achats peuvent guider les fournisseurs pour améliorer l'efficience de leur fabrication (amélioration de la qualité, réduction des déchets). Par exemple, Walmart a mis en place un outil d'évaluation des fournisseurs, afin de mesurer leur effort pour réduire les emballages. Ainsi, l'éco-efficience des fournisseurs est améliorée et l'empreinte écologique de Walmart est réduite (via l'efficacité énergétique des transports) (Plambeck, 2007 ; Stundza, 2006).

La mise en œuvre d'une stratégie d'achat écologique peut s'expliquer par un certain nombre de facteurs. Tout d'abord, des facteurs exogènes peuvent faire pression sur l'entreprise : la réglementation, les demandes des clients. Deuxièmement, l'entreprise peut souhaiter amorcer un processus vertueux ; l'engagement de la Direction est alors un facteur préalable à l'élaboration d'une véritable collaboration avec les fournisseurs sur le plan environnemental (Yen et Yen, 2011).

Sur le plan de l'intégration Lean Green, l'amélioration des systèmes de production des fournisseurs conduit à des avantages directs et indirects sur le plan économique et environnemental, généralement à travers la réduction des pertes (Simpson et Power, 2005; Mollenkopf et al , 2010). Dans le cadre de programmes Lean, des contrats cadrent l'exigence sur le partage d'informations, l'amélioration des performances (Dyer, 1997 ; Lamming, 1993). Klassen and Vachon (2003) évoquent deux types d'activité, la collaboration et l'évaluation. La dimension environnementale y est intégrée, pour constituer un véritable **Plan Lean Green de développement des fournisseurs** (Simpson et Power, 2005).

2.8.7 L'intégration Lean Green et l'activité de Management des Ressources Humaines

Comme nous l'avons mis en évidence dans le paragraphe " 2.2 – Le management de l'excellence opérationnelle (Lean) ", le Lean et son impact sur la motivation du personnel est sujet à controverse. Fondamentalement, la dimension humaine est un pilier du Management Lean. Elle se traduit par une organisation **stimulant le travail d'équipe, le développement de la responsabilité individuelle et collective, le renforcement des compétences et la reconnaissance des efforts** (de Tréville, 2006). Dès 1993, Suzaki insiste sur l'importance de déployer des facteurs porteurs de sens pour le personnel : la déclinaison de la vision de l'entreprise auprès des équipes, le développement du sens du client. De la même manière, Nightingale (1999) prône de promouvoir la pensée Lean à tous les niveaux de l'entreprise et de se concentrer en permanence sur le client. Biazzo et Panizzolo (2000) insistent davantage sur la variété des tâches. La polyvalence, la rotation de poste doivent être accentuées. L'intégration de tâches complémentaires (maintenance, contrôle de la qualité) devient nécessaire. Et les décisions doivent être prises au plus près du terrain. Par ailleurs, l'implication de tout le personnel dans le processus d'amélioration continue est un aspect incontournable qui induit la nécessité de faire progresser la capacité de chacun à résoudre les problèmes. (Shah et al., 2007). Cette implication du personnel encourage le travail d'équipe et donc la motivation (de Tréville, 2006). Pour Nightingale (1999), le développement des formations doit aider chacun à comprendre les étapes avant et après son propre travail. Concernant un thème important du management, le « feed-back », deux orientations sont souhaitables : l'exploitation de tableaux de bord mesurant les performances, et la reconnaissance appropriée des employés. Suzaki (1993) traduit la notion de « feedback » par l'installation de systèmes de mesures QCDSM (Qualité, Coût, Délai, Sécurité, Motivation) dans les équipes. Selon Nightingale (1999), une communication ouverte doit permettre de développer des relations basées sur la confiance et l'engagement mutuel ; et l'encadrement doit chercher à stabiliser la composition des équipes malgré un environnement très changeant, pour maintenir une dynamique.

Néanmoins, quelques études récentes ont été publiées sur le **Lean et le stress**. Hasle et al. (2012) ont réalisé une revue de littérature scientifique sur les effets du Lean sur la santé, et le bien-être au travail ; ils ont en fait résumé onze travaux de recherche. Tout dernièrement, l'INRS (2013) a publié un rapport qui apporte un éclairage sur les questions que pose le Lean Manufacturing vis-à-vis des aspects de santé et sécurité au travail. Les travaux peuvent être considérés comme très convergents. Aussi, il peut être conclu **qu'une mise en œuvre excessive ou décalée par rapport à l'esprit originel du management Lean peut démotiver voire stresser le personnel**. Malgré les doutes exprimés parfois (Kamata et Jobin, 2008), le Lean n'est pas intrinsèquement stressant. Cela dépend principalement des modes de mise en oeuvre du management Lean (Conti et al., 2006). Par ailleurs certaines caractéristiques semblent être des facteurs de motivation incontournables : l'apprentissage continu, la responsabilisation et l'autonomie (à condition d'être bien sûr formé et soutenu).

Spécifiquement sur le management environnemental de l'entreprise et l'intégration Lean Green, pour **Florida (1996**), **l'implication** des salariés dans l'amélioration continue de la fabrication est un élément central. En effet, environ deux tiers des entreprises interrogées pour son étude (sur un panel de 450) ont impliqué les opérateurs dans leurs efforts de prévention de la pollution. Le personnel de production compose alors des équipes pluridisciplinaires (opérateurs, ingénieurs, fonctions supports) pour combiner leurs efforts afin de générer à la fois de la productivité et des performances environnementales (exemple : réduction de déchets dangereux). La **formation** constitue par ailleurs un levier de progrès. Les résultats de Florida (1996) suggèrent que les efforts des entreprises pour améliorer les processus de fabrication et augmenter la productivité créent des opportunités importantes pour l'amélioration de l'environnement. En d'autres termes, la poursuite du zéro défaut et les stratégies de fabrication orientées vers des stocks zéro produisent des retombées positives pour l'environnement et créent le cadre d'approches innovantes pour la réduction des émissions et de la prévention de la pollution. En outre, le volet humain constitue une vraie alternative aux

investissements technologiques lourds dans l'obtention de ces performances. Plus récemment, les études de Daily et Bishop (2012) et Chiappetta Jabbour et al. (2012) mettent en avant l'importance de l'implication du personnel, de leur formation, du travail en équipe, pour améliorer les performances environnementales.

Deux études publiées en 2013 se sont concentrées sur l'intégration Lean Green. Dües et al. (2013) ont réalisé un état de l'art structuré sur le sujet et mettent en avant la participation du personnel comme élément clé (Gordon, 2001 ; Bergmiller et McCright, 2009; Bicheno et Holweg, 2009; Mollenkopf et al, 2010). Pour Duarte et Cruz-Machado (2013), la direction doit montrer clairement sa volonté d'évoluer rapidement, en désignant un leader Lean Green. Franchetti et al (2009), Black et Phillips (2010) évoquaient déjà l'intérêt d'intégrer un ingénieur Lean Green dans l'organisation ; son rôle est d'éliminer toute forme de gaspillage, de réduire la variabilité des processus, de créer des produits acceptables du point de vue environnemental et pouvant être produits dans une usine rejetant zéro déchet. Concernant les formes de « feed-back », Duarte et Cruz-Machado (2013) proposent un déploiement du reporting 3A (Activity Area Analysis) d'Harrington (2012) et plus spécifiquement la mise en place d'indicateurs Lean and Green. Bien-sûr, des formes de récompenses / reconnaissance doivent être associées aux performances. Enfin, une communication régulière doit être organisée (Duarte et Cruz-Machado, 2013 ; Pojasek, 2008).

La dimension humaine est donc fondamentale. Elle est sujet à controverse quant aux effets du Lean. Aussi, pour l'entreprise qui souhaite développer une culture Lean Green, il est fondamental de mettre sous contrôle les facteurs clés de succès mentionnés précédemment, pour garantir la motivation du personnel.

2.8.8 L'intégration Lean Green et l'activité de Management des infrastructures

Le management des " Infrastructures " couvre un large éventail d'activités dans les entreprises : les bâtiments, les utilités (énergies, eau, air), les déchets et le système d'information. Toutes ces activités sont en interface avec des préoccupations environnementales à différents niveaux :

- la construction de bâtiments basse consommation, à énergie positive et l'intégration de nouvelles technologies Smart Grid (Gaoa et al, 2011).

- L'amélioration de l'efficacité énergétique de l'entreprise (Kannan et Boie, 2003). Les gains peuvent atteindre 25% (Gordic et al., 2010).

- L'optimisation du traitement de l'eau : la récupération des eaux pluviales, le traitement local des eaux usées.

- Le **management des déchets**. Les entreprises ont de toute évidence des potentiels de progrès dans ce domaine en **appliquant les 3R** (réduire, réutiliser, recycler) (Demirbas, 2011).

L'intégration Lean Green peut viser à optimiser l'efficience des processus d'infrastruture, à travers la suppression de toute forme de non valeur ajoutée.

Dans la conduite de projets d'infrastructure visant des performances environnementales, l'adoption des principes du lean peut conduire à des économies substantielles en termes de délai et de coût de projet (Lapinski et al. 2006). L'intégration Lean Green pour mener des projets d'infrastructure est donc bénéfique.
En ce qui concerne le système d'information, Wang et Gugta (2011) mettent en avant les Systèmes Intégrés de Management de l'Information Green, entre autre pour maîtriser l'évaluation du cycle de vie d'un produit (LCA : Life Cycle Assessment). Par ailleurs, les logiciels intégrés facilitent le travail à distance et ont donc un impact sur le cycle du processus, les coûts, l'environnement et la qualité de vie. Globalement, les systèmes d'information relatifs aux ressources humaines et au management de la chaîne logistique contribuent à améliorer la performance économique et écologique d'une entreprise (Dao et al., 2011). Mohd Salleh et al. (2012) recommandent un partage élargi **d'informations intégrées** pour l'optimisation des pratiques Lean Green de l'entreprise.

2.8.9 Discussion

Le tableau 14 synthétise l'état de l'art, en mentionnant les points clés respectifs du Lean et du Green, en qualifiant le caractère synergique des deux paradigmes et en précisant le concept de l'intégration Lean Green.

Tableau 14 - Synthèse des concepts Lean Green, selon la chaîne de valeur

	Activités principales			Activités de soutien			
	Commercialisation, ventes et services	Logistique interne/externe	Production	Développement	Achats	Ressources humaines	Management des infrastructures
Management Lean	. Maximiser la valeur ajoutée	. Développer le "juste- à-temps"	. Accélérer les flux en réduisant la non valeur ajoutée	. Conception à l'écoute du client . Analyse de la valeur . Ingénierie simultanée	. Plan de développement des fournisseurs	. Développement de la responsabilité individuelle et collective	. Optimiser la valeur des processus d'infrastructure
Management Green	. Marketing Green (segmentation, produits "verts", promotion, éco-étiquetage)	. Logistique Green (consolidation des flux, optimisation des chargements, partage de moyens logistiques propres)	. Efficience des ressources . Production propre	. Eco-conception (réduction des matières premières, des consommations énergétiques, matériaux recyclables, composants séparables, durée de vie longue)	. Achats Green (choix matériaux, choix et évaluation des fournisseurs en fonction des procédés, processus logistiques)	. Implication . Formation . Travail en équipe	. Efficience des utilités, du processus déchets . SI intégrés (pour les informations Green , pour le LCA)
Convergence	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui
Intégration Lean Green	. Economie de fonctionnalité - Product Service System	. Chaîne logistique inverse ou en boucle fermée / Economie circulaire	. Techniques de réduction des pertes en production . Ingénierie Lean Green	. Eco- innovation . Analyse du cycle de vie - LCA (Life-Cycle Assessment) / LCP (Life Cycle Planning)	. Plan Lean Green de développement des fournisseurs	. Leader Lean Green . Ingénieur Lean Green . Feed-back par des indicateurs Lean Green	. Efficience des processus d'infrastructure . Systèmes Intégrés de Management de l'Information Lean Green

Chaque processus de l'entreprise peut donc être impacté par une stratégie Lean Green. Chaque concept évoqué pourrait faire l'objet d'une étude scientifique complémentaire. Ainsi de nombreuses perspectives de recherche se dégagent.

2.9 L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances

2.9.1 Introduction

Ce paragraphe est fondamental au regard de notre problématique et de notre cadre d'analyse qui s'appuie sur le modèle d'excellence de l'EFQM. Les paragraphes précédents se sont attelés à analyser le management Lean Green sous l'angle des facteurs ou leviers d'action de l'entreprise. Nous abordons maintenant leur impact en termes de performances. Une première section structure les performances et indicateurs associés, selon les « 3 piliers » du développement durable « People, Profit, Planet » (Elkington J., 1998; Norman W. et Mac Donald C., 2004). Une deuxième section précise l'impact de l'intégration Lean Green sur les performances.

2.9.2 Les performances de l'entreprise

Concernant les performances de l'entreprise, O'Connor et Spangenberg (2008) évoquent un tableau de bord «équilibré» d'indicateurs, en réponse aux exigences des différentes parties prenantes : il peut mesurer la performance économique, environnementale et sociétale. Pour la performance environnementale dans le secteur manufacturier, les indicateurs suivants font référence : les émissions (substances chimiques dégagées, déchets solides émis), l'efficience (énergie, eau et utilisation des ressources par unité). Les indicateurs financiers peuvent se résumer à la rentabilité et la productivité. Les indicateurs liés aux aspects humains sont classiquement les accidents de travail, l'absentéisme, le turnover. Plus précisément, le tableau 15 synthétise des indicateurs présentés dans des articles de référence (Suzaki, 1993 ; Kainuma and Tawara, 2006 ; Hervani et al., 2005 ; Bhasin, 2008 ; O'Connor et Spangenberg, 2008 ; Cuthbertson R. et Piotrowicz W, 2011 ; Boon Heng et al., 2012 ; Hajmohammad et al.,2013 ; Hasan M., 2013 ; Global Reporting Initiative, 2013). Ce tableau constitue un cadre d'analyse des articles spécifiques sur le management Lean Green, qui seront étudiés dans la section 2.9.3 et synthétisés dans la section 2.9.4.

Tableau 15 - Les indicateurs de performance d'un tableau de bord équilibré

Performance économique	Performance environnementale (liée aux déchets)	Performance sociétale (centrée sur les salariés)	Performance sociétale (clients, fournisseurs, communauté)
Indicateurs financiers	Ratios	Indicateurs liés à la motivation	Indicateurs liés aux clients
. Profit net - bénéfice (b, c,d, f) . Rentabilité des capitaux investis (b, c, f) . Gains par action (c, f) . Valeurs d'exploitation ©	. Productivité des ressources (matières) (b, f) . Taux de non qualité (f)	. Enquête de satisfaction du personnel (c) . Absentéisme / Retards (a, c, d) . Santé et sécurité (Dépenses en prévention, taux d'accident) (a, c, d, e, f, i) . Productivité et qualité (a, d, f, h) . Nombre de suggestions par personne annuellement (a) . Turnover par an (a, d, f, i)	. Indice de satisfaction des clients : taux de service, qualité des produits, communication, étiquetage (b, c, f, i) . Taux de fidélisation de la clientèle (c) . Santé et sécurité des consommateurs (c, i)
Indicateurs opérationnels	Entrée / Sorties	Indicateurs liés au management	Indicateurs liés aux fournisseurs
. Chiffre d'affaire (c, g) . Taux de croissance de la part de marché (c, h) . Taux de CA généré par les nouveaux produits (c) . Coûts (salaires, matières, énergies) (a, c, d, e, f, h) . Productivité (a, c, d, h) . Qualité (a, c, h) . Taux d'utilisation des investissements / des surfaces (c, g) . Délai (fabrication) / Temps de cycle (a, c, g) . Time To Market (c) . Taux de rotation des stocks (c)	. Consommation de matière en poids ou en volume (i) . Consommation de matières toxiques (g, h) . Pourcentage des matières consommées qui sont d'origine recyclée (i) . Taux de recyclage (composants, matériaux, énergie) - Taux de déchets incinérés (d, e, f, g, h) . Coût de management des déchets : taux de déchet et rebut par produit, volume de déchets traités, coût de gestion interne (b)	. Nombre de niveaux hiérarchiques (d) . Dépenses de formation (f) . Taux de fidélisation des talents (c) . Ancienneté (f) . Pourcentage de femmes dans l'encadrement supérieur (d, f) . Ratio entre le salaire de base des hommes et celui des femmes, par catégorie d'employés (i) . Diversité (d, f)	. Indice de satisfaction des fournisseurs : taux de service, qualité des approvisionnements (f) . Taux de fidélisation des fournisseurs (f)
	Prévention		Indicateurs liés à la communauté
	. Dépenses en prévention : formation, respect des règles et normes (f, g) . Taux de fournisseurs certifiés ISO 14001 (e, g, h)		Montant des dons, des opérations de mécénat (d,f)

(a) Suzaki, 1993; (b) Kainuma and Tawara, 2006; (c)Bhasin, 2008; (d) O'Connor et Spangenberg, 2008; (e) Cuthbertson R. et Piotrowicz W., 2011; (f) Boon Heng et al., 2012; (g) Hajmohammad et al. ,2013; (h) Hasan M., 2013; (i) Global Reporting Initiative, 2013

Les domaines de performance ne sont pas indépendants. De façon évidente, la qualité et la productivité sont des indicateurs communs et plus spécifiquement, la productivité des ressources (énergie et matières) améliore directement la rentabilité. Un lien plus subtil existe entre la performance sociale et les résultats économiques. Selon Savall (2003), six familles de dysfonctionnements expliquent les coûts cachés de l'entreprise : les conditions de travail, l'organisation du travail, la communication/coordination/coopération, la gestion du temps, la formation intégrée et la mise en œuvre stratégique. Ce manque de performance économique peut être caractérisé par davantage d'absentéisme, un plus fort taux d'accidents, un turnover plus élevé du personnel, un manque de qualité et une perte de productivité. Ces coûts cachés peuvent être considérables – tableau 16.

Tableau 16 – Exemple de coûts cachés par secteur d'activité (Savall, 2008)

Secteur d'activité	En euros, par personne et par an (actualisés 2008)	En % de la masse salariale
Métallurgie	20 600	80
Electronique	53 700	220
Grande distribution	14 600	84
Hôpital	18 200	51
Organisme de sécurité sociale	17 200	45
Etude notariale	19 500	40

Pour Savall (2008), la destruction de valeur ajoutée représente entre 8% et 40% des coûts de production, soit 7% à 30% du chiffre d'affaires ; elle signifie que les acteurs dénués de tout pouvoir hiérarchique formel ont de fait un pouvoir considérable, souvent inconscient, de génération souvent involontaire de coûts cachés. Ceux-ci sont partiellement compressibles par des actions de développement et d'innovations socio-économiques, à savoir, la responsabilisation, la délégation, la communication, le travail en équipe, l'amélioration continue des postes de travail, la chasse régulière aux dysfonctionnements.

De son côté Getz (2009) décrit une nouvelle forme d'organisation, les « entreprises libres » (les « Free Company ») ou des pratiques innovantes de management sont déployées. Les employés y ont une très grande liberté pour décider, pour agir. Et, comme le montre la figure 20 (Getz, 2009), la performance et le bien-être des employés sont très liés. Ce cercle vertueux peut être une cible à atteindre pour chaque entreprise.

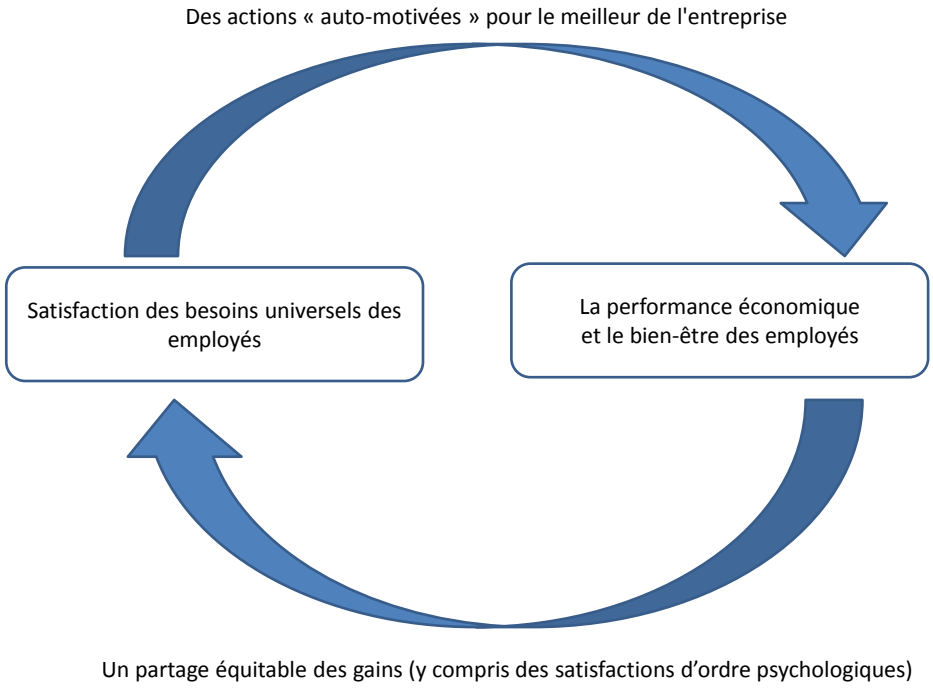


Figure 20 – Le cercle vertueux des entreprises prônant une grande liberté (Getz, 2009)

Biazzo et Panizzolo (2000) soulignent le lien entre l'implication et la productivité du personnel. Et, très récemment Achor (2012) précise que des salariés heureux ont une productivité meilleure de 31% en moyenne, des ventes de 37% supérieures, et une créativité trois fois supérieure (pour des commerciaux). A l'inverse, des employés peu satisfaits sont absents 1,25 jour par mois de plus.

Les performances sociales et économiques sont donc étroitement liées.

2.9.3 L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances

Après un parcours rapide de la littérature concernant l'impact du Lean et du Green sur les performances, nous développons dans cette section une analyse approfondie sur le management Lean Green.

Une production Lean a un impact sur la performance perçue par les clients (des délais plus courts, des prix plus bas, une meilleure qualité), selon Shah et Ward (2003) ainsi que sur la performance financière par l'amélioration de l'efficience des processus (Fullerton et al. 2003). Rahman et al., (2010) confirment que les actions du Lean (minimisation des pertes, accélération des flux) sont significativement corrélées à la performance opérationnelle (le délai de livraison, le coût unitaire du produit, la productivité globale, la satisfaction d'ensemble des clients).

Dans son étude, Florida (1996) mentionne que 80% des 206 entreprises interrogées considèrent que la prévention de la pollution est importante pour l'amélioration de la performance globale de l'entreprise. Cependant, au-delà de l'impact sur la performance environnementale, le management Green seul n'améliore pas nécessairement la performance financière de l'entreprise. En effet, selon Carbone et Moatti (2011), la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement verte induit des coûts élevés. De nombreuses études ont tout de même montré des relations positives entre l'efficacité environnementale et d'autres indicateurs de performance tels que la qualité et le coût (Rothenberg et al., 2001). Le Management Environnemental améliore les performances opérationnelles (Qualité, Coût, Délai, Flexibilité, Attractivité des nouveaux produits), selon Chiappetta Jabbour et al. (2012). Un management environnemental orienté « business » peut même améliorer le chiffre d'affaires, selon Schaltegger et Synnestvedt (2002).

Concernant l'intégration Lean Green, Bergmiller et McCright (2009) démontrent que les « Techniques de réduction des pertes environnementales » qui concrétisent ce modèle, induisent de meilleures performances opérationnelles et globales : les coûts, les délais, la qualité, la satisfaction du client, les bénéfices. Yang et al., (2011) confirment que la combinaison Lean Green améliore les performances. Leur article explore les relations entre les pratiques du Lean en Production, du Management Environnemental et des résultats de l'entreprise (par exemple, le positionnement sur le marché et la performance financière). Les résultats montrent que les expériences préalables de Lean impactent positivement les pratiques environnementales. C'est l'amélioration de la performance environnementale en tant que telle qui va impacter positivement les résultats de l'entreprise.

Toujours sur l'intégration Lean Green, Carvalho et al. (2012) ont étudié le lien entre le management Green et la performance opérationnelle pour la chaîne logistique en termes de délai, de niveau de service et de coût. Le tableau 17 précise les points de convergence entre les managements Lean et Green sur des performances opérationnelles. Un point de divergence se concentre uniquement sur un facteur de pilotage des stocks, la fréquence de complètement.

Tableau 17 - Comparaison du Lean et du Green (Carvalho et al., 2012)

	Lean	Green
Délai de Production	Réduction	Réduction
Délai de Transport	Réduction	Réduction
Niveau de stock	Réduction	Réduction
Taux d'utilisation des ressources	Augmentation	Augmentation
Fréquence de complètement	Elevée	Faible

De leur côté, à partir d'une enquête réalisée au sein de 75 entreprises du secteur automobile au Brésil, Chiappetta Jabbour et al. (2012) ont montré que le Management Lean et le Management des Ressources Humaines étaient des leviers contributifs aux pratiques de Management Environnemental, qui impactent favorablement les performances opérationnelles – voir figure 21.

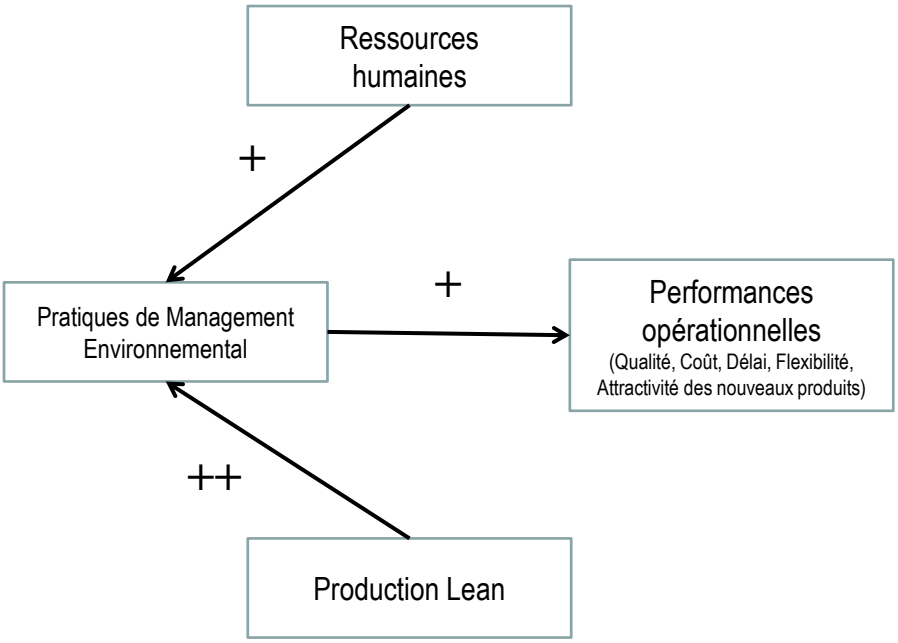


Figure 21 - L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances opérationnelles (Chiappetta Jabbour et al., 2012)

Dans leur état de l'art récent, Duës et al. (2013) précisent les résultats attendus et les indicateurs de performance associés au management Lean et Green – tableau 18.

Tableau 18 - Les indicateurs de performance associés au management Lean et Green (Duës et al., 2013)

	Management Lean	Management Green
Performance attendue	Qualité, Coût, Délai, Satisfaction Client, Rentabilité	Qualité, Coût, Délai, Satisfaction Client, Position sur le marché, Réputation, Produits nouveaux, Pollutions
Indicateurs de performance	Coût, Taux de service	CO2, Taux de service

Cabral et al. (2012) ont étudié un modèle intégré « LARG ANP » (Lean, Agile, Resilient and Green - Analytic Network Process), destiné à faciliter la construction d'un plan d'optimisation d'une chaîne logistique. L'intégration Lean Green s'inscrit ainsi dans un modèle plus large. Les indicateurs Lean Green sont déclinés selon des facteurs clés de succès (Coût, Niveau de service, Délai, Qualité), des paradigmes et pratiques Lean Green.Les indicateurs sont quant à eux différenciés selon les parties prenantes. Ce modèle conceptuel constitue donc un cadre général pour définir un tableau Lean Green.

Très récemment, Hajmohammad et al. (2013) ont démontré que le management Lean et l'optimisation de la chaîne logistique amélioraient les pratiques et performances environnementales des usines, à partir de l'exploitation d'une enquête auprès de 85 usines canadiennes de plus de 250 personnes – figure 22.

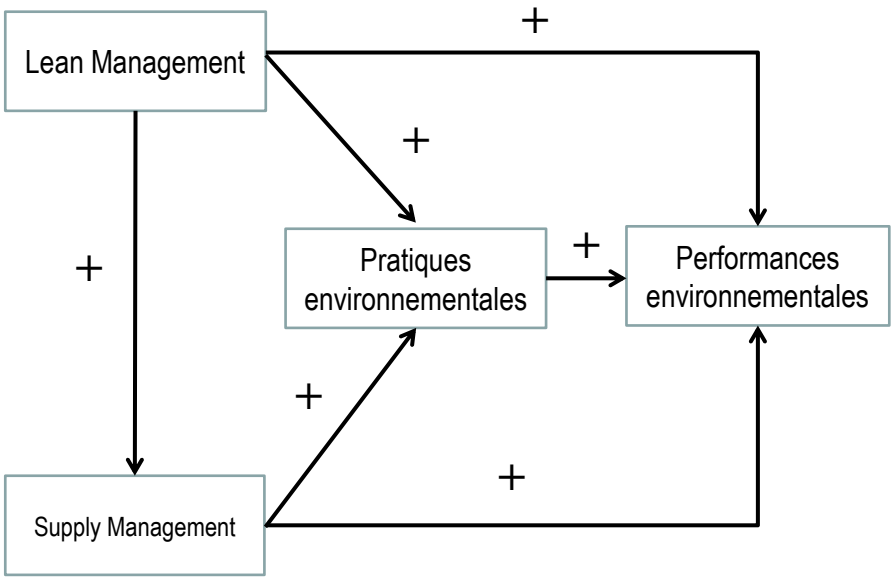


Figure 22 - L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances environnementales (Hajmohammad et al., 2013)

Enfin, Duarte et Cruz-Machado (2013) ont étudié la notion de performance évoquée à partir des référentiels de management : Global Reporting Initiative (2011), « Prix Shingo » (SP, 2010), Malcom Baldrige National Quality Award (2011), European Foundation for Quality Management (2011). Aussi Duarte et Cruz-Machado (2013) proposent de construire des indicateurs Lean Green pour mesurer l'impact de l'organisation sur la valeur apportée aux clients ; ils suggèrent, sans toutefois rentrer dans le détail, une structuration d'indicateurs opérationnels autour des rubriques suivantes : les coûts, la productivité, la qualité, les processus, les produits, les clients et le personnel.

2.9.4 Discussion

L'analyse des indicateurs de performance d'un tableau de bord équilibré soulignent des indicateurs communs (la qualité, la productivité des moyens et des ressources). Par ailleurs, les performances peuvent être liées ; le social impacte l'économique par exemple.

L'état de l'art met en lumière de nombreuses études récentes sur l'intégration Lean Green et les Performances. Le tableau 19 en donne un regard synthétique, selon la performance « 3P » (Economique, Environnementale, Sociétale).

Tableau 19 – Les articles Lean Green et les Performances « 3P »

		Performance économique		Performance	Performance sociétale			
Auteur	Année	Financière	Opérationnelle	environnementale	Salariés	Clients	Fournisseurs	Communauté
Bergmiller et McCright	2009	X	X	X		X		
Cabral et al.	2012		X	X		X		
Carvalho et al.	2011	X	X	X	X	X	X	
Chiappetta Jabbour et al.	2013		X					
Duarte et Cruz-Machado	2013		X		X	X		
Dues	2013		X	X		X		
Hajmohammad et al.	2013			X				
Yang et al.	2011	X	X	X				

Les articles sur le management Lean Green traitent essentiellement de la performance économique opérationnelle et environnementale. La performance sociétale n'est abordée que partiellement. La performance vis-à-vis des Clients est centrée sur le taux de satisfaction. Concernant les Salariés, Carvalho et al. (2012) ne font que recenser une liste d'indicateurs sans étudier les liens explicites entre le mangement Lean Green et la performance sociale (impact sur les salariés) ; Duarte et Cruz-Machado (2013) mentionnent l'intérêt de bâtir des indicateurs relatifs au domaine du Personnel de l'entreprise, sans apporter une quelconque précision. La performance des Fournisseurs est seulement évoquée par Carvalho et al. (2012) qui citent l'importance de bâtir des relations de partenariat. Enfin, aucun article ne traite de l'impact du management Lean Green sur la communauté (associations…).

En synthèse, aucun article n'aborde l'impact du management Lean Green sur la performance équilibrée (économique, environnementale, sociétale). Et le regard sur la performance sociale est abordé très succinctement.

2.10 L'intégration Lean Green et l'amélioration continue

2.10.1 Introduction

Dans ce paragraphe, nous portons un regard transversal, considéré comme un levier essentiel pour la mise en œuvre réussie des pratiques Lean et Green ; il s'agit du processus d'amélioration continue. Notre développement est structuré en 3 temps : le management Lean et l'amélioration continue, les convergences entre les deux paradigmes, les méthodes de référence en appui.

2.10.2 Les points clés de l'amélioration continue

Le management Lean est une démarche puissante dont un des fondements est l'amélioration des processus. (Pojasek, 2008). L'amélioration continue est d'une importance stratégique mais se révèle difficile à mettre en œuvre (Bessant et al., 2001). Les facteurs clés de succès pour l'amélioration continue à long terme ont été étudiés récemment (Glover et al., 2011). Il s'avère essentiel de structurer le processus d'amélioration continue : l'implication forte des encadrants intermédiaires et de proximité, le déploiement des objectifs, la conduite conjuguée de projets d'innovation et d'actions de progrès, la mise à disposition de méthodes de travail et une forte mobilisation du personnel (Anand et al., 2009). La mobilisation réussie du personnel a un impact direct sur le résultat d'une transformation Lean (Losonci et al., 2011). Chiappetta Jabbour et al. (2012) confirment que les groupes de progrès de type kaizen induisent des échanges rapprochés entre les opérateurs et les managers, pour une amélioration continue optimale.

Cependant, le succès des approches d'amélioration continue n'a pas été prouvé, avec seulement 11 % des entreprises déclarant qu'elles étaient satisfaites en 2006, selon Mendelbaum (2006).

Il convient de noter que le management environnemental contribue au processus d'amélioration continue et donc à la compétitivité de l'entreprise (Yang et al., 2011). Les entreprises qui adoptent un système de management basé sur les normes ISO 9001 et ISO 14001 s'engagent alors à adopter l'amélioration continue. Ces normes de management ne prescrivent pas de méthodes spécifiques pour générer une amélioration ; aussi, le management Lean permet d'intégrer des bonnes pratiques afin de pérenniser le progrès permanent, comme l'analyse des causes racines pour supprimer tout type de pertes (Pojasek, 2008).

D'un point de vue méthodologique, le programme 5R de Toyota (Reconcevoir, Réduire, Réutiliser, Recycler, Récupérer l'énergie) constitue un cadre pour réduire toute forme de déchet (Black et Phillips, 2010). Parker, (2008) insiste sur la convergence des démarches Lean et Green puisqu'elles nécessitent des méthodes similaires, entre autre sur l'audit et l'évaluation. Pour optimiser les flux de matière et d'énergie, Pampanelli et al. (2013) proposent un processus intégré Lean Green structuré en cinq étapes, proche du DMAIC (Define / Measure / Analyse / Improve / Control), de la démarche 6 sigma. La première étape consiste à définir la chaîne de valeur à étudier. Puis les impacts environnementaux sont identifiés. La troisième étape mesure les flux de valeur environnementaux. Une démarche de résolution de problèmes en équipe permet alors d'optimiser ces flux. Enfin, le plan d'action qui en découle est suivi régulièrement et ajusté dans le cadre d'un processus d'amélioration continue.

Duarte et Cruz-Machado (2013) intègrent bien dans leur modèle de management intégré Lean Green, le déploiement de l'amélioration continue, en s'appuyant sur des méthodes clés que sont le reporting 3A d'Harrington (2012) ou les outils d'analyse au sens large. Dans leur état de l'art, Dües et al. (2013), mentionnent un outil Lean Green, la « cartographie des flux de valeur durable », une extension de la VSM (Value Stream Mapping) traditionnelle du Lean et précisent que l'émission de CO2 est source de perte complémentaire (Simons et Mason, 2003).

2.10.3 Discussion

La maîtrise d'un processus d'amélioration continue est importante pour l'entreprise. Les études récentes de Pampanelli et al., (2013), de Duarte et Cruz-Machado (2013) apportent un éclairage sur l'intégration Lean Green et le progrès permanent. Des outils méthodologiques importants sont mentionnés, le reporting 3A, la « cartographie des flux de valeur durable ». Pour le reporting 3A, la logique d'intégration Lean Green n'est pas détaillée par les auteurs.Ces travaux récents ne sont cependant pas exhaustifs ; ils ouvrent la voie pour des travaux complémentaires sur d'autres méthodes intégrées. Un travail sur la méthode 3R, qui vise spécifiquement la minimisation des déchets peut être une opportunité qui sera étudiée dans le paragraphe 3.4 sur l'éco-efficience.

2.11 Conclusion

A partir du tableau 21 qui synthétise les articles récents traitant de l'intégration Lean Green écrits depuis 2005, la figure 23 montre l'intérêt du sujet de l'intégration Lean Green pour le monde scientifique. Sur les trois dernières années, autant d'articles ont été écrits que sur les six années précédentes (de 2005 à 2010). Le rythme de la production d'études scientifiques s'accélère donc.

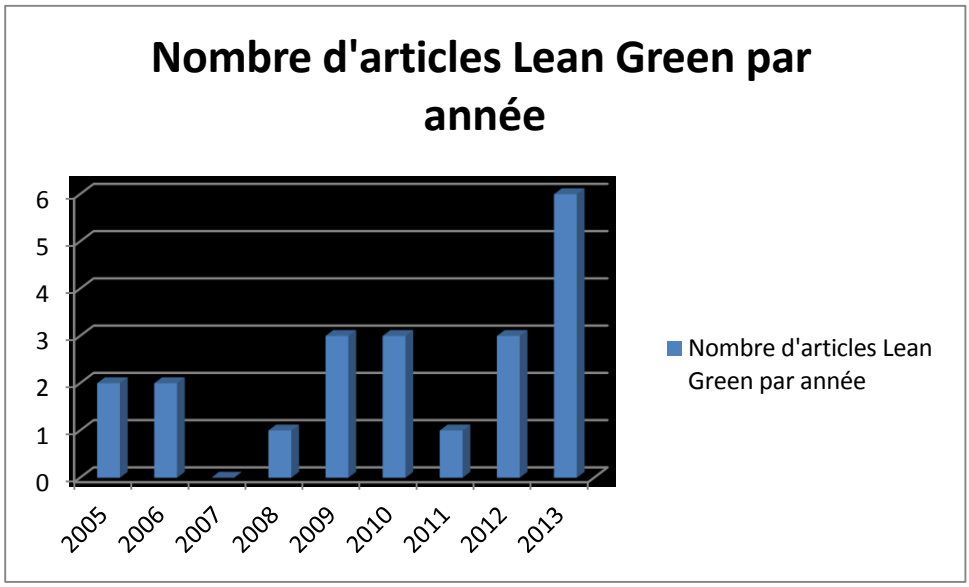


Figure 23 – Le nombre d'articles Lean Green par année (de 2005 à 2013)

Notre état de l'art apporte des compléments, des précisions par rapport à celui de Dües (2013) – figure 24, étant donné le cadre d'analyse structuré choisi, fusion du regard systémique de Nightingale (2009) et du modèle d'excellence de l'EFQM (2012). La décomposition de l'analyse de la littérature sur les processus selon la chaîne de valeur de Porter (1980) permet d'établir une synthèse claire. Celle-ci est présentée dans le paragraphe 2.7.9 précédent.

Le tableau 20 synthétise l'état de l'art sur l'intégration Lean Green à 3 niveaux :

- les stratégies et politiques Lean Green (par ordre chronologique),
- les concepts Lean Green pour les activités de la chaîne de valeur de Porter (1980),
- les Méthodes et Techniques Lean Green au service de l'amélioration continue.

Le tableau 20 montre une synergie forte entre les managements Lean et Green, à travers les concepts présentés : Product Service System, Chaîne logistique inverse ou en boucle fermée / Economie circulaire,

Techniques de réduction des pertes en production, Ingénierie Lean Green, LCA (Life-Cycle Assessment), LCP (Life Cycle Planning), Plan Lean Green de développement des fournisseurs, Leader Lean Green, Ingénieur Lean Green, Feed-back par des indicateurs Lean Green, Efficience des processus d'infrastructure et Systèmes Intégrés de Management de l'Information Lean Green. Ces synergies confortent pour certaines et complètent ouprécisent pour d'autres, celles de Dües (2013) : focus sur la réduction des pertes, les techniques de réduction des pertes, les hommes et l'organisation, la réduction des cycles, les relations au sein de la supply chain, les indicateurs de performance (niveau de service), les outils et pratiques.

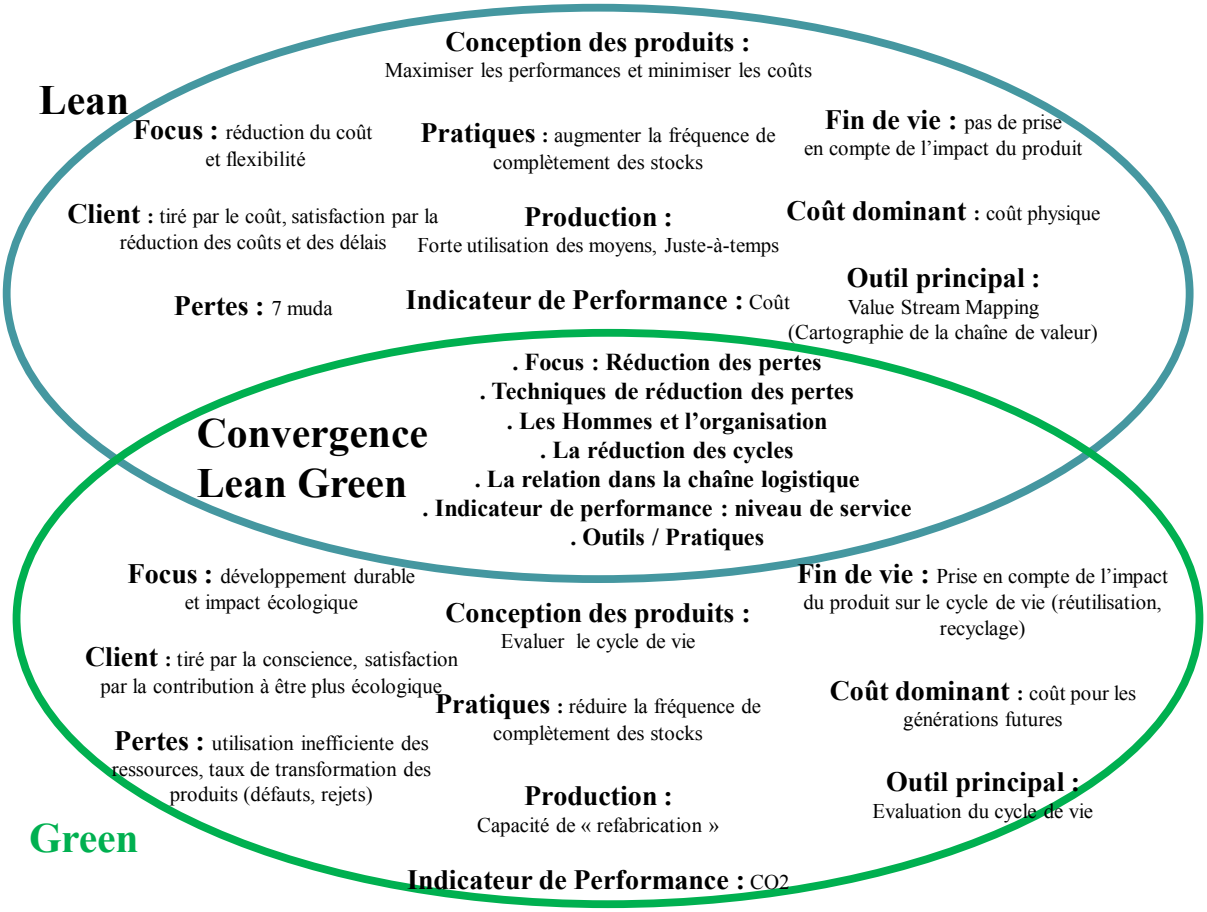


Figure 24 - Les points de convergence des paradigmes Lean and Green (Dües et al., 2013)

Tableau 20 - Synthèse de l'état de l'art sur l'intégration Lean Green à 3 niveaux (Stratégie, Activités de la chaîne de valeur, Méthodes et Techniques)

Niveau 1	Les stratégie et politiques Lean Green (par ordre chronologique)	Management de la Qualité Totale et de l'Evvironnement (Florida, 1996)	Management Intégré de la Qualité Totale et de l'Environnement (Corbett et Klassen, 2006)	Système de Management Lean Green pour une performance durable (Pojasek, 2008)	Les Techniques de Réduction des Pertes Lean Green (Bergmiller et McCright, 2009)	Création de valeur sociétale (Porter et Kramer, 2011)	Concept intégré « LARG » (Lean, Agile, Résilient, Green) (Cabral et al., 2012 ; Carvalho et al., 2011)	Modèle intégré Lean Green : Leadership, Hommes, Planning Stratégique, Parties Prenantes, Processus, Résultats (Duarte et Cruz-Machado, 2013)
Niveau 2		Activités principales			Activités de soutien			
		Commercialisation, ventes et services	Logistique interne/externe	Production	Développement	Achats	Ressources humaines	Management des infrastructures
	Les concepts Lean Green pour les activités de la chaîne de valeur de Porter (1980)	. Economie de fonctionnalité - Product Service System (Geng et al., 2001)	. Chaîne logistique inverse ou en boucle fermée (Guide et Van Wassenhove, 2003) . Economie circulaire (Braugart et al., 2007)	. Techniques de réduction des pertes en production (Bergmiller and McCright, 2009a) . Ingénierie Lean Green (Franchetti et al., 2009)	. Eco-innovation (Braungart et al., 2007) . Analyse du cycle de vie - LCA (Life-Cycle Assessment) (Zhu, et al., 2008) / LCP (Life Cycle Planning) (Kobayashi, 2006)	. Plan Lean Green de développement des fournisseurs (Simpson et Power, 2005)	. Leader Lean Green, Feed-back par des indicateurs Lean Green (Duarte et Cruz-Machado, 2013), . Ingénieur Lean Green (Franchetti et al., 2009; Black et Phillips, 2010)	. Efficience des processus d'infrastructure, dont les déchets (Demirbas, 2011). . Systèmes Intégrés de Management de l'Information Lean Green (Mohd Salleh et al. (2012)
Niveau 3	Les Méthodes et Techniques Lean Green au service de l'amélioration continue	Processus intégré Lean Green : Stabilize, Identify, Measure, Improve, Continuous improvement (Pampanelli et al., 2013)	Cartographie des flux de valeur durable - Sustainable value stream mapping (SVSM) (Simons et Mason, 2003)	Reporting 3A d'Harrington (2012)				

Par ailleurs Le tableau 21 synthétise les articles récents traitant spécifiquement de l'intégration Lean Green, écrits depuis 2005 (au préalable, seul l'article de Florida (1996) fait référence). Aucune publication n'apporte en fait un regard complet, selon notre cadre d'analyse.

Tableau 21 – Les articles récents traitant de l'intégration Lean Green, écrits depuis 2005

						Processus								
Auteurs	Année		Type d'article	Stratégie	Dimension politique / normative	Processus Marketing / vente	Logistique interne / externe	Production	Développement de nouveaux produits	Achats	Management des ressources humaines	Management des infrastructures	L'amélioration continue	Les performances
Bergmiller et McCright	2011	Industrial Engineering Research Conference	Conférence	X	X			X			X			X
Black et Phillips	2010	Industrial Engineer	Conceptuel					X			X		X	
Cabral et al.	2012	International Journal of Production Research	Recherche	X			X							X
Carvalho et al.	2011	International Journal of Lean Six Sigma	Recherche	X										X
Chiappetta Jabbour et al.	2013	Journal of Cleaner Production	Conceptuel								X		X	X
Corbett et Klassen	2006	Manufacturing & Service Operations Management	Recherche	X	X	X	X	X		X				
Duarte et Cruz-Machado	2013	International Journal of Lean Six Sigma	Recherche		X						X		X	X
Dues	2013	Journal of Cleaner Production	Revue de littérature	X			X	X			X		X	X
Franchetti et al.	2009	Industrial Engineer	Conceptuel				X	X	X		X	X		
Hajmohammad et al.	2013	Journal of Cleaner Production	Recherche				X			X				X
Kainuma et Tawara	2006	Int. J. Production Economics	Recherche				X							
Kleindorfer et al.	2005	Production and operations management	Revue de littérature		X		X	X	X					
Lapinski et al.	2006	Journal of Construction Engineering and Management	Etude de cas									X		
Mohd.Salleh et al.	2012	Procedia Engineering	Enquête									X		
Mollenkopf et al.	2010	International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	Conceptuel	X	X		X	X		X	X			
Pampanelli et al.	2013	Journal of Cleaner Production	Conceptuel					X					X	
Pojasek	2008	Environmental Quality Management	Conceptuel	X	X			X		X	X		X	
Simpson et Power	2005	Supply Chain Management: An International Journal	Recherche				X	X		X				
Tseng et al.	2013	Journal of Cleaner Production	Conceptuel			X								
Yang et al.	2011	Int. J.ProductionEconomics	Recherche					X					X	X

En reprenant les paragraphes précédents, notre revue de la littérature nous permet d'envisager plusieurs directions de recherche qui peuvent contribuer à préciser la connaissance sur l'impact de l'intégration Lean Green sur une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale). La focalisation d'études sur la minimisation des déchets des activités économiques constitue un enjeu important.

Un premier volet de niveau stratégique peut être envisagé. Les modèles présentés dans l'état de l'art fournissent chacun d'eux des facteurs à prendre en compte pour une entreprise qui souhaite mettre en œuvre une stratégie Lean Green ; celle-ci doit être intégrée, systémique, alignée avec les objectifs stratégiques généraux de l'entreprise et doit porter sur une chaîne logistique élargie, puisqu'elle peut intégrer d'autres parties prenantes que sont classiquement les clients et fournisseurs. En complément, **une étude approfondie sur un modèle stratégique abordant la structuration de l'impact du Lean Green sur la performance équilibrée (économique, environnementale, sociale)** constitue une opportunité.

L'état de l'art met en lumière de nombreuses études récentes sur l'intégration Lean Green et les performances, qu'elles soient opérationnelles, ou plus spécifiquement environnementales. Cependant, peu d'articles abordent les leviers du management Lean Green impactant la performance sociale (satisfaction, motivation du personnel). Or, comme nous l'avons relevé dans la section « 2.7.7. L'intégration Lean Green et l'activité de Management des Ressources Humaines » de l'état de l'art, l'effet du Lean seul peut être stressant. De par la sensibilisation de plus en plus marquée de chacun sur l'importance du respect de l'environnement, le déploiement d'une culture Lean Green pourrait atténuer les effets négatifs du Lean sur le plan humain. Ce point est à étudier. Il est à noter que les travaux récents de Duarte et Cruz-Machado (2013) mentionnent l'intérêt de donner du « feed-back » par des indicateurs Lean Green et recommandent le déploiement d'un reporting 3A (Area Activity Analysis) développée par Harrington (1999, 2012) ; ce dernier vise à diffuser au sein de l'ensemble des services d'une entreprise un système de mesures de l'efficacité et de l'efficience, dans une logique de relations « fournisseurs / clients » internes et externes. Il offre de nombreux avantages. Spécifiquement sur les aspects humains, la méthode 3A améliore les points suivants : la compréhension de la contribution de chacun, l'implication, la responsabilisation, les compétences, la reconnaissance, l'esprit d'équipe et la relation entre équipes. **Aussi, une étude approfondie de cette méthode 3A peut être judicieuse : pourquoi impacte-t-elle la motivation du personnel ? Quels sont les points complémentaires à développer pour en faire une méthode d'amélioration intégrée Lean Green impactant la performance équilibrée « 3P » (People, Planet, Profit)? Une seconde perspective de recherche en est déduite**.

Un regard plus opérationnel sur l'intégration Lean Green peut par ailleurs être envisagé, sur **l'optimisation de la méthode 3R (Réduire, Réutiliser, Recycler). Il est opportun de proposer un outil méthodologique intégré Lean Green, enrichissant cette méthode de référence pour minimiser les déchets**.

Chapitre 3 Modélisation du Management Lean Green des déchets

3.1 Introduction

En réponse aux perspectives de recherche mises en avant par notre état de l'art, nous proposons de développer trois modèles :

- Un premier modèle de niveau stratégique aborde la structuration de l'impact de l'intégration Lean Green sur la performance équilibrée (économique, environnementale, sociale).
- Un deuxième modèle est centré sur la dimension humaine dans le prolongement des travaux récents de Duarte et Cruz-Machado (2013) qui mettent en avant l'importance de donner du « feed-back » via des indicateurs Lean Green et recommandent le déploiement du reporting 3A (Area activity analysis). Ce modèle doit pouvoir améliorer la performance équilibrée « 3P », tout en privilégiant la performance sociale (satisfaction, motivation du personnel). Cette hypothèse devra être validée.
- Un troisième modèle apporte une évolution de la méthode 3R, concrétisant l'intégration Lean Green.

3.2 La matrice stratégique Lean Green

3.2.1 La structuration du modèle

Le modèle de niveau stratégique aborde la structuration de l'impact de l'intégration Lean Green sur la performance équilibrée (économique, environnementale, sociale).

De nombreuses constructions stratégiques s'appuient sur des regards croisés de deux variables. Sur le plan de la position concurrentielle de l'entreprise, il est possible de citer la matrice du BCG (Boston Consulting Group, 1960), qui croise la part de marché et le taux de croissance du marché. Sur le plan de la performance environnementale, sont présentées dans le paragraphe « 2.5.1 » :

- la matrice d'Orsato (2006), qui croise la stratégie générale de l'entreprise et la valeur perçue par le client,
- la matrice de Das Gandhi et al. (2006) qui croise le niveau de respect de l'environnement et l'intensité de la concurrence.

De la même manière, le modèle que nous proposons est structuré selon une matrice à double entrée. Au-delà de la performance environnementale visée qui est commune à chaque stratégie, une segmentation selon la performance principalement impactée (économique versus sociale) d'une part, et les parties prenantes (interne versus externe à l'entreprise) d'autre part, est définie. Les différentes parties prenantes de l'entreprise sont caractérisée par Evan et Freeman (1983) : les propriétaires, les managers, les salariés, les clients, les fournisseurs, la communauté locale. Quatre stratégies se dégagent alors par segment (l'éco-efficience, l'éco-responsabilisation, l'éco-partenariat, l'éco-solidarité) – figure 1. La matrice stratégique Lean Green peut donc s'insérer dans une réflexion plus globale sur la politique de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise.

Chaque stratégie impacte la performance environnementale. Les indicateurs associés (pour les déchets) sont alors la productivité des matières, le volume de déchets traités, le taux de recyclage (composants, matériaux), le taux de déchets incinérés.

Par contre, les autres performances sont spécifiques à chaque stratégie. Les paragraphes suivants détaillent ce point, par stratégie et processus, en mentionnant les « Concepts / Leviers de progrès / Méthodes – Techniques » associés.

3.2.2 L'éco-efficience

Les entreprises adoptant une stratégie d'éco-efficience améliorent de manière continue la productivité de leurs processus tout en réduisant leur impact environnemental (Orsato, 2006). L'éco-efficience vise à réduire la consommation des ressources (énergie, eau et matières premières) ainsi que l'impact sur l'environnement naturel (les émissions atmosphériques, l'eau, les déchets et la dispersion de substances dangereuses), tout en maintenant ou en améliorant la valeur du produit fabriqué (Maxime et al., 2006). Le concept du Lean Manufacturing est similaire à l'éco-efficience car il vise à minimiser les activités à non-valeur ajoutée et à optimiser l'utilisation des ressources (Rao, 2004).

Les concepts, leviers de progrès ou méthodes et techniques, en support à la stratégie de l'éco-efficience sont nombreux et dépendent du processus concerné. A partir du paragraphe « 2.8 - L'intégration Lean Green et la chaîne de valeur de Porter » de l'état de l'art et des tableaux des indicateurs recensés dans le paragraphe « 2.9.2 – Les performances de l'entreprise », nous déclinons la stratégie en leviers de progrès et précisons l'impact de l'éco-efficience sur le « Profit net ou bénéfice », et plus spécifiquement sur des indicateurs opérationnels par processus – Tableau 22.

Tableau 22 – Pour l'éco-efficience, par processus, les leviers de progrès et la performance économique interne

Processus	Concepts / Leviers de progrès / Méthodes - Techniques	Performance économique interne (Profit net - bénéfice)
Marketing	. Marketing Green . Product Service System / Econonie de la fonctionnalité	. Chiffe d'affaires / Volume de marge . Ratio Matières / CA
Production	. Techniques de réduction des pertes en production (maîtrise de la qualité, définition de standard, management visuel, 3R) . Développement d'activités de retraitement (inspection, réparation, remise à neuf, reconditionnement)	. Productivité et qualité . Rendement Matières . Développement du chiffre d'affaires (nouvelles activités de retraitement, pour un marché de l'occasion)
Développement	. Analyse de la valeur . Eco-conception . Eco- innovation . Analyse du cycle de vie - LCA / LCP	. Volume de marge (généré par les nouveaux produits) . Ratio Matières / CA . Taux d'intégration de Matières Secondaires
Achats	. Achats de Matières Premières Secondaires . Plan Lean Green de développement des fournisseurs	. Coûts d'achat des matières . Taux d'intégration de Matières Secondaires . Coût de détention des Valeurs d'exploitation (moins d'obsolescence par la réduction des délais fournisseurs)
Infrastructures	. Efficience des processus d'infrastructure	. Coût de management des déchets . Taux de valorisation déchets

Le développement de l'économie de fonctionnalité ou de l'usage (Product Service System) ouvre des perspectives de réduction des déchets à grande échelle. Le remplacement de la vente du bien par celle de la vente de l'usage du bien entraîne le découplage de la valeur ajoutée et de la consommation de matières premières. Par exemple, Michelin facture les kilomètres parcourus par les camions équipés de ses pneus au lieu de les vendre, et Xerox ou Lexmark facturent les photocopies à l'unité, au lieu de vendre ou de louer les

machines. D'autres leviers de progrès en production accroissent la valeur générée par l'entreprise, en développant du chiffre d'affaires par la création de nouvelles activités de retraitement, pour un marché de l'occasion (exemple : la société Steelcase Strafor pour le mobilier de bureau usagé, qu'elle réaffecte à des écoles). D'autres plus classiquement minimisent les non valeurs ajoutées, ou les coûts (exemple : Plastic Omnium produit ses conteneurs à partir de Matières Premières Secondaires vendus par la société Derichebourg, spécialisée dans le recyclage des plastiques).

La figure 25 visualise les indicateurs de performances clés et les leviers de progrès dans le cadre d'une stratégie d'éco-efficience. Un plan de progrès est abordé dans l'ordre indiqué.

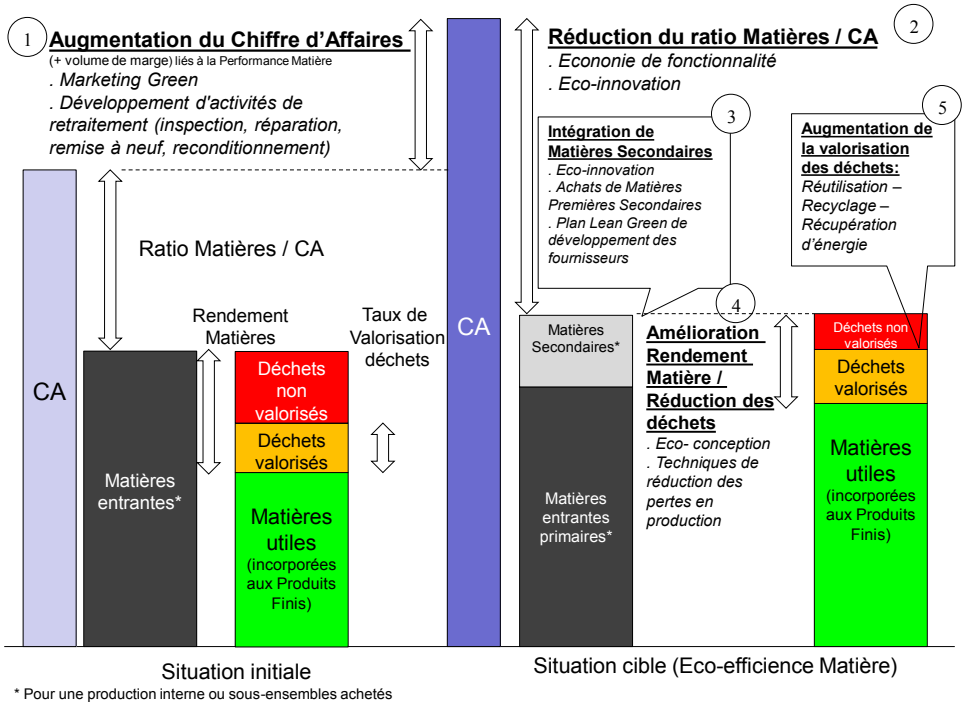


Figure 25 - Les indicateurs de performances et leviers de progrès de l'éco-efficience

Pour optimiser les bonnes pratiques Lean Green selon le processus, certaines méthodes Lean Green pourraient être approfondies. Par exemple, la **méthode de « hiérarchisation 3R »** est considérée comme la méthode de référence pour minimiser les déchets (voir le chapitre « 2.5.4 – La gestion versus la prévention des déchets »). Elle pourrait cependant être améliorée pour un résultat encore plus efficace. Ce sera l'objet d'une étude approfondie dans le paragraphe 3.4.

3.2.3 L'éco-responsabilisation

Pour l'éco-responsabilisation, la dimension principale est sociale et centrée sur la motivation du personnel. La performance sociale se mesure alors par le taux de satisfaction du personnel, l'absentéisme, le retard, le nombre de suggestions, la sécurité, la productivité, la qualité, le nombre de suggestions par personne annuellement, le turnover (Suzaki, 1993 ; Bhasin, 2008). L'importance de la participation des employés à adopter des pratiques environnementales a été mise en évidence (Kornbluh et al , 1989 ; Florida , 1996). Par ailleurs, le Lean Manufacturing vise à accroître la responsabilité, l'implication des employés pour réduire les pertes (Shah et Ward, 2003 ; Tu et al, 2006). La démarche Lean peut alors aider les entreprises à adopter des pratiques environnementales vertueuses (Yang et al., 2010).

A partir du chapitre « 2.8.7 - L'intégration Lean Green et l'activité de Management des Ressources Humaines» de l'état de l'art et des tableaux des indicateurs recensés dans le paragraphe « 2.9.2 – Les performances de

l'entreprise », nous déclinons la stratégie en leviers de progrès et précisons l'impact de l'éco-responsabilisation sur la Performance sociale interne (centrée sur le personnel) – tableau 23.

Tableau 23 – Pour l'éco-responsabilisation, les leviers de progrès et la performance sociale interne

Processus	Concepts / Leviers de progrès / Méthodes - Techniques	Performance sociale interne (centrée sur le personnel)
Management des Ressources Humaines	Participation du personnel aux améliorations Lean Green	. Enquête de satisfaction du personnel . Sécurité (Taux d'accident) . Productivité et qualité . Absentéisme / Retards . Turnover par an . Nombre de suggestions par personne annuellement
	Désignation d'un leader Lean Green / ingénieur Lean Green dans l'organisation	
	Formations Lean Green	
	Feed-back - déploiement du reporting 3A - exploitation d'indicateurs intégrés Lean Green	
	Communication régulière sur le déploiement du Lean Green	

L'impact de l'éco-responsabilisation sur la motivation, exprimé dans le tableau 23, n'est pas évident et constitue donc une hypothèse à démontrer, lors d'une étude dans le paragraphe 3.3.

3.2.4 L'éco-partenariat

L'éco-partenariat vise à développer des relations privilégiées avec les clients et les fournisseurs pour créer de la valeur économique. Le concept de création de valeur partagée (Porter et Kramer, 2011) peut être pris en compte pour améliorer la performance sociétale de l'entreprise vis-à-vis de ses parties prenantes. Les auteurs suggèrent à la fois de redéfinir la productivité dans la chaîne de valeur et de construire des réseaux entre industriels afin de développer des synergies. En ce qui concerne les déchets, la mise en place d'une logistique inverse (ou Reverse Logistique) avec le client en est une concrétisation. Plus globalement, le développement de l'économie circulaire avec des fournisseurs et partenaires locaux est une source de gains économiques et environnementaux, car le déchet d'une entreprise est utilisé comme ressource pour réaliser un autre produit dans une autre chaîne de valeur. C'est pourquoi, une alliance stratégique en amont et en aval est souhaitable (Wang et Gupta, 2011). Certaines agro-industries ont déjà concrétisé le concept : en Picardie, la société Ajinomoto intègre comme composant de ses produits (acides aminés pour l'alimentation animale) la mélasse de betterave, un déchet des industries sucrières voisines. De son côté, l'association ECOPAL (Economie et Ecologie Partenaires dans l'Action Locale) aide un réseau de plus de 200 entreprises du bassin dunkerquois à la mise en place de synergies entre-elles (mutualisation des moyens pour les collectes des déchets, réutilisation de flux perdus, diagnostic des consommations d'énergie et d'eau, recherche de filières de valorisation de déchets, sensibilisation et information des entreprises sur les bonnes pratiques environnementales).

Comme pour les stratégies précédentes, par processus, nous déclinons la stratégie en leviers de progrès et précisons l'impact de l'éco-partenariat centré sur les déchets solides par les indicateurs de processus de la performance économique externe – Tableau 24. Pour les clients, la valeur économique se décline en indice de satisfaction et taux de fidélisation. Pour les fournisseurs, la valeur économique se décompose en rentabilité et taux de fidélisation.

Tableau 24 - Pour l'éco-partenariat, les leviers de progrès et la performance économique externe

Processus	Concepts / Leviers de progrès / Méthodes - Techniques	Performance économique externe
Marketing	. Marketing Green . Product Service System / Econonie de la fonctionnalité	. Indice de satisfaction des clients . Taux de fidélisation de la clientèle
Logistique externe	. Suppy Chain inverse ou en boucle fermée (économie circulaire) . Mutualisation de moyens de transport	. Indice de satisfaction des clients . Taux de fidélisation des transporteurs . Rentabilité de partenaires locaux
Développement	. Conception à l'Ecoute du Client . Eco-innovation	. Indice de satisfaction des clients . Taux de fidélisation de la clientèle
Achats	. Plan Lean Green de développement des fournisseurs	. Taux de fidélisation des fournisseurs . Rentabilité des fournisseurs
Infrastructures	Mutualisation du traitement des déchets entre partenaires d'un réseau	. Coût de traitement des déchets (pour des partenaires locaux)

Nous considérons que la stratégie d'éco-partenariat, déclinée en un plan d'optimisation Lean Green des processus, impacte favorablement la satisfaction des clients car la valeur ajoutée perçue est optimisée (mise à disposition d'un produit et service à un prix attractif et qui répond aux sensibilités environnementales). **Ce point constitue une hypothèse à étudier dans le détail.** L'amélioration induite du taux de fidélisation peut alors avoir une influence positive sur la performance interne de l'entreprise car elle garantit un chiffre d'affaire dans la durée. Quant aux fournisseurs et partenaires locaux, les synergies développées de manière pérenne se transforment en performance économique, dans une logique « gagnant/ gagnant ». **Une étude de cas approfondie par filière permettrait de conforter l'hypothèse énoncée.**

Par exemple, la filière du plâtre serait un cas intéressant à étudier – voir figure 26. Est-elle optimisée pour l'ensemble de la chaîne de valeur, sur l'ensemble du cycle de vie ? Quelle est la création de valeur potentielle ? Comment la mesurer ?

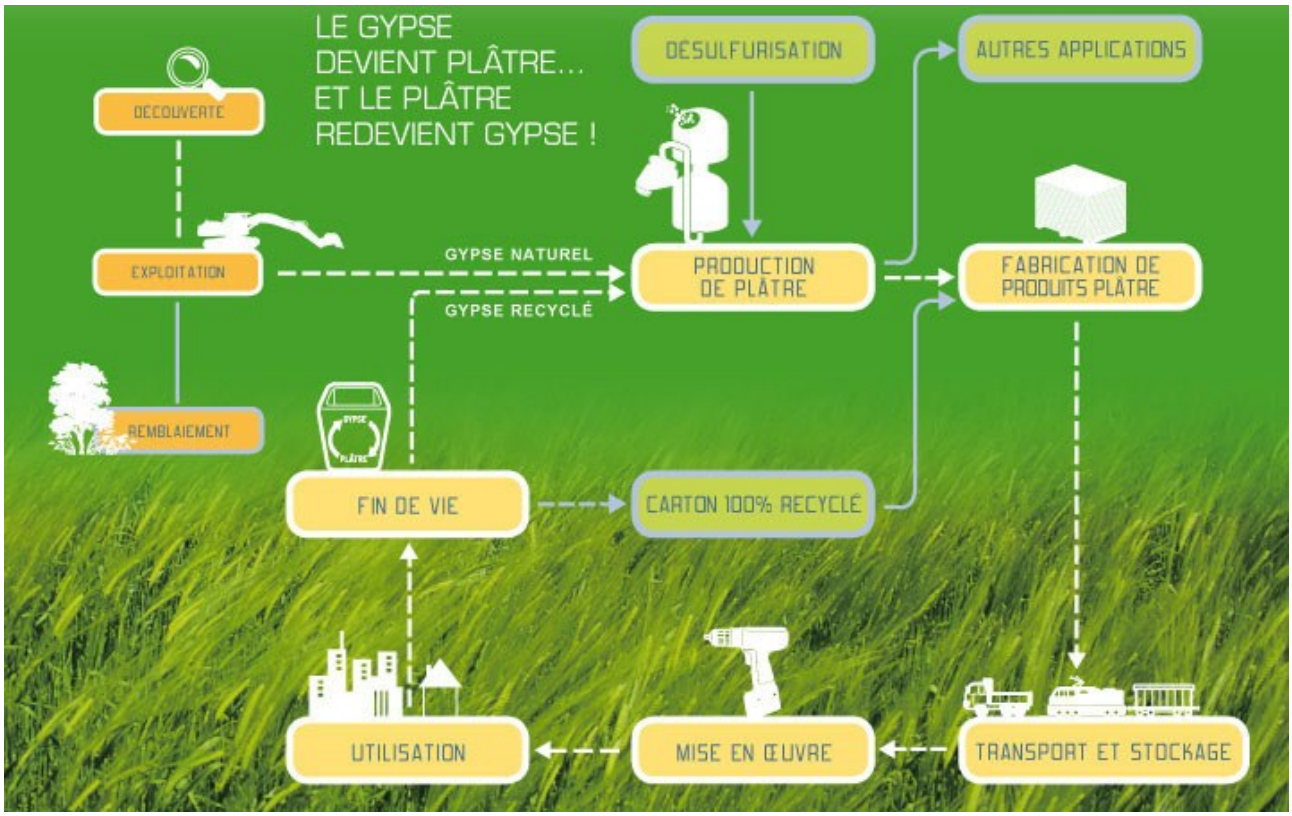


Figure 26 – Le cycle de vie du plâtre (www.lesindustriesduplatre.org/cycle-vie-platre.html)

Pauli (2007) a synthétisé les travaux du ZERI (Zero Emission Research Initiative) qui propose une démarche en cinq étapes pour tendre vers une pollution nulle :

- Modélisation des flux totaux de l'entreprise (grâce à une table d'entrées / sorties)
- Recherche créative de valeur ajoutée par l'utilisation des modèles des flux globaux
- Conception de regroupements industriels
- Identification de percées technologiques
- Elaboration d'une politique industrielle

3.2.5 L'éco-solidarité

Quant à l'éco-solidarité, l'organisation d'un processus de don vers des associations constitue une brique possible de la responsabilité sociétale de certaines entreprises. Ce processus peut concerner :

- un produit obsolète en fin de cycle de vie sur le plan commercial (le groupe SEB, leader mondial du petit électroménager, a choisi de faire don aux populations démunies de ses fins de série invendues, via la Fondation SEB).
- Un produit avant sa destruction (dans la grande distribution, la filiale Simply Market, filiale du groupe Auchan, a mis en place un programme « Don Dates Courtes ». Il vise à venir en aide aux plus démunis et à réduire le gaspillage alimentaire).
- Des produits comestibles non vendables ou en limite de date de péremption (les industries agro-alimentaires cèdent des rebuts « comestibles »).
- Du matériel en état de marche, renouvelé distribué à des associations (matériel informatique).

- Des déchets banals à recycler via une association de réinsertion professionnelle (pour le déchet des papiers de bureau, établissement d'un partenariat avec la société « Nouvelle Attitude », filiale récente de La Poste).
- Des déchets des clients à récupérer pour une redistribution à des associations caritatives (Carrefour, Century 21 organisent en partenariat avec le Secours populaire, la Croix-Rouge des campagnes de collecte de jouets).

Des processus logistiques sont alors à installer en respectant strictement des protocoles préétablis, pour éviter des marchés parallèles qui cannibaliseraient l'activité de l'entreprise, pour supprimer tout risque de circulation de produits périmés.

Par ailleurs, lors de la conception des produits, la facilité de réparation / démontage / recyclage peut permettre de favoriser l'émergence ou le développement de structures d'insertion sociale.

Par une politique de minimisation des déchets et plus spécifiquement une stratégie d'éco-solidarité, la vie locale, aux alentours de l'entreprise est alors améliorée – Tableau 25. L'image de l'entreprise s'en trouve renforcée.

Tableau 25 – Pour l'éco-solidarité, les leviers de progrès et la performance sociale externe associée

Processus	Concepts / Leviers de progrès / Méthodes - Techniques	Performance sociale externe (centrée sur le personnel)
Marketing	Implication des clients dans la récupération d'objets inutilisés, pour les remettre à des associations	. Amélioration de la qualité de vie locale
Logistique externe	Chaîne logistique inverse ou en boucle fermée (économie circulaire)	. Amélioration de la qualité de vie locale
Développement	Eco-conception (réparation / démontage / recyclage facilitées pour le développement de structures	. Amélioration de la qualité de vie locale

Une étude sur les impacts indirects de l'éco-solidarité pourrait être intéressante. Influence-t-elle une fierté au sein du personnel de l'entreprise qui donne ? Par conséquent, contribue-t-elle à la motivation ?

3.2.6 Conclusion

La matrice stratégique est un premier modèle de l'intégration Lean Green centrée sur le management des déchets des activités économiques, pour une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale). Certains leviers de progrès accroissent la valeur générée par l'entreprise, d'autres minimisent les non valeurs ajoutées, ou optimisent le management des Hommes ; la dimension du Lean est donc bien intégrée.

La segmentation selon les performances visées dégage quatre stratégies possibles pour l'entreprise, qui impactent quatre profils distincts de parties prenantes de l'entreprise. Dans la suite de notre travail, nous nous centrerons sur deux segments : l'éco-responsabilisation et l'éco-efficience.

3.3 L'éco-responsabilisation

3.3.1 Introduction

L'éco-responsabilisation a été présentée dans la section 3.2.3, comme un segment de la matrice stratégique Lean Green. Il est axé prioritairement sur la dimension humaine (et donc sur la performance sociale de l'entreprise). Comme souligné précédemment, une problématique spécifique émerge : **pourquoi et comment**

l'éco-responsabilisation impacte la motivation du personnel ? La littérature scientifique n'aborde pas spécifiquement ce point. Dans les paragraphes suivants, dans un premier temps, nous abordons la question du « pourquoi » en synthétisant les théories de la motivation selon un cadre d'analyse structuré, puis nous évaluons les points clés du management Lean Green selon les facteurs de motivation définis. Dans un deuxième temps, nous déclinons la question du « comment » en proposant un modèle conceptuel d'éco-responsabilisation, le Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP), qui approfondit la méthode 3A d'Harrington (1999, 2012) – Figure 27.

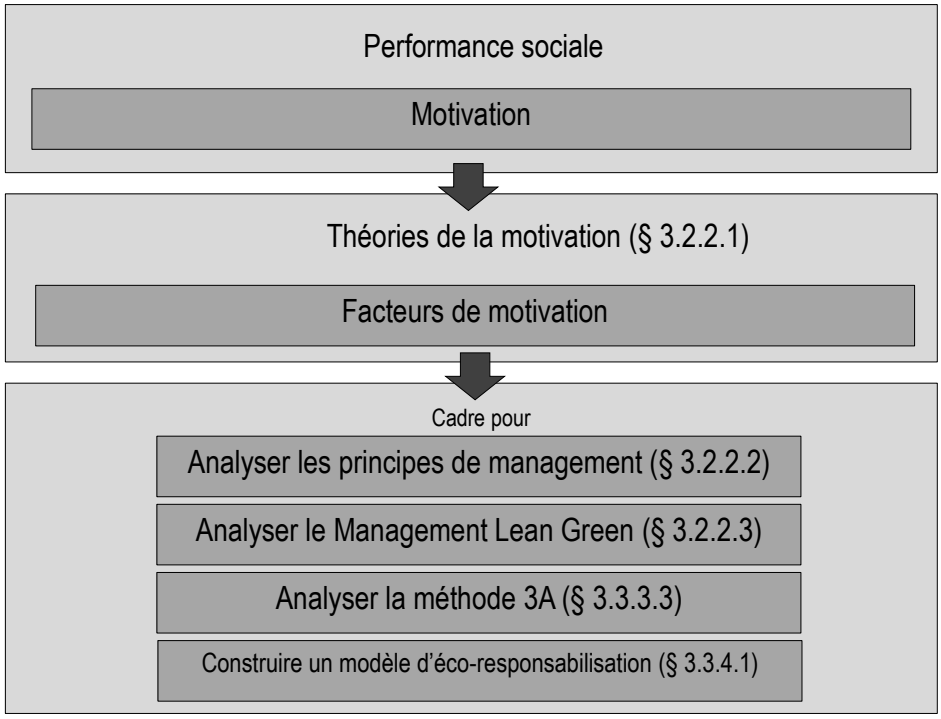


Figure 27 – Démarche de construction du modèle d'éco-responsabilisation

3.3.2 La motivation du personnel

3.3.2.1 Les théories de la motivation

Selon Vallerand et Thill (1993), le concept de motivation représente le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement.

Cette partie présente une synthèse des théories sur la motivation. Ankli et Palliam (2012), rappellent les auteurs de référence :

- la théorie de la hiérarchie des besoins de Maslow, complétée par Alderfer
- la théorie des « besoins acquis » de McClelland
- la théorie des deux facteurs selon Herzberg
- la théorie de l'équité de Stacy Adams
- la théorie des attentes de Victor Vroom's
- la théorie de l'apprentissage social et son concept d'auto-efficacité d'Albert Bandura
- la théorie « de la fixation d'objectifs » de Locke and Latham.

Les théories convergent parfois, se complètent souvent. Aussi ce paragraphe en synthétise les caractéristiques, par famille de théorie selon les travaux de Roussel (2000), et par chronologie. Les familles suivantes seront successivement abordées : les théories des besoins, les motivations intrinsèques, la théorie de l'équité, les théories du choix cognitif, en enfin les théories de l'autorégulation/métacognition.

Thietart (1980) mentionne dans un ouvrage de synthèse les théories de la première partie du XX° siècle, qui ont précédé les travaux de Maslow : la théorie des pulsions selon Thorndike (1911) et Hull (1943), la théorie classique selon Taylor (1947). Pour la première théorie, l'individu cherche la maximisation du plaisir ou la minimisation de sa peine ; le comportement est dirigé vers des sources de satisfaction et se détourne des évènements désagréables. Pour la seconde théorie, la meilleure motivation est l'argent. Le taylorisme est à l'origine de la plupart des systèmes de compensation financière, qu'il s'agisse des systèmes de bonus, de primes à la productivité ou même de l'intéressement des travailleurs aux résultats de l'entreprise.

La famille des théories des besoins, dont fait partie la hiérarchie des besoins selon Maslow (1943), est sans doute la plus connue. Elle est résumée dans le tableau 26 ci-après. Cette première famille permet de dégager des facteurs communs qualifiésde facteurs de motivation. Ces facteurs serviront de cadre pour non seulement analyser les autre théories de la motivation mais également étudier l'impact du management Lean Green sur la performance sociale (centrée sur la motivation).

Tableau 26 - La synthèse des théories des besoins

Auteurs	E.L Thorndike (1911) C.L. Hull (1943)	F.W. Taylor (1947)	Maslow (1954)	Herzberg et al. (1959)	McClelland (1961)	Alderfer (1971)
Désignation de la théorie (français)	Théorie des pulsions	La théorie classique	La théorie des besoins	La théorie des 2 facteurs		
Besoin de réalisation de soi			Réalisation de soi (S'accomplir, laisser des traces, faire une œuvre durable)	Réalisation de soi	. Accomplissement . Puissance (avoir de l'influence sur ses pairs, d'être capable de les motiver vers un objectif précis)	
Accord avec la politique de l'entreprise				Accord avec la politique de l'entreprise		
Intérêt du travail - défis				Intérêt du travail	Relever des défis, d'atteindre des objectifs	
Le développement personnel - L'apprentissage continu				Opportunités de développement - Accroissement des responsabilités		Développement personnel
Reconnaissance			Estime	Reconnaissance		
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	Recherche de la maximisation du plaisir ou de la minimisation de sa peine					
Liens sociaux / Soutien / coopération			liens sociaux (être relié à un groupe)	Relations entre personnes - lien social	besoin d'affiliation	rapports sociaux
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)				Qualité de l'encadrement / de l'organisation		
Conditions de travail			Conditions de travail	Conditions de travail		
Sécurité physique			Sécurité physique	Sécurité physique		Existence
compensation fiancière (retribution)	Lien effort / rétribution	compensation fiancière (retribution)	Sécurité matérielle	*Adéquation Effort / Récompense*		

Maslow (1943) propose une théorie de la motivation à partir de la hiérarchie des besoins de tout individu – figue 28. Maslow observe que chacun hiérarchise ses besoins et cherche à les satisfaire selon un ordre de priorité croissante : (1) besoins physiologiques, (2) besoins de sécurité, (3) besoins de rapports sociaux, d'affection, d'appartenance à un groupe), (4) besoins d'estime (de reconnaissance), (5) besoins de réalisation de soi ou d'actualisation de soi (de progresser, de se développer, de s'épanouir). La motivation à assouvir un type de besoin se prolonge tant que l'individu n'est pas parvenu à le satisfaire. Lorsqu'il arrive à ses fins, il trouve comme nouvelle motivation le désir de satisfaire une nouvelle classe de besoin, et ainsi de suite jusqu'au cinquième niveau de la hiérarchie, celui du besoin de réalisation de soi (Maslow, 1970).

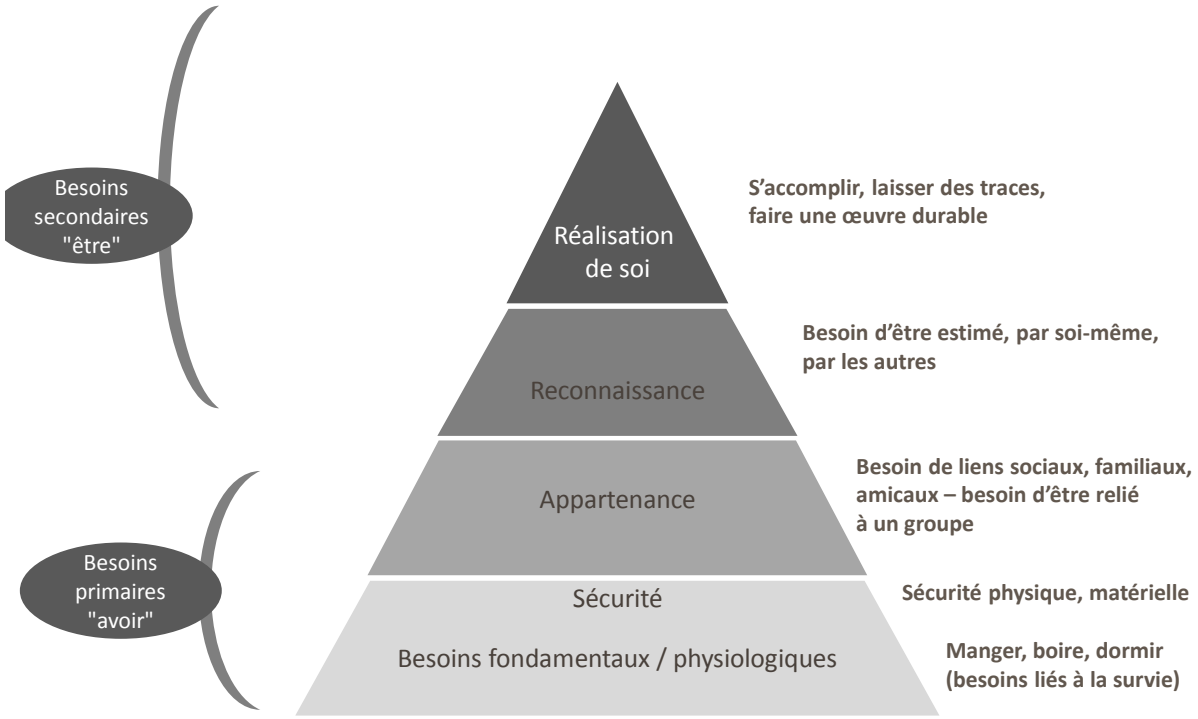


Figure 28 - La pyramide de Maslow (1943)

Dans la même famille des théories des besoins, Bassett-Jones and Lloyd (2005) nous rappellent les travaux de Herzberg – voir la figure 29. Selon ce dernier, deux domaines distincts influencent la motivation au travail : d'un côté les facteurs d'hygiène qui démotivent s'ils sont absents, de l'autre les facteurs de motivation qui facilitent l'effort s'ils sont présents. Par ailleurs, Herzberg a bousculé les théories élaborées jusqu'en 1959, en mettant en avant qu'il y avait une faible corrélation entre une récompense financière et la satisfaction au travail. Plus globalement, les résultats de Herzberg ont été traduits dans l'axiome selon lequel toute récompense financière inadéquate peut démotiver, néanmoins, au-delà d'un seuil limité, l'argent est un facteur d'hygiène et ne motive pas.

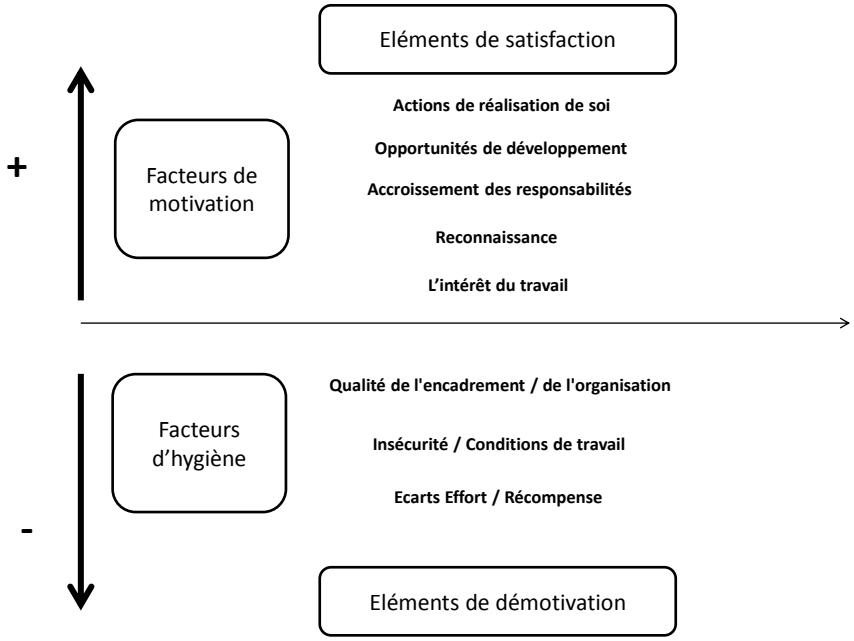


Figure 29 - La théorie des 2 facteurs d'Herzberg, selon les travaux de Bassett-Jones et Lloyd (2005)

Par ailleurs, pour McClelland (1961), trois catégories de besoins majeurs chez chaque individu influencent sa motivation, sans aucune hiérarchie :

- L'affiliation. C'est le besoin de s'associer à d'autres personnes.
- L'accomplissement. C'est le besoin de relever des défis, d'atteindre des objectifs.
- Le besoin de puissance. C'est le besoin d'avoir de l'influence sur ses pairs, d'être capable de les motiver vers un objectif précis.

La personnalité de chaque individu est marquée par la prédominance d'un des trois besoins, force motrice qui influera sur ses comportements.

Enfin Roussel (2000) rappelle qu'une autre théorie des besoins a été développée quelques années plus tard par Alderfer (1969). Ce dernier évoque la nécessité de satisfaire trois types de besoins : les besoins d'existence (E), les besoins de rapports sociaux (R) et les besoins de développement personnel (D). Contrairement à la théorie de Maslow, il n'existerait pas de hiérarchie de préséance entre les catégories de besoins. Chaque besoin peut agir de manière simultanée.

Dans une autre famille de théories, les motivations intrinsèques, Hackman and Oldham (1976) proposent des conditions qui induisent l'individu à devenir motivé, et alors à améliorer l'efficience de son travail – figure 30. Le modèle s'intéresse à l'interaction entre trois classes de variables : (a) les états psychologiques ; (b) les caractéristiques du travail qui influencent ces états psychologiques ; (c) les résultats sur le travail.

Selon Barnabé (1994), cette théorie de la conception des emplois est la plus utilisée dans le monde industriel.

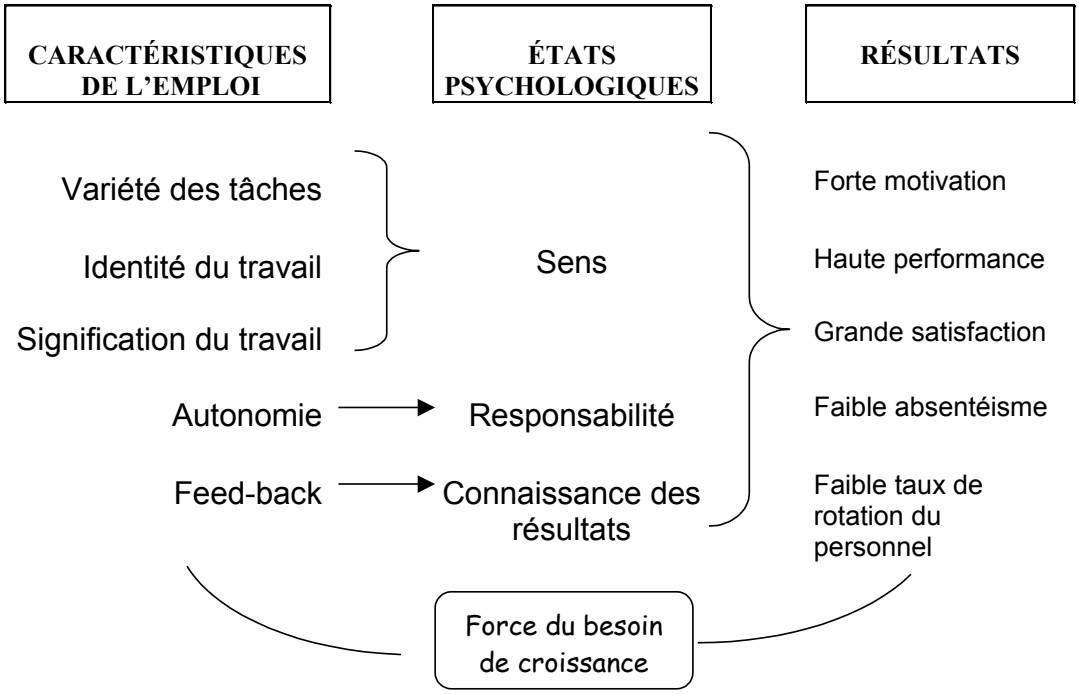


Figure 30 - Modèle des caractéristiques de l'emploi de Hackman et Oldham (1976)

Dans cette même famille de théories de la motivation, Roussel (2000) résume les travaux sur la théorie de l'évaluation cognitive de Deci et Ryan (1985). Leur hypothèse fondamentale est que la motivation intrinsèque serait suscitée par des besoins que chaque individu développe plus ou moins, ceux de se sentir compétent et autodéterminé. Chaque individu, à des degrés divers, cherche à satisfaire des besoins de compétence, c'est-à-dire, à développer ses capacités à interagir efficacement avec son environnement (de travail, relationnel, etc.). Ainsi, les facteurs situationnels joueraient un grand rôle comme déterminants de la motivation intrinsèque. Si le contexte de travail amène l'individu à se sentir responsable de son comportement, à assumer les choix qu'il effectue, à développer son autonomie dans ses actes, il percevra alors un sentiment d'autodétermination. Enfin, lorsque ce contexte de travail renvoie vers l'individu un « feed-back » positif sur ses réalisations, ses performances, il renforce son sentiment de compétence et par conséquent sa motivation intrinsèque (Pelletier et Vallerand, 1993).

Dans un autre registre de théories, selon Thietart (1980), Adams (1963) sur la théorie de l'équité a suggéré que les hommes recherchaient une compensation équitable pour leur effort de travail. Cette compensation peut se traduire par un salaire, des primes d'intéressement aux bénéfices, des primes de productivité, un statut, un intérêt intrinsèque de la tâche. L'étude de Roussel (2000) a mis en avant les travaux complémentaires de Greenberg (1987, 1990) sur l'analyse de la théorie de l'équité d'Adams concernant la motivation liée à la justice distributive. Le sentiment d'équité crée une perception favorable de la justice distributive c'est-à-dire, le sentiment de justice à l'égard de l'attribution de récompenses par l'organisation (salaire, promotion, reconnaissance, responsabilités, etc.). Greenberg (1987, 1990) propose de joindre à ce constat et à l'analyse qui en est faite, le sentiment de justice vis-à-vis des procédures et des processus mis en œuvre dans l'organisation : la justice procédurale. Elle concerne essentiellement des processus mis en place pour prendre les décisions d'attribution de récompenses tels que le système d'évaluation des performances, le

processus d'avancement, les procédures d'appel des décisions et processus de participation aux prises de décisions – voir la synthèse dans le tableau 28 et une présentation détaillée en annexe (tableaux 76 et 77).

D'autres familles de théories sont résumées ici, à partir du rapport de Roussel (2000), les théories du choix cognitif (travaux de Tolman (1932), Lewin (1936) et plus récemment Atkinson (1957)). Ce dernier propose l'approche cognitive-interactionnelle classique ; son modèle suggère que la motivation au travail exige trois conditions, être motivé pour réaliser les tâches avec succès (mobile d'accomplissement), percevoir une probabilité de réussir (expectation), et valoriser le succès (valeur incitatrice du succès). De son côté, Vroom (1964) propose une théorie des attentes ou théorie de l'expectation. Le processus motivationnel est déterminé par trois facteurs qui se combineraient de façon multiplicative : l'attente (expectation), l'instrumentalité et la valence. La motivation au travail d'un individu serait déterminée par les attentes de pouvoir réaliser des objectifs de performance grâce aux efforts qu'il se sent capable de déployer. Ces attentes l'inciteront à agir s'il perçoit une relation d'instrumentalité. Il doit percevoir qu'il a des chances de recevoir telle ou telle récompense en fonction de la performance qu'il pourrait réaliser. Ces relations d'attentes et d'instrumentalité produiront de la motivation si l'individu ressent de l'attrait (une valence) à l'égard des objectifs de performance et des récompenses espérées.

Kanfer (1990) regroupe un dernier ensemble de théories dont les développements sont les plus récents au sein du paradigme de l'autorégulation – métacognition.

Tout d'abord, Locke et al.(1981) précisent que la fixation des objectifs dans une organisation améliore la performance des employés quand :

- ces derniers considèrent avoir les capacités nécessaires pour atteindre les objectifs ;
- un « feed-back » est mis en place. Les supérieurs informent les employés des progrès accomplis par rapport aux objectifs. Cela permet de mesurer et d'ajuster le niveau d'effort à développer pour parvenir à son but ;
- des récompenses sont données lorsqu'un objectif est atteint ;
- l'encadrement de l'organisation soutient les objectifs de ses subordonnés et collabore aux programmes de fixation des objectifs ;
- les employés acceptent les objectifs qui leur sont fixés sur la base de l'information qui leur est communiquée.

Locke constate que pour rendre les objectifs incitatifs, ceux-ci doivent être : difficiles, précis et bien définis.

Pour Bandura (1986, 1991), le système de croyance sur son auto-efficacité, ou sentiment d'efficacité personnelle, est un fondement de la motivation, du bien-être et des accomplissements humains. Pour lui, si les gens ne sont pas convaincus qu'ils peuvent obtenir les résultats qu'ils souhaitent grâce leur propre action, ils auront peu de raisons d'agir ou de persévérer face aux difficultés. L'auteur démontre que c'est par le partage des croyances et capacités à traiter les défis et les actions ensemble que les groupes soudent leur activité collective, et dès lors, déterminent une grande partie de leurs résultats. Pour Bandura (1986, 1991), les systèmes sociaux qui entretiennent les compétences de gens, leur fournissent des ressources utiles, et laissent beaucoup de place à leur « auto-direction », leur donnent plus de chances pour qu'ils concrétisent ce qu'ils veulent eux-mêmes devenir.

Les différentes théories sur la motivation sont synthétisées dans le tableau 27 pour visualiser leur convergence et complémentarité ; il est intéressant de noter que les théories de Maslow et Herzberg peuvent être considérées comme très structurantes. En fait, ce travail de synthèse constitue un cadre d'analyse pour aborder les méthodes d'amélioration continues Lean Green.

Tableau 27 - Synthèse des théories de la motivation

Famille	Les théories des besoins						Les théories classiques de la motivation intrinsèque		Les théories de la justice organisationnelle et de l'équité		Les Théories du choix cognitif	Les théorie d'autorégulation et métacognition	
Auteurs	E.L Thorndike (1911) C.L. Hull (1943)	F.W. Taylor (1947)	Maslow (1954)	Herzberg et al. (1!	McClelland (1961)	Alderfer (1971)	Hackman and Oldham (1976)	Deci et Ryan (1985)	Adams (1963)	Greenberg (1987, 1990)	E.C. Tolman (1932) K. Lewin (1936) Atkinson (1957) Victor Vroom (1964) Kanfer (1990)	Locke and Latham (1984) Locke et al. (1981).	Albert Bandura (1986, 1991)
Désignation de la théorie (français)	Théorie des pulsions	La théorie classique	La théorie des besoins	La théorie des 2 facteurs					Théorie de l'équité	concept de justice organisationnelle	Théorie des attentes	Théorie de la fixation des objectifs	Théorie de l'apprentissage social et son concept d'auto-efficacité - théorie socio-cognitive
Besoin de réalisation de soi			■	■	■		■						
Accord avec la politique de l'entreprise				■								■	
Variété des des tâches							■						
Intérêt du travail - défis				■	■		■		■				
Le développement personnel - L'apprentissage continu				■		■	■						■
Responsabilisation / Implication / Autonomie							■	■					■
Mobilisation de ses compétences pour la réalisation d'un objectif							■	■			■	■	
Reconnaissance			■	■			■	■	■		■	■	
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	■												
Liens sociaux / Soutien / coopération			■	■	■	■							
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)				■						■		■	
Conditions de travail			■	■						■		■	■
Sécurité physique			■	■		■							
compensation fiancière (retribution)	■	■	■	■					■				

3.3.2.2 Le positionnement des principes de management par rapport au cadre d'analyse de la motivation

Après avoir rappelé les théories principales de la motivation, cette partie est consacrée aux travaux plus récents et plus applicatifs liés au management et la motivation, afin de composer une liste des caractéristiques d'un emploi motivant et finalement de qualifier la pertinence du cadre d'analyse bâti précédemment à partir des théories de la motivation – voir les tableaux 30 et 31.

Il est intéressant d'exploiter les travaux de Morin (2006) qui a conduit un travail de recherche sur le sens au travail. L'auteur en résume la définition de trois manières distinctes, dans la figure 31.

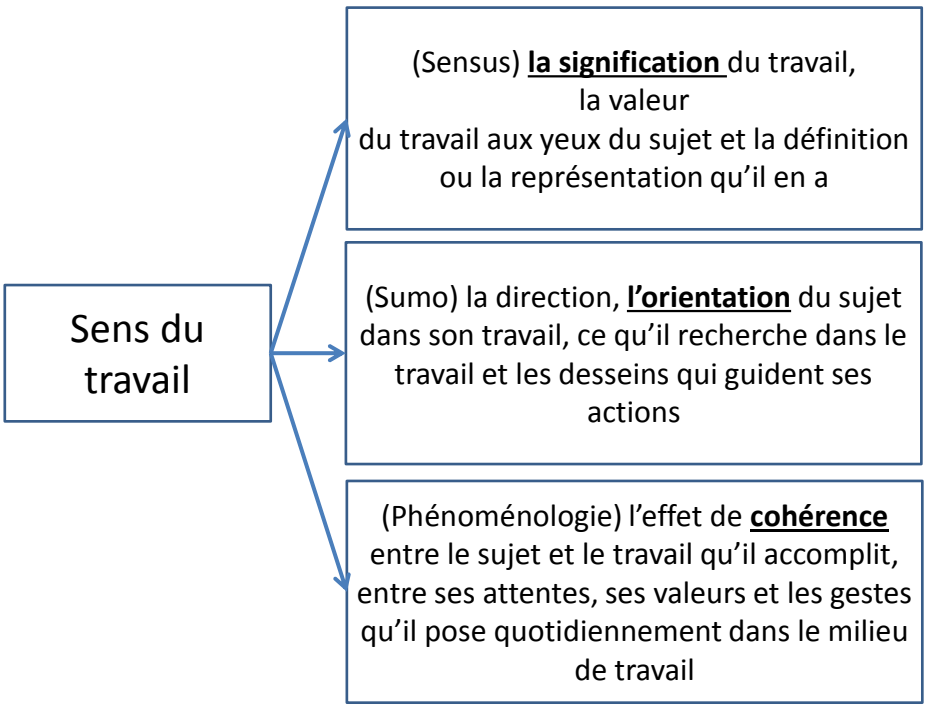


Figure 31 - Trois définitions du sens du travail (Morin, 2006)

En s'appuyant sur le modèle des caractéristiques de l'emploi de Hackman et Oldham (1976) décrit précédemment et le modèle sociotechnique (présenté ci-après), Morin (2006) propose les caractéristiques d'un travail qui a du sens, dans le tableau 30.

Le modèle sociotechnique vise à organiser le travail de telle sorte que l'engagement des employés pour leur travail soit stimulé et que la performance organisationnelle s'en trouve améliorée. Il s'agit en fait d'organiser le travail de façon à correspondre aux motivations intrinsèques des employés aussi bien qu'à leurs besoins extrinsèques (Ketchum et Trist, 1992). Le tableau 28 présente les propriétés que devrait avoir un tel travail.

Tableau 28 - Propriétés du travail (Ketchum et Trist, 1992)

Conditions de l'emploi	Le travail lui-même
Un salaire juste et acceptable	De la variété et du défi
L'assurance de l'emploi	De l'apprentissage continu
Des avantages convenables	Une marge discrétionnaire, de l'autonomie
La sécurité	De la reconnaissance et du support
La santé	Une contribution sociale qui fait du sens
La justice et l'équité des procédures	Un futur désirable

Tableau 29 - Caractéristiques d'un travail qui a du sens et les énoncés correspondants selon Morin (2006)

Caractéristiques du travail qui a du sens	Énoncés
Utilité du travail	. qui sert à quelque chose
	. qui mène à des résultats que vous valorisez
Contribution sociale	. qui est utile à la société
	. qui est utile aux autres
Rationalité du travail	. qui est fait de manière efficace
	. dont les objectifs sont clairs
	. qui vous permet d'atteindre les objectifs que vous vous êtes fixés
Charge de travail	. qui respecte votre vie privée
	. dont la charge est ajustée à vos capacités
Coopération	. qui vous permet d'avoir des contacts intéressants avec d'autres
	. qui se fait dans un esprit d'équipe
Salaire	. qui vous donne un salaire qui permet de subvenir à vos besoins
Exercice des compétences	. qui correspond à vos intérêts et à vos compétences
	. que vous avez du plaisir à faire
Occasions d'apprentissage	. qui vous permet d'apprendre ou de vous perfectionner
	. qui vous permet de vous épanouir
Autonomie	. qui permet d'exercer votre jugement pour résoudre des problèmes
	. qui vous permet de prendre des initiatives pour améliorer vos résultats
	. que vous êtes libre d'organiser de la manière qui vous semble la plus efficace
Responsabilité	. qui vous permet d'avoir de l'influence dans votre milieu
	. dont vous êtes responsable
Rectitude des pratiques	. qui se fait dans un milieu qui respecte les personnes
	. qui respecte les valeurs humaines
Esprit de service	. qui vous donne l'occasion de rendre service aux autres
	. où vous pouvez compter sur l'aide de vos collègues lorsque vous avez des difficultés
Santé et sécurité	. qui vous permet d'envisager l'avenir avec confiance
	. qui se fait dans un environnement sain et sécuritaire
Reconnaissance	. où l'on reconnaît vos compétences
	. où l'on reconnaît vos résultats
	. où vous pouvez compter sur le soutien de votre supérieur

Ce tableau 29 de Morin (2006) constitue une liste pertinente ; les caractéristiques du travail présentées méritent cependant d'être classées. Les tableaux de synthèse 30 et 31 ci-après proposent les éléments constitutifs de principes de management par famille de facteurs de motivation, en intégrant l'étude plus récente de Morin (2010) toujours sur le sens du travail ; l'auteur insiste sur six facteurs clés de motivation : l'utilité sociale, l'autonomie, les occasions d'apprentissages et de développement, le respect de règles morales, la qualité des relations et la reconnaissance. Concernant l'utilité sociale, l'auteur précise que pour qu'un travail ait un sens, il est important qu'il soit perçu comme utile aux autres ou à la société. Il faut qu'il ait un but qui motive la personne à accomplir les tâches qui lui sont confiées. Concernant l'autonomie, le personnel doit exercer ses compétences et son jugement, faire preuve de créativité dans la résolution des

problèmes et pouvoir exprimer ses opinions quant aux décisions qui le concernent. Par ailleurs, le travail doit être l'occasion d'apprendre, de se perfectionner, de se développer et donc de s'épanouir. Pour que le travail ait un sens, il doit être réalisé dans un milieu qui stimule le développement de relations professionnelles positives, de contacts intéressants, de bonnes relations interpersonnelles et qui permet de développer une complicité avec ses collègues, d'obtenir leur soutien et d'exercer son influence au sein d'une équipe ou d'une organisation. Enfin sur le plan de la reconnaissance, les leviers sont multiples ; il est important d'avoir le respect et l'estime de ses supérieurs et de ses collègues et être satisfait du soutien, du salaire et des perspectives de promotion.

Toujours sur le thème du sens au travail, Vandangeon-Derumez et Autissier (2006) ont étudiés les différents travaux de Weick, sur le management par le sens (sensemaking). Ils mettent en avant la nécessaire attractivité de la culture par rapport aux idéaux individuels, et l'importance de la lisibilité de l'action stratégique. De son côté, Malik (2006) évoque six conditions pour un management efficace : contribuer à l'ensemble, se centrer sur les résultats, faire confiance, utiliser les forces des collaborateurs, diffuser la pensée positive, se concentrer sur peu de chose.

Ces différents travaux sur l'application des théories de la motivation sont résumés dans les tableaux 30 et 31, à partir des facteurs de motivation exposés dans le paragraphe précédent.

Par ailleurs, Savall et Zardet (2000), dans le cadre de sa théorie sur le management socio-économique, évoque six familles de dysfonctionnements expliquant les coûts cachés de l'entreprise : les conditions de travail, l'organisation du travail, la communication/coordination/coopération, la gestion du temps, la formation intégrée et la mise en œuvre stratégique. Aussi des bonnes pratiques doivent être installées, la responsabilisation des collaborateurs, la communication, le développement de la cohésion d'équipe, et le traitement régulier des dysfonctionnements pour améliorer les postes de travail.

Très récemment, Denning (2011) a recommandé les clés pour un management innovant. Il insiste sur la nécessité de développer la culture orientée client.

Tableau 30 - Les principes de management et les facteurs de motivation (partie 1)

Auteurs	Ketchum et Trist (1992)	Savall et Zardet (2000)	Vandangeon-Derumez et Autissier (2006)	Malik (2006)	Morin et Gagné (2010)	Denning (2011)
Désignation de la théorie	Le modèle sociotechnique	Le management socio-économique	Le management par le sens (sensemaking)	Le management efficace	Donner un sens au travail - Promouvoir le bien-être psychologique	Les pratiques de l'innovation continue
Besoin de réalisation de soi	Une contribution sociale qui fait du sens		Adhésion à la culture de l'entreprise - Attractivité de la culture par rapport aux idéaux individuels	Contribuer à l'ensemble	. Utilité du travail . Contribution sociale	
Accord avec la politique de l'entreprise	Un futur désirable	La mise en œuvre stratégique	Lisibilité de l'action stratégique - compréhension de la stratégie			
Variété des tâches	La variété					
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Un défi			Se centrer sur les résultats		. Objectifs orientés clients . Développer la relation client pour les équipes

Tableau 31 - Les principes de management et les facteurs de motivation (partie 2)

Le développement personnel - L'apprentissage continu	Un apprentissage continu	La formation intégrée			Occasions d'apprentissages et de développement	
Responsabilisation / Implication / Autonomie	Une marge discrétionnaire et l'autonomie	. La responsabilisation des collaborateurs . Le traitement régulier des dysfonctionnements pour améliorer les postes de travail	Liberté d'action et autonomie	Faire confiance	. Autonomie . Responsabilité	. Organisation, à taille humaine, en équipes atonomes . Amélioration continue
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif			Accès aux ressources - Capitaliser l'expérience	L'utilisation des forces	Exercice des compétences	Développer le management par objectif
Reconnaissance	La reconnaissance				Reconnaissance	. Reconnaître la performance . Les équipes mesurent leur performance et reportent au client directement, et pas aux managers
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction				Pensée positive		
Liens sociaux / Soutien / coopération	Le support	la communication/coordination/coopération	être écouté et associé		. Coopération . Esprit de service	. Développer la communication, les liens, la cohésion
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	Justice et équité des procédures	. L'organisation du travail . La gestion du temps	Rôle des acteurs explicite - Affichage du fonctionnement	Se concentrer sur peu de chose	. Rationalité du travail . Charge de travail . Rectitude des pratiques	Les managers passent d'un rôle de contrôleur à facilitateur, coach
Conditions de travail	Santé	Les conditions de travail			Santé	
Sécurité physique	Sécurité				Sécurité	
compensation fiancière (retribution)	. Salaire juste et acceptable . Avantages convenables . Assurance de l'emploi		Contribution / Rétribution		Salaire	Rémunérer équitablement

Au-delà des tableaux de synthèse, plus spécifiquement, Dionne et al (2004) précisent les facteurs d'amélioration de la performance d'une équipe : la cohésion, la communication et la gestion des conflits. Et dans un article récent, Getz et Carney (2013) invitent les entreprises à adopter la liberté comme principe de management. Les salariés y prennent des initiatives ; ils sont traités en adultes responsables au lieu de limiter les informations dont ils disposent et de faire contrôler chacun de leurs faits et gestes par une hiérarchie pléthorique.

Cette synthèse peut être reliée aux travaux récents de Ben Shahar (2007) ; en effet, comme le dit Jean-François Zobrist, dirigeant de FAVI (fonderie d'alliage de cuivre), dans l'article de Getz (2009), « il n'y a pas de performance sans bonheur ». Hors, Ben Shahar (2007) structure la construction du bien-être, y compris sur le lieu de travail, en trois domaines complémentaires : le Sens, le Plaisir, les Atouts. Chacun devrait répondre à ces questions pour façonner un mieux-être au travail : Qu'est-ce qui a du sens pour moi ? Qu'est-ce qui est source de plaisir ? Quels sont mes atouts ?

En conclusion, il est important de retenir que le cadre de synthèse des théories de la motivation structure l'analyse des principes de management. Aussi, de la même manière, un regard synthétique à partir de ce cadre peut être porté sur les méthodes de management Lean Green. La partie suivante en présente les résultats.

3.3.2.3 Le management Lean Green et la motivation

Ce paragraphe aborde le management Lean Green selon le cadre d'analyse de la motivation, en reprenant les éléments synthétisés dans l'état de l'art.

Les points clés des auteurs étudiés alimentent les tableaux structurés suivants :

- le management Lean et les facteurs de motivation (32 – 33)
- le management Lean et les facteurs de stress (34)
- le management Lean Green et les facteurs de motivation (35)

Tableau 32 - Le management Lean et les facteurs de motivation (partie 1)

Auteurs	Suzaki (1993)	Nightingale (1999)	Biazzo et Panizzolo (2000)
Besoin de réalisation de soi			
Accord avec la politique de l'entreprise	Définir clairement la vision	Promouvoir la pensée Lean à tous les niveaux	
Variété des tâches			. Conduire des activités de maintenance et de contrôle de la qualité . Développer la polyvalence, la rotation de poste
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Développer le sens du client	Se concentrer en permanence sur le client	
Le développement personnel - L'apprentissage continu	Faire progresser la capacité de traiter les problèmes	Former afin de mieux faire comprendre les étapes avant et après chaque poste	Former en continu
Responsabilisation / Implication / Autonomie	Impliquer tout le personnel dans le processus d'amélioration continue	Améliorer en continu les pratiques, en impliquant le personnel	. Faire prendre les décisions au plus prêt du terrain . Mettre en œuvre des groupes de résolution de problèmes . Mettre en place un système de suggestions
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif		Optimiser l'utilisation de la capacité / du potentiel de chaque opérateur	Optimiser l'utilisation du potentiel de chaque opérateur
Reconnaissance	Mesurer les performances QCDSM	. Mettre en place des tableaux de bord sur les performances, pour les exploiter et les améliorer . Reconnaître de manière appropriée les employés	
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction			
Liens sociaux / Soutien / coopération	. Améliorer la communication (via des réunions d'unité de travail) . Développer le management de la transparence	. Développer des relations basées sur la confiance et l'engagement mutuel . Développer une communication ouverte	Valoriser la dimension coopérative du travail
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	. Assurer un leadership . Expliciter la fonction d'assistance du management	Maximiser la stabilité dans un environnement en mutation	
Conditions de travail			
Sécurité physique			
compensation financière (retribution)			Mettre en place un système de rémunération basés sur la performance, sur la compétence

Tableau 33 - Le management Lean et les facteurs de motivation (partie 2)

Auteurs	de Treville et Antonakis (2006)	Hasle et al. (2012)	Alves et al. (2012)
Besoin de réalisation de soi			
Accord avec la politique de l'entreprise			Créer une vision collective
Variété des tâches	Développer la variété des compétences requises (contrôle, maintenance,résolution de problème)	Variété des tâches	
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Renforcer l'identité du travail		Se focaliser sur la création de valeur pour le client
Le développement personnel - L'apprentissage continu	Former le personnel	Formation	
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Renforcer l'autonomie (de responsabilité et de prise de décision) . Simplifier les tâches	. Autonomie . Implication . Confiance de l'encadrement vis-à-vis du personnel . Participation à des améliorations	. Renforcer l'autonomie . Viser la perfection . S'améliorer en continu . Développer les systèmes de suggestions
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Optimiser l'urtilisation des compétences du personnel	Utilisation des compétences	
Reconnaissance	Développer le feedback		
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction			
Liens sociaux / Soutien / coopération	. Créer des équipes de production . Renforcer la collaboration pour résoudre les problèmes	. Liens sociaux . Communication . Cohésion de groupe . Travail d'équipe . Sentiment d'appartenance	. Renforcer le travail en équipe
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	. Garantir l'adéquation entre les tâches et les compétences		. Développer les standards
Conditions de travail	Mettre à disposition les moyens nécessaires		
Sécurité physique			
compensation financière (retribution)	Proposer des salaires compétitifs		

Les différents articles étudiés selon le cadre d'analyse sont très convergents et montrent comment le management Lean peut concrètement motiver. Deux facteurs de motivation ne sont pas cependant impactés : le besoin de réalisation de soi, qui touche le sens profond du travail, et la sécurité physique qui est un facteur d'hygiène basique.

Par opposition, des études scientifiques sur le Lean et la santé au travail ont été récemment conduites ; elles mettent en lumière des facteurs de stress – tableau 34. Celui-ci reprend le cadre d'analyse. Il montre les limites du management Lean lorsqu'il est partiellement mis en œuvre (exemple : perte de sens du travail) ou quand il ne laisse pas suffisamment d'espace de respiration ou de liberté au personnel.

Tableau 34 – Le management Lean et les facteurs de stress

Auteurs	Conti et al. (2006) -	Hasle et al. (2012)	INRS (2013)
Intérêt intrinsèque du travail		Ambiguïté des rôles	Perte de sens du travail
Responsabilisation / Implication / Autonomie		Trop de contrôles (temps, méthodes de travail)	
Variété des tâches			Risque d'augmentation de la charge mentale des opérateurs, par la polyvalence
Feed-back	Perception d'être blâmé pour les défauts	Blâme pour les défauts	Perte du vue de la finalité des indicateurs
Esprit d'équipe	Ajustement trop fréquent de la composition de l'équipe - réalisation trop fréquente du travail de collègues absents	. Conflits . Faire le travail de collègues absents	Mise en compétition des équipes
Organisation du travail	Fort rythme et intensité de travail - heures supplémentaires plus importantes que souhaitées - diminution du temps de cycle (d'où une répétition plus fréquente du travail)	. Rythme / charge / intensité de travail . Durée des journées de travail . Manque de ressources . Manque de pauses . Temps de cycle courts	Mise sous tension des opérateurs - densification du travail par la suppression des non valeurs ajoutées - changement de production fréquents et rapides - Ajustement des effectifs au niveau de production - Rigidification du travail par une standardisation trop poussée
Conditions de travail	. Difficulté ergonomique dans l'exécution de tâches . Manque d'outil et d'équipement	. Positions inconfortables . Manque d'outils	

Enfin, le tableau 35 synthétise la littérature sur le management Lean Green et les facteurs de motivation. Ceux-ci sont partiellement impactés, entre autre pour les facteurs touchant le sens du travail (besoin de réalisation de soi, intérêt intrinsèque du travail), et ne sont pas traités pour les facteurs d'hygiène (organisation, conditions de travail, sécurité, rétribution). Concernant la reconnaissance, le reporting 3A d'Harrington (2012) a été mis en avant récemment par Duarte et Cruz-Machado (2013). Cette méthode est analysée dans le détail dans la section 3.3.3 qui suit.

Les quatre tableaux (32 à 35) structurent les études conduites sur le management Lean seul et sur le management intégré Lean Green. Cette synthèse selon les facteurs de motivation sera exploitée pour bâtir le modèle d'éco-responsabilisation, dans la section « 3.3.4 – Le modèle conceptuel: le management visuel de l'éco-performance ».

Tableau 35 - Le management Lean Green et les facteurs de motivation

Facteurs de motivation	Extraits articles
Besoin de réalisation de soi	
Accord avec la politique de l'entreprise	Engagement de la direction pour le déploiement d'un management Lean Green (Duarte and Cruz-Machado, 2013)
Variété des compétences requises	. Enrichissement des tâches; Désignation d'un leader Lean Green (Duarte and Cruz-Machado, 2013) . Lean Green engineer (Black and Phillips, 2010)
Intérêt intrinsèque du travail - défi	
Le développement personnel - L'apprentissage continu	Evaluation des besoins de montée en compétence; Formations régulières (Duarte and Cruz-Machado, 2013)
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Implication pour supprimer les pertes à la source; être force de proposition d'idée d'amélioration (Duarte and Cruz-Machado, 2013) . Implication, responsabilisation du personnel (Dües, 2013) . Réduction du nombre de niveaux hiérarchiques (Florida, 1996; Pojasek, 2008)
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	
Reconnaissance	. Déploiement du reporting 3A; mise en place d'indicateurs lean and green; formes de récompenses / reconnaissance (Duarte and Cruz-Machado, 2013)
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	
Liens sociaux / Soutien / coopération	Communication régulière (Duarte and Cruz-Machado, 2013; Pojasek, 2008)
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	
Conditions de travail	
Sécurité physique	
compensation financière (retribution)	

3.3.3 La méthode 3A

3.3.3.1 Introduction

Comme évoqué précédemment, les travaux récents de Duarte et Cruz-Machado (2013) mentionnent l'intérêt de donner du « feed-back » par des indicateurs Lean Green et recommandent le déploiement d'un reporting 3A (Area Activity Analysis) développée par Harrington (1999, 2012). Dans la suite de cette section, nous donnons une définition précise de la méthode 3A, puis nous l'évaluons selon les facteurs de motivation, pour mettre en lumière les points complémentaires à développer pour en faire une méthode d'amélioration motivante.

3.3.3.2 Définition

La méthode 3A consiste à déployer un système de mesure de l'efficacité et l'efficience au sein d'une organisation, dans le cadre de relations fournisseurs / clients internes et externes, selon la Figure 32. Dans un premier temps les clients et les fournisseurs se mettent d'accord sur les exigences attendus. Puis après la fourniture du produit ou service (Input), le client donne un retour (ou Feedback) sur les performances. En fonction des résultats, le fournisseur met en œuvre des actions correctives et de progrès, qu'il communique au client.

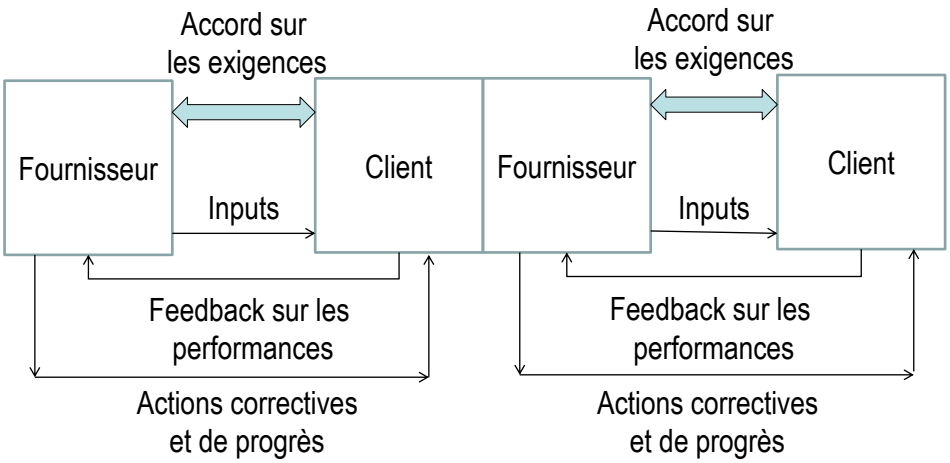


Figure 32 - Les relations fournisseurs / clients internes et externes selon Harrington (2012)

La méthode 3A structure le « feed-back » en termes de performances vers les équipes. L'auteur recommande de mettre en place des indicateurs intégrés. La méthode 3A se concrétise sur le terrain par un tableau de bord visuel installé par équipe – figure 33. Ce support intègre les rubriques suivantes : la présentation de l'équipe (nom, photo, mission), la procédure d'affichage applicable, la liste des clients (et des lettres éventuelles de clients), les performances, un recueil des idées (nouvelles et en cours d'analyse) et un plan d'actions de progrès. Harrington (2012) estime que cet outil devrait être utilisé par toutes les organisations comme point de départ deleurs activités d'amélioration continue.

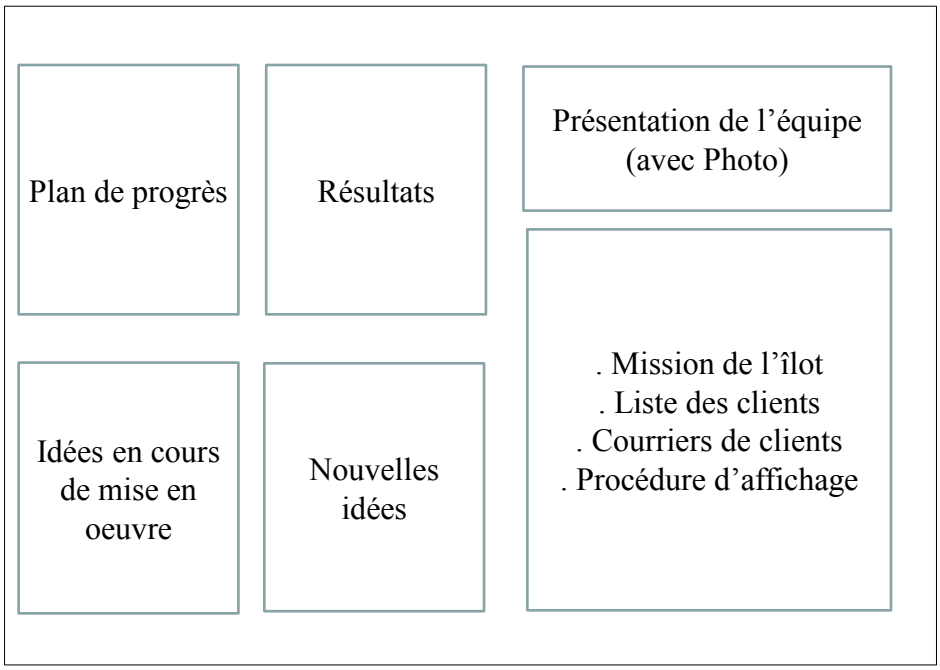


Figure 33 - Le tableau de bord visuel par équipe (Harrington, 2012)

3.3.3.3 Evaluation

Le tableau 36 précise l'impact du processus 3A sur les facteurs de motivation. De nombreux effets bénéfiques sont donc mis en avant par l'auteur. Cependant, quelques potentiels d'ajustement apparaissent (pour les cases sans argument). Tout comme le management Lean Green, le facteur « besoin de réalisation de soi » et les facteurs d'hygiène (organisation, conditions de travail, sécurité, rétribution) ne sont pas impactés.

Tableau 36 - Le processus 3A et les facteurs de motivation (Harrington, 2012)

Facteurs de motivation	Processus 3A
Besoin de réalisation de soi	X
Accord avec la politique de l'entreprise	Le processus 3A facilite la déclinaison des objectifs stratégiques de la direction
Variété des tâches	X
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Chaque équipe connait ses clients, ses fournisseurs, ses missions, en cohérence avec l'ensemble de l'organisation
Le développement personnel - L'apprentissage continu	Les compétences opérationnelles de l'organisation sont améliorées, en particulier les compétences en leadership.
Responsabilisation / Implication / Autonomie Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	. Tous les employés de l'organisation peuvent être activement impliqués dans le processus 3A. . Les employés deviennent plus responsables de leurs propres actions. . Le processus 3A permet d'identifier les problèmes
Reconnaissance	Le processsus 3A fournit à tous les membres d'équipe une bonne compréhension de leur fonctionnement et leur performance via un tableau de bord . Les employés qui contribuent à la réussite de l'équipe peuvent être identifiés et récompensés en conséquence.
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	X
Liens sociaux / Soutien / coopération	. Le processus 3A facilite la communication . Le travail au sein de l'équipe (et entre les équipes) est par conséquent fortement amélioré.
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existence de règles de vie)	X
Conditions de travail	X
Sécurité physique	X

3.3.4 Le modèle conceptuel : le management visuel de l'éco-performance

3.3.4.1 Introduction

Décrit dans la figure 27, la construction de notre modèle d'éco-responsabilisation se décline enanalyse des démarches de management Lean Green d'une part et en analyse de la méthode 3A, traitée précédemment, d'autre part. Cette nouvelle section se décompose en deux parties. La première pose le cadre d'exigence et la seconde caractérise notre modèle.

3.3.4.2 Le cadre d'exigence du modèle

Duarte et Cruz-Machado (2013) mentionnent l'intérêt de donner du « feed-back » par des indicateurs Lean Green et recommandent le déploiement d'un reporting 3A (Area Activity Analysis), mais ils n'apportent pas de démonstration. Nous avons vu dans le paragraphe précédent que la méthode 3A bénéficiait par construction à la motivation du personnel. Dans le cadre d'un Management Lean Green, **nous proposons d'étudier un approfondissement de la méthode 3A, pour d'une part viser une performance sociale renforcée, et d'autre part améliorer les performances environnementales et économiques ; ainsi une performance équilibrée « 3P » (People, Planet, Profit) pourra être améliorée. Le périmètre de notre étude se limite au processus de Production.**

Pour aborder l'optimisation de la performance sociale, les tableaux 37 et 38 synthétisent le lien entre le management Lean, le management Green, l'intégration Lean Green, le processus 3A et les facteurs de motivation, à partir des tableaux de la partie « 3.2.3.3 – Le management Lean Green et la motivation ». Ils mettent en lumière non seulement les points de convergence mais également les manques (zones sombres). **Ce cadre peut constituer alors une spécification pour développer un modèle Lean Green à partir du reporting 3A**. En résumé, le management Lean induit de la motivation si les quelques risques mentionnés dans les études sur le stress sont pris en compte. Par ailleurs, le management Lean Green et le processus 3A sont globalement très cohérents et complémentaires pour deux facteurs : la variété des tâches et l'intérêt intrinsèque du travail. Globalement, les facteurs suivants sont à renforcer : le besoin de réalisation de soi, la recherche du plaisir/de sources de satisfaction, la qualité de l'encadrement / de l'organisation (existence de règles de vie), les conditions de travail, et la sécurité. Nous ne prenons pas en compte le facteur lié à la compensation financière (rétribution) qui s'inscrit davantage dans une politique salariale de l'entreprise.

Selon la recommandation de Duarte et Cruz-Machado, l'exploitation d'un indicateur Lean Green doit être visée. Il est spécifique à chaque organisation**.** Cependant par défaut, **la qualité des produits peut être l'indicateur de référence à exploiter.** Comme mentionné dans le tableau « 15 - Les indicateurs de performance d'un tableau de bord équilibré », **l'indicateur qualité est commun à la performance économique, environnementale et sociale.**

Pour conclure cette partie, la figure 34 synthétise le cadre d'exigence du modèle Lean Green, support à une stratégie d'éco-responsabilisation.

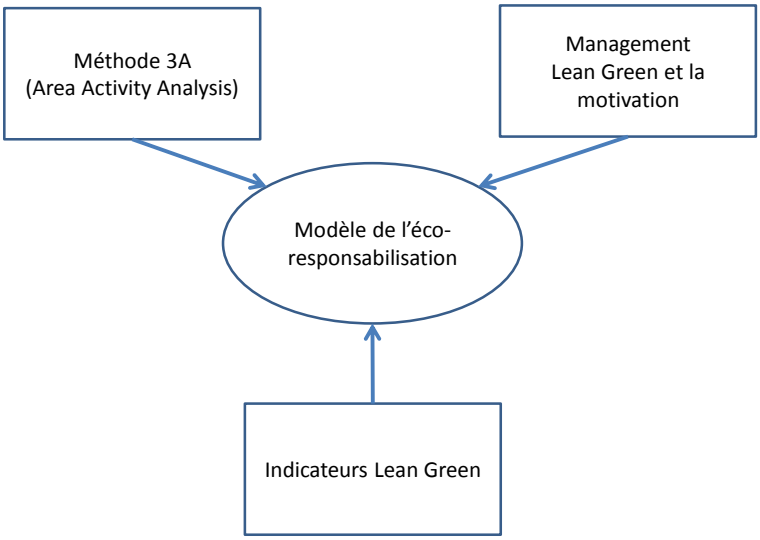


Figure 34 - Le cadre d'exigence du modèle Lean Green, support à une stratégie d'éco-responsabilisation.

Tableau 37 - Evaluation des méthodes d'amélioration continue selon les facteurs de motivation (partie 1)

Facteurs de motivation	Management Lean (facteurs clés de succès et risques de stress)		Management Green	Management Lean Green	Processus 3A
Besoin de réalisation de soi					
Accord avec la politique de l'entreprise	Décliner, promouvoir la pensée Lean à tous les niveaux			Engagement de la direction pour le déploiement d'un management Lean Green (Duarte and Cruz-Machado, 2013)	Le processus 3A facilite la déclinaison des objectifs stratégiques de la direction
Variété des tâches	Développer la variété des tâches : polyvalence, polycompétence (contrôle, maintenance,....), rôles (animation, gestion,...)	Risque d'augmentation de la charge mentale des opérateurs, par la polyvalence		. Enrichissement des tâches; Désignation d'un leader Lean Green (Duarte and Cruz-Machado, 2013) . Lean Green engineer (Black and Phillips, 2010)	
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Développer le sens du client	Management visuel : perte du vue de la finalité des indicateurs, perte de sens du travail			Chaque équipe connait ses clients, ses fournisseurs, ses missions, en cohérence avec l'ensemble de l'organisation
Le développement personnel - L'apprentissage continu	Former en continu le personnel : sur le métier, sur la capacité de traiter les problèmes, sur la compréhension des étapes avant et après son poste ou plus globalement sur les interfaces		la formation (Daily et Bishop, 2012)	Evaluation des besoins de montée en compétence; Formations régulières (Duarte and Cruz-Machado, 2013)	Les compétences opérationnelles de l'organisation sont améliorées, en particulier les compétences en leadership.
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Renforcer l'autonomie . Faire prendre les décisions au plus prêt du terrain . Impliquer tout le personnel dans le processus d'amélioration continue des pratiques . Mettre en œuvre des groupes de résolution de problèmes . Mettre en place un système de suggestions . Simplifier les tâches	Densification du travail par la suppression des non valeurs ajoutées	. l'implication du personnel . le travail en équipe (Daily et Bishop, 2012)	. Implication pour supprimer les pertes à la source; être force de proposition d'idée d'amélioration (Duarte and Cruz-Machado, 2013) . Implication, responsabilisation du personnel (Dües, 2013) . Réduction du nombre de niveaux hiérarchiques (Florida, 1996; Pojasek, 2008)	. Tous les employés de l'organisation peuvent être activement impliqués dans le processus 3A. . Les employés deviennent plus responsables de leurs propres actions. . Le processus 3A permet d'identifier les problèmes
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Optimiser l'utilisation de la capacité / du potentiel de chaque opérateur				

Tableau 38 - - Evaluation des méthodes d'amélioration continue selon les facteurs de motivation (partie 2)

Reconnaissance	. Mettre en place des tableaux de bord sur les performances QCDSM, pour les exploiter et les améliorer . Reconnaître de manière appropriée les employés			. Déploiement du reporting 3A; mise en place d'indicateurs lean and green; formes de récompenses / reconnaissance (Duarte and Cruz-Machado, 2013)	Le processsus 3A fournit à tous les membres d'équipe une bonne compréhension de leur fonctionnement et leur performance via un tableau de bord . Les employés qui contribuent à la réussite de l'équipe peuvent être identifiés et récompensés en conséquence.
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction		Perception d'être blâmé pour les défauts			
Liens sociaux / Soutien / coopération	. Créer des équipes de production . Améliorer la communication (via des réunions d'unité de travail) . Renforcer la collaboration pour résoudre les problèmes . Développer des relations basées sur la confiance et l'engagement mutuel	. Ajustement trop fréquent de la composition de l'équipe . Réalisation trop fréquente du travail de collègues absents		Communication régulière (Duarte and Cruz-Machado, 2013; Pojasek, 2008)	. Le processus 3A facilite la communication . Le travail au sein de l'équipe (et entre les équipes) est par conséquent fortement amélioré.
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existence de règles de vie)	. Maximiser la stabilité des équipes de production . Garantir l'adéquation entre les tâches et les compétences . Développer le leadership des managers et leur rôle de soutien aux équipes	. Mise sous tension des opérateurs . Changement de production fréquents et rapides . Ajustement des effectifs au niveau de production . Rigidification du travail par une standardisation trop poussée . Fort rythme et intensité de travail . Heures supplémentaires plus importantes que souhaitées . Diminution du temps de cycle (d'où une répétition plus fréquente du travail)	Le soutien de l'encadrement (Daily et Bishop, 2012)		
Conditions de travail	Mettre à disposition les moyens nécessaires	. Difficulté ergonomique dans l'exécution de tâches . Manque d'outil et d'équipement			
Sécurité physique					
compensation financière (retribution)	. Proposer des salaires compétitifs . Mettre en place un système de rémunération basés sur la performance, sur la compétence				

3.3.4.3 La définition du modèle

Notre modèle se traduit par une méthode d'amélioration continue, le Management Visuel de l'éco-performance (MVEP), dont la visualisation est représentée par les figures 35 et 36, et la caractérisation est détaillée dans les tableaux 39 et 40.

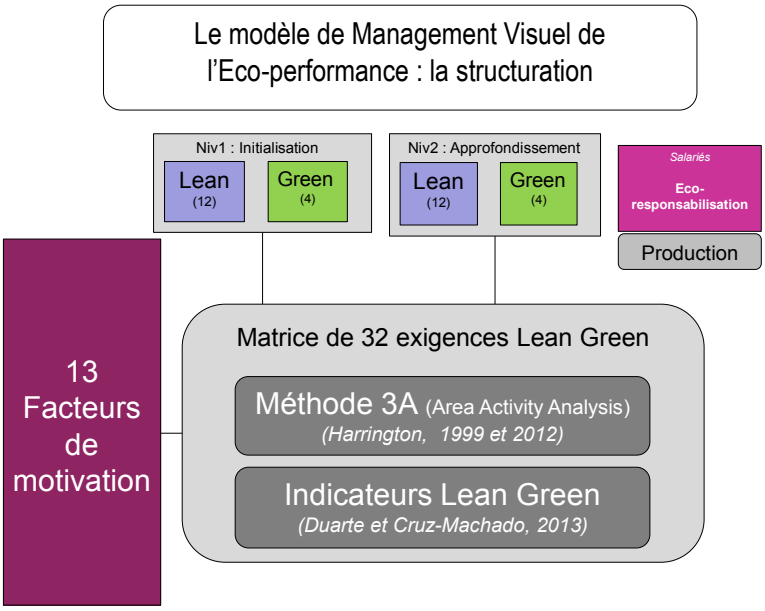


Figure 35 – La structuration du modèle MVEP (Management Visuel de l'éco-performance)

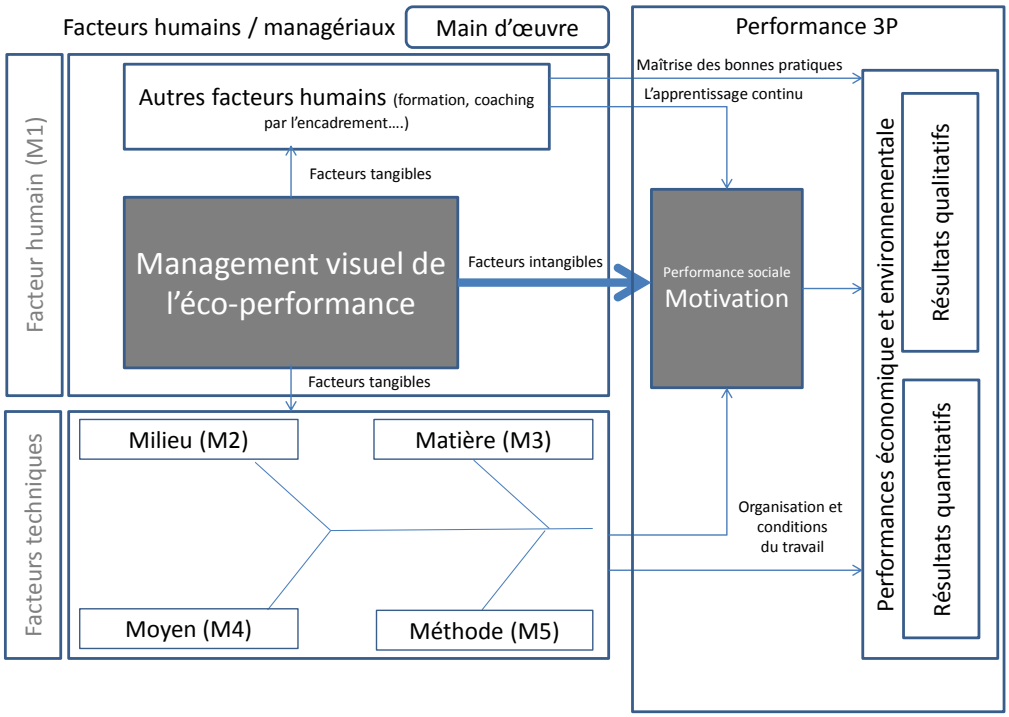


Figure 36 – Le modèle MVEP (Management Visuel de l'éco-performance) et la performance 3P

Cette méthode enrichit de manière intégrée les trois cadres d'exigence précédemment exposés (le Management Lean Green, la méthode 3A, les indicateurs Lean Green) et représente un modèle intégré Lean Green qui impacte principalement la motivation (performance sociale) mais également les performances environnementales et économiques. Une animation du progrès d'une équipe, à partir de l'exploitation d'indicateurs de performance intégrés Lean Green en constitue le socle. D'une part, le MVEP impacte directement la motivation qui elle-même induit plus de performance économique, et d'autre part, elle influence directement la performance économique et environnementale, par des actions sur les 5M, les cinq facteurs de maîtrise d'un processus, dans une relation de cause à effet, selon Fujita (1989).

Les caractéristiques du modèle sont développées, en reprenant les trois cadres d'exigence, et en s'appuyant sur les facteurs de motivation établis précédemment. Le modèle se concrétise par une **matrice Lean Green** - tableaux 39 et 40. Le modèle intègre une liste d'actions méthodologiques ou exigences dans le domaine spécifique du management Lean et dans le domaine complémentaire du management Green, pour composer un **référentiel Lean Green** ; par ailleurs il cadre un **processus de mise en œuvre, en deux temps (Initialisation et approfondissement).**

Tableau 39 - Le Management Visuel de l'Eco-performance (Lean Green) et les facteurs de motivation (partie 1)

Facteurs de motivation	Lean / Niveau 1 Initialisation	Lean / Niveau 2 Approfondissement	Green / Niveau 1 Initialisation	Green / Niveau 2 Approfondissement
Besoin de réalisation de soi				Décliner un engagement sociétal au sein de l'équipe (lien avec association caritative)
Accord avec la politique de l'entreprise	Communication sur la politique Lean	Déploiement de la culture Lean (sensibilisation, formation…)	Déploiement d'une politique Lean Green (intégration d'une dimension environnentale à la politique Lean)	
Variété des tâches	Désignation et montée en compétence d'un animateur « Performances »	Désignation et montée en compétence d'un animateur par rubrique de performance (QCDSM)		. Intégration d'un relais / animateur "environnement" qui anime une rubrique spécifique
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Caractérisation d'objectifs orientés client (OTD…)	Développement de la culture client (être acteur dans les visites, présentation du produit client…..)	Caractérisation d'un objectif intégré "Lean Green" (Qualité)	
Le développement personnel - L'apprentissage continu	. Formation aux méthodes de détection des écarts, des anomalies (audit 5M, photos) . Former sur la compréhension des étapes avant et après son poste	Formation aux méthodes de résolution de problèmes	Formation aux bonnes pratiques environnementales (tri, péremption, utilisation consommables…)	
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Animation d'un plan d'action de progrès structuré . Conduite d'actions de progrès par les opérateurs (allocation de temps, de moyens)	Simplification de modes de travail, par l'animation de campagnes de progrès "Lean "		Animation de campagnes de progrès "Green" (réduction de déchets, de consommations…)
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Mobilisation sur un objectif mensuel	Animation d'une rubrique "challenge client" (nouveau produit,…)		

Tableau 40 - Le Management Visuel de l'Eco-performance (Lean Green) et les facteurs de motivation (partie 2)

Reconnaissance	Exploitation des indicateurs orientés client et reconnaissance informelle (félicitation, échanges avec l'encadrement supérieur…)	Reconnaissance formelle (label, présentation plémière, article dans le journal d'entreprise)	Exploitation de l'indicateur intégré "Lean Green"	
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	Démarrage de toute animation par le point positif de la période passée	Intégration d'un évèvement "festif" régulièrement (annonce des anniversaires - un café pris en commun) - Célébration d'un succès marquant		
Liens sociaux / Soutien / coopération	Transmission des informations à travers l'animation d'un rituel d'équipe	Echange de points de vue en rituel d'équipe (difficulté à résoudre, échange sur des suggestions)		
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	Mise en place (et suivi du respect) des règles de mise à jour du tableau d'animation	Mise en place de règles visuelles sur les postes de travail		Mise en place (et suivi du respect) de règles environnementales : tri des déchets au sein de l'équipe, bonnes pratiques pour réduire les consommations
Conditions de travail	Mise en oeuvre d'actions de remise à niveau, simples	Mise en œuvre d'actions d'amélioration des postes de travail		
Sécurité physique	Animation d'un indicateur sécurité	Animation de campagnes de progrès sécurité		
Nombre d'actions méthodologiques cibles	12	12	4	4

Les quatre premiers facteurs de motivation peuvent être considérés comme les facteurs porteurs de sens selon Hackman (1976). La méthode MVEP répond exhaustivement à ces quatre facteurs. La déclinaison d'un engagement sociétal au sein de l'équipe (lien avec association caritative) constitue même un atout spécifique, qui peut permettre aux membres d'une équipe de répondre au besoin de se réaliser à titre individuel. Dans un contexte où le personnel est de plus en plus sensibilisé au développement **durable, toute action environnementale, sociétale dans l'entreprise constitue potentiellement une source d'adhésion, de fierté.**

Pour les trois facteurs suivants, une réponse favorable est également assurée par la méthode MVEP. La responsabilisation passe par l'animation d'un plan d'action de progrès structuré dans l'esprit du management Lean. Cependant l'intégration de **l'animation de campagnes de progrès spécifiques au Lean Green renforce l'implication du personnel** ; en effet, l'équipe concentre sa recherche d'idées d'amélioration sur un thème spécifique durant une période donnée ; la suppression de déchets ou la réduction de la consommation de matières peuvent constituer des thèmes classiques du management Lean Green.

Concernant la reconnaissance ou le « feed-back »**, l'exploitation d'un indicateur intégré Lean Green** est souhaité. L'intégration d'une dimension écologique dans l'animation d'une performance économique en facilite l'amélioration. Aussi, le choix de l'indicateur correspondant à l'éco-performance est clé. Par ailleurs, le ciblage d'un indicateur lié à la non qualité est souhaitable car il offre l'avantage de répondre à l'objectif d'améliorer la performance économique (non-valeur ajoutée), la performance environnementale (moins de déchets), et enfin la motivation, comme Savall (2003) le rappelle dans son article. Ce type d'indicateur intégré peut faciliter le développement de la culture de la performance dans les équipes, sans craindre l'apparition d'un stress marqué. Il peut éviter la perception négative d'être blâmé pour les défauts. Un défaut n'est pas une faute (Greif, 1998).

Les trois derniers facteurs de motivation peuvent être considérés comme les facteurs d'hygiène d'Herzberg (1959). Ainsi, la conduite d'actions de progrès dans ce domaine vient renforcer l'impact positif de la méthode MVEP.

Au final, ce descriptif met en valeur le caractère exhaustif du modèle MVEP. Au total, la matrice MVEP intègre 32 exigences nécessaires à la constitution d'un modèle Lean Green dont 24 concernent le management Lean et 8 sont liées spécifiquement au management Green. Ce cadre d'exigence est conduit en deux temps. Chacun constitue alors un niveau de maturité à atteindre. Chaque temps peut se dérouler sur une période de 6 à 12 mois. Le modèle de Management Visuel de l'Eco-Performance peut être considéré comme un levier efficace pour renforcer la motivation individuelle et collective. Durant le processus de mise en œuvre du MVEP, **un indice de motivation peut être calculé** ; il correspond au nombre d'actions méthodologiques (ou exigences) mises en œuvre divisé par le nombre d'actions méthodologiques cibles (16).

Par ailleurs, **le modèle MVEP précise la méthode 3A d'Harrington (2012).** En effet, il propose d'une part d'enrichir les tâches au sein d'une équipe, en intégrant un relais / animateur « environnement » qui anime une rubrique spécifique et d'autre part, recommande la conduite d'actions en réponse aux facteurs d'hygiène. Il apporte une réponse concrète à la recommandation d'Harrington (2012) de mettre en place des indicateurs intégrés.

De plus, le modèle MVEP est une méthode d'amélioration continue de la performance d'un processus, car il vise une mise sous contrôle des cinq leviers de maîtrise de tout processus (les 5M). Aussi, il peut être considéré comme un préalable à la conduite de toute démarche plus pointue, comme la mise en œuvre d'outils statistiques (Plan d'expérience, Maîtrise Statistique des Procédés,….). L'impact sur les 5M se traduit de deux manières, par des facteurs tangibles (lien de cause à effet facile à caractériser) et des facteurs intangibles (lien de cause à effet difficile à caractériser) pour tout ce qui touche à la motivation.

En intégrant les techniques de management visuel recommandées par le management Lean et l'analyse 3A, la méthode MVEP facilite la compréhension des messages/des indicateurs, la montée en compétence du

personnel (sur les méthodes de résolution de problèmes). Greif (1998) a développé le concept de la communication visuelle au service du progrès. Pour les indicateurs, il recommande de faire appel à des représentations visuelles. Des règles de mise à jour doivent être établies et les opérateurs peuvent y être associés.

3.3.4.4 Conclusion

Le modèle de Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP) complète la méthode 3A et s'appuie sur un indicateur intégré Lean Green, en répondant exhaustivement et précisément aux facteurs de motivation. Ainsi, les trois spécifications sont respectées. L'étape suivante consistant à évaluer le modèle MVEP expérimentalement est développée dans le paragraphe 4.2.

3.4 L'éco-efficience

3.4.1 Introduction

Dans le paragraphe « 3.2 – La matrice stratégique Lean Green », l'éco-efficience a été présentée comme une stratégie visant à optimiser la productivité des processus tout en réduisant leur impact environnemental. En ciblant le processus de production, comme précisé dans l'état de l'art, la hiérarchie 3R (Réduire, Réutiliser, Recycler) est considérée comme une méthode de référence, pour optimiser le management des déchets. Cependant, un enrichissement par les méthodes/techniques du Lean pourrait renforcer son impact sur un plan de minimisation des déchets. Nous proposons donc d'étudier un modèle intégré Lean Green à partir de la méthode 3R.

3.4.2 Le modèle conceptuel – les hypothèses à valider

Le management Lean propose aux entreprises une panoplie de méthodes pour éliminer les non-valeurs ajoutées des processus. Les praticiens du Lean ont traditionnellement mis l'accent sur ce qu'ils appellent les « 7 familles de pertes » ou « 7 muda » pour reprendre le terme japonais – Tableau 2. Au-delà de cette approche qualitative, il est intéressant de mesurer l'impact de l'utilisation « des 7 muda » dans un programme visant à réduire les déchets dans le secteur manufacturier ; cette étude quantitative originale confirmerait le soutien du Lean pour mener une démarche environnementale.

Ainsi, la première hypothèse est formulée,

H1 – Les familles des pertes (ou muda) optimisent un plan de progrès pour réduire la quantité de déchets incinérés.

Dans l'état de l'art, nous avons vu qu'un grand nombre de travaux développe des méthodes d'optimisation, mais sans proposer une étude quantitative de l'impact de la hiérarchie 3R ou d'un autre outil particulier pour minimiser les déchets solides dans le secteur manufacturier. C'est pourquoi, nous proposons d'évaluer quantitativement cette méthode de référence 3R par rapport aux « 7 muda » du Management Lean.

Ainsi, notre seconde hypothèse est :

H2 - En tant que méthode de référence, la hiérarchie 3R est un meilleur outil que les « 7 muda » du Management Lean pour minimiser les déchets solides dans le secteur manufacturier.

La revue de la littérature met l'accent sur la convergence des deux approches Lean et Green. La récente étude de Dües et al. (2013) précise l'intégration de Lean Green sur les Techniques de Réduction des Pertes. Cependant, ce regard est qualitatif ; il est donc intéressant de poursuivre ce travail en proposant une approche quantitative.

Par conséquent, notre troisième hypothèse est :

H3 - La combinaison des deux leviers méthodologiques (la hiérarchie 3R, les « 7 muda » du Lean) est plus efficace et induit donc une meilleure performance pour la réduction des déchets solides que la Hiérarchie 3R seule.

Au-delà de l'utilisation conjointe des deux méthodes précédentes, l'intégration accrue du processus du 3R (Réduction / Réutilisation / Recyclage) et des « 7 muda » du Management Lean pourrait être pertinente. Par conséquent, une matrice reliant les muda et les 3R est proposée. Le Tableau 41 concrétise une méthode potentiellement appropriée pour aborder un plan de minimisation des déchets solides. Par exemple, la famille de pertes « transport » est reliée au thème de la « Réduction » grâce à une implantation optimale, au thème de la « Réutilisation » grâce à des emballages réutilisables et au thème du « Recyclage » grâce à un transport de déchets mis en commun. Cette check liste structurée, selon les « 7 muda », est une méthode pertinente pour stimuler la créativité. Chaque thème de « muda » induit une phase de réflexion systématique pour la réduction des déchets solides. Cette matrice est un outil qui concrétise une plus forte intégration du Lean et du Green.

Tableau 41 – La matrice Lean 3R

		3R		
Les 7 muda du Lean	Exigences Lean 3R	1 - Reduction	2 - Re-use	3 - Recovery
Sur-production	. Des règles de pilotage maîtrisées permettent de produire la juste quantité	X		
	. Le surplus de production est donné à des associations caritatives		X	
Stocks	. Des règles de gestion de stock maîtrisées suppriment les matières / produits obsolètes	X		
	. Une optimisation du processus en amont du stock réduit son niveau au juste nécessaire	X		
Transports et déplacement	. Une implantation optimale réduit les conditionnements	X		
	. Des moyens de conditionnement ré-utilisables sont mis en œuvre		X	
	. Un recyclage interne réduit les transports			X
	. Une mutualisation du transport de déchets réduit l'impact environnemental à la tonne de déchets			X
Défauts	. La maîtrise des paramètres influents (mode de réglage, carte de contrôle, détrompeurs) réduit les défauts	X		
	. Les rebuts sont ré-intégrés dans le process comme matière première		X	
	. une segmentation par niveau de qualité permet de ré-utiliser un rebut en sous-produit		X	
Sur-qualité	. Les produits sont réalisés au juste niveau de qualité requis	X		
	. La maîtrise des procédés réduit les chutes, la mise au mille	X		
	. Des règles strictes permettent l'utilisation de la juste quantité de matière	X		
Attentes	. La réduction de l'en-cours par la tension des flux évite les détériorations de la matière / du produit	X		

Par conséquent, notre hypothèse finale est :

H4 - Une matrice « Lean 3R » combinant les « 7 muda » et la « hiérarchie 3R » a une incidence positive sur l'efficacité d'un programme de réduction des déchets solides.

3.4.3 Conclusion

Les différentes hypothèses formulées sont résumées dans la Figure 37, qui présente la hiérarchie des facteurs d'impact sur un programme de réduction des déchets solides dans le secteur manufacturier.

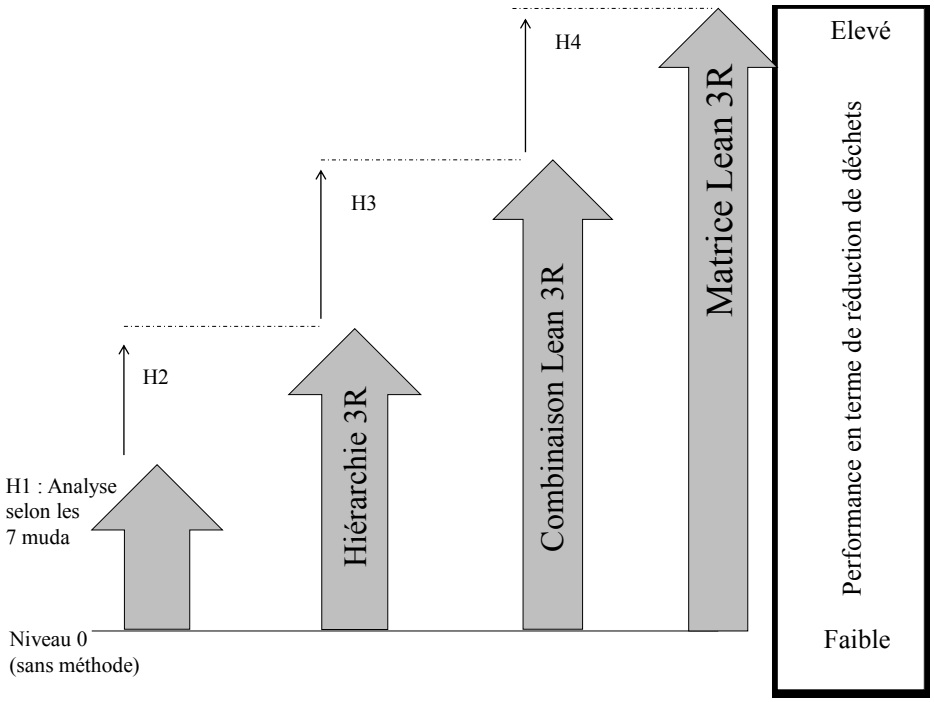


Figure 37 – La hiérarchie des facteurs d'impact sur un programme de réduction des déchets

L'évaluation expérimentale des différentes hypothèses sera développée dans le paragraphe 4.3.

Chapitre 4 Evaluation des modèles de Management Lean Green des déchets

4.1 Introduction

L'état de l'art (chapitre 2) a montré l'intérêt de travailler sur l'impact de l'intégration Lean Green sur la performance « 3P ». Puis le chapitre 3 a permis de développer trois modèles : un premier de niveau stratégique (la matrice Lean Green), et deux autres de niveau plus opérationnel : le management visuel de l'éco-performance et la matrice intégrée « Lean 3R ». Les modèles opérationnels sont évalués dans le détail dans les deux paragraphes qui suivent. Par leur spécificité, chaque modèle conduit à choisir une méthode d'évaluation ad-hoc. En conclusion (chapitre 5), ils sont positionnés par rapport à la matrice stratégique Lean Green, afin d'évaluer la pertinence de cette dernière.

4.2 L'évaluation du management visuel de l'éco-performance

4.2.1 La méthode de recherche

Notre méthodologie de travail de référence pour évaluer le modèle de Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP) s'appuie sur une méthode qualitative, de type « recherche-intervention ». Il s'agit d'une recherche-action, c'est-à-dire de recherche qui est à la fois un avancement des connaissances (théoriques ou pratiques) et une action dans le milieu (Paillé, 1994). Au regard des travaux de Yin (2009) synthétisés dans le tableau 42, ce mode de recherche tente de répondre à deux types de question : comment ? , et pourquoi ? Par conséquent, notre recherche-intervention vise à évaluer le modèle de Management Visuel de l'Eco-performance au travers de la question suivante : pourquoi et comment ce modèle d'amélioration continue intégré Lean Green impacte concrètement la motivation du personnel, et plus globalement la performance équilibrée « 3P » (People, Profit, Planet) ?

Tableau 42 - Tableau des méthodes de recherche (Yin, 2009)

Méthode	Types de questions de recherche	Demande la maîtrise des évènements de l'étude	Centrage sur des évènements actuels
Experimentation	comment, pourquoi?	oui	oui
Sondage	qui, quoi, où, combien?	non	oui
Analyse d'archives	qui, quoi, où, combien?	non	oui/non
Histoire	comment, pourquoi?	non	non
Etude de cas	comment, pourquoi?	non	oui

Savall et Zardet (2004) évoquent une méthode interactive à visée transformative entre le chercheur et son terrain. Les caractères dominants de l'approche méthodologique sont de l'ordre de la compréhension ; cette approchedécrit, comprend, induit la participation des acteurs et enfin s'avère porteuse d'évolution ou de transformation pour l'entreprise. Ainsi le chercheur observe, aide à la mise en œuvre des changements dans l'organisation, coproduit des connaissances à dominante compréhensive, alterne entre immersion et distanciation. En fait, la recherche-intervention dégage de nombreux avantages, autant pour le domaine de la science, que pour l'entreprise. Cependant, certains écueils sont à limiter sinon éviter : la subjectivité de l'interprétation du chercheur, le biais de l'immersion du chercheur dans l'entreprise. La méthode requiert par conséquent des compétences relationnelles et comportementales ainsi que des capacités de négociations

pour accéder à un terrain puis à des données. Elle peut être considérée complexe à gérer du point de vue du respect des principes éthiques, méthodologiques et épistémologiques. Enfin, si l'étude est trop spécifique, sa généralisation à d'autres entreprises pourrait s'avérer difficile.

Pour la mise en œuvre de la recherche-intervention, Paillé (2007) recommande le processus expérimental représenté dans la figure 38.

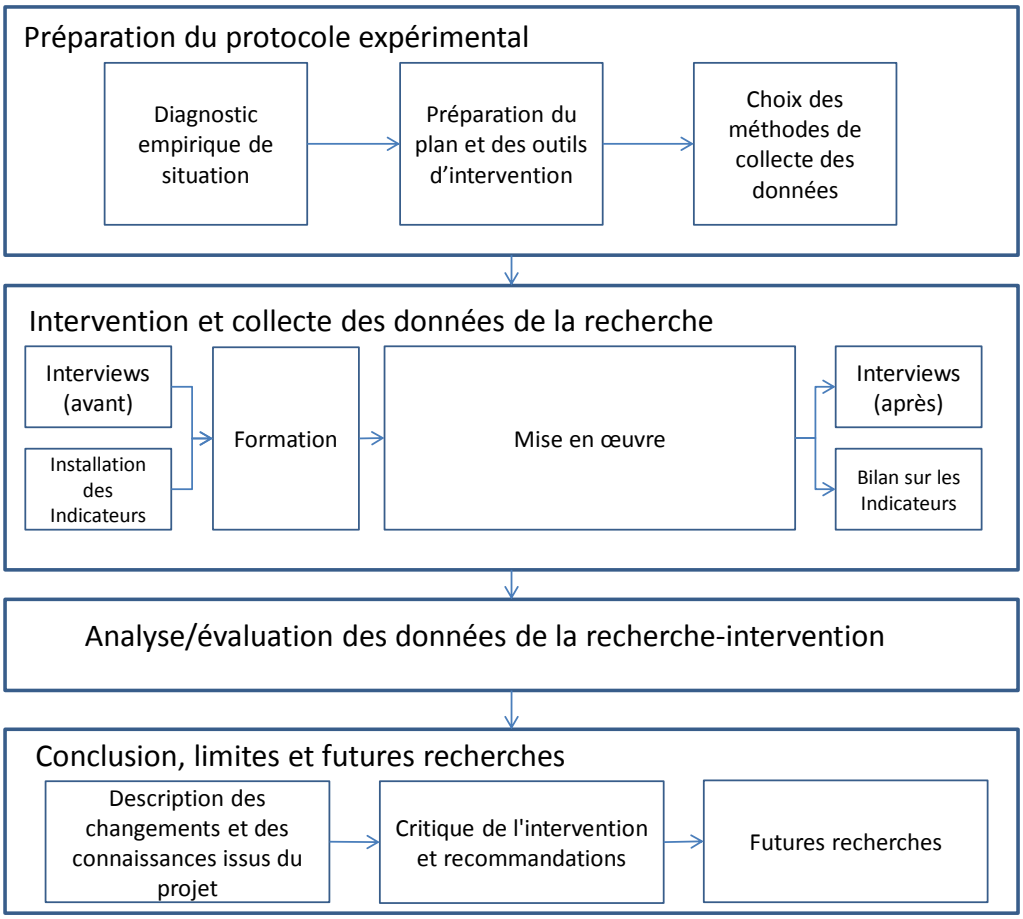


Figure 38 - Processus de « recherche-intervention », à partir des travaux de Paillé (2007).

Notre terrain d'expérimentation est l'entreprise Eurofarad, du groupe Exxelia. L'entreprise est spécialisée dans l'étude et la réalisation de composants électroniques, de capteurs et systèmes associés et dans la mécanique de précision, destinés aux marchés professionnels aéronautique, défense, médical, espace, ferroviaire et prospection pétrolière. Des clients de renommée internationale lui font confiance : Airbus, Dassault Aviation, EADS, Boeing, Eurocopter, Thales, Hispano Suiza, Thales Alenia Space, Astrium, CNES, DCNS, Safran, Alstom, Bombardier, Siemens, EDF, Areva, Schlumberger…- voir annexe 9.2.

La problématique managériale s'intègre dans une démarche d'excellence opérationnelle et se décompose en deux volets : d'une part le renforcement de la responsabilisation du personnel et de l'animation du progrès permanent, et d'autre part le démarrage d'un plan de progrès environnemental.

Les résultats attendus sont donc de deux ordres :

- théoriques : apport de connaissances, à travers la validation du travail de modélisation,
- pratiques : des changements concrets, permettant l'atteinte des objectifs affichés par l'entreprise.

4.2.2 La conduite du protocole

4.2.2.1 Le diagnostic empirique de situation

La société Eurofarad a amorcé une démarche Lean. Aux yeux des clients, cette impulsion doit permettre de compléter l'image d'expert (la qualité des produits livrés est très clairement appréciée). Une livraison à l'heure des commandes est une cible partagée; aussi, l'indicateur de performance « OTD » (On Time Delivery) de 95% doit être atteint (norme EN9100, 2009). Ce projet d'excellence industrielle doit aussi répondre aux attentes des actionnaires. Par rapport à une culture de l'amélioration continue peu développée, de vrais gisements de gains de performance sont accessibles.

Par ailleurs, un changement récent de l'encadrement de direction induit une modification du mode de management de l'entreprise ; une véritable volonté de passer d'un mode directif à un mode participatif est affichée. Cette évolution s'inscrit très clairement dans l'esprit de la philosophie du Lean.

4.2.2.2 La préparation du plan et des outils d'intervention

La mise en œuvre du Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP) permet de répondre à la problématique managériale de différentes manières. Le modèle permet l'animation du progrès d'une équipe, autour de l'exploitation d'indicateurs de performance intégrés Lean Green et de la conduite de campagnes de progrès Lean Green. Comme évoqué précédemment, le MVEP renforce la dynamique d'équipe, impacte directement la motivation qui elle-même induit plus de performance économique, et d'autre part, elle influence directement la performance économique et environnementale, par des actions sur les 5M, les cinq facteurs de maîtrise d'un processus, dans une relation de cause à effet, selon Fujita (1989). L'éco-responsabilisation atténue l'effet potentiellement négatif du Lean seul. L'indicateur de résultat Lean Green est porteur de sens ; il permet de dépasser la dimension purement économique.

La mise en œuvre se concentre sur le temps 1 du modèle MVEP. Et la figure 39 visualise le planning directeur du protocole expérimental. Il s'articule autour des étapes clés suivantes : des interviews (avant / après), la mise en place de l'indicateur de l'éco-performance (sur la Qualité), la conduite du management visuel de l'éco-performance proprement dit, la mise en œuvre d'actions de progrès, et l'analyse de l'évolution des performances. L'ensemble des étapes de l'expérimentation est sous la responsabilité du chercheur ; cependant les actions de progrès sont portées par les personnels d'Eurofarad.

Il est à noter que sur le plan environnemental, des actions spécifiques seront engagées uniquement en phase 2. Des actions techniques de réduction des consommations énergétiques ont été privilégiées durant la phase expérimentale. Cette phase se déroulera après notre travail de recherche.

Le périmètre étudié concerne la fabrication des condensateurs films, et plus spécifiquement trois îlots de production : le traitement thermique, le soudage, le coulage (dans l'ordre du processus de production).

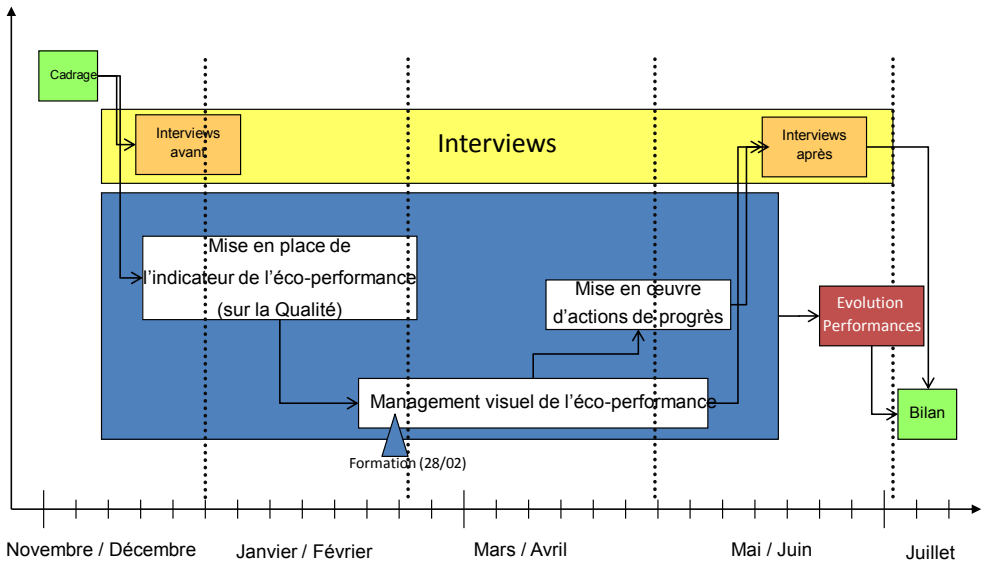


Figure 39 - Le planning directeur du protocole expérimental

Comme mentionné dans la partie 3.3.4.3, la matrice MVEP intègre 32 exigences, 24 concernant le management Lean et 8 liées spécifiquement au management Green, pour constituer un modèle Lean Green. Ce cadre d'exigence du modèle MVEP est conduit en deux temps. Chacun constitue alors un niveau de maturité à atteindre. Chaque temps peut se dérouler sur une période de 6 à 12 mois. Les deux temps de la mise en œuvre du MVEP sont visualisés dans la figure 40 ci-après, en exploitant la matrice du modèle MVEP (tableaux 40 et 41).

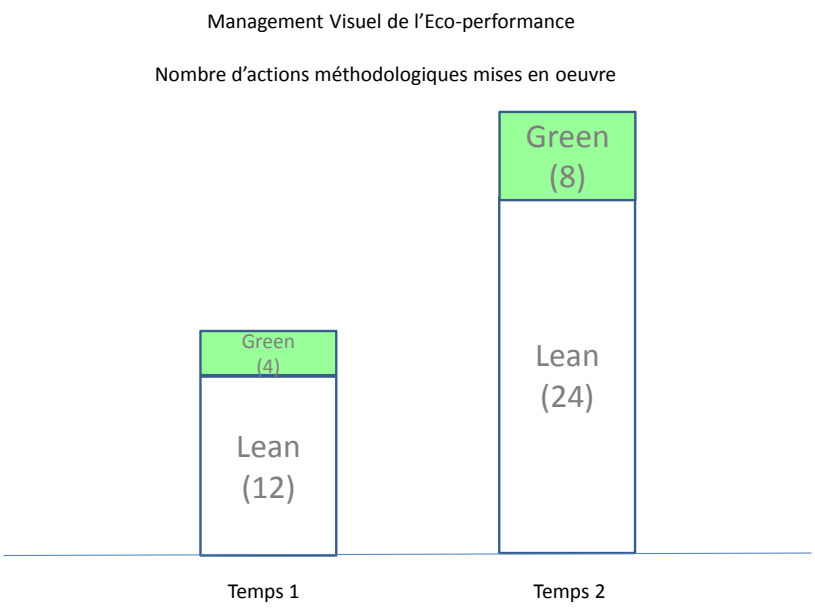


Figure 40 - Le nombre d'actions méthodologiques par phase de mise en œuvre du Management Visuel de l'Eco-Performance

4.2.2.3 Le choix des méthodes de collecte des données

Le protocole expérimental s'appuie sur trois méthodes de collecte de données, l'entretien, l'observation, et l'exploitation d'un indicateur Lean Green.

Les entretiens conduits s'appuient sur un questionnaire avec questions fermées et questions ouvertes ; ils peuvent donc être considérés comme semi-directifs selon les travaux de Thietart (2007). Les questions sont bâties à partir d'une déclinaison des facteurs de motivation. Des entretiens d'opérateurs des îlots de production, objets de l'expérimentation sont conduits avant et après la mise en œuvre de la méthode MVEP. Ils sont complétés par des interviews de l'encadrement direct.

Par ailleurs, les animateurs sont observés dans leur animation du rituel d'équipe, pour qualifier la dynamique des échanges.

Le Taux de Non Qualité des produits concrétise notre indicateur Lean Green. Il est égal à la somme des pièces bonnes livrées divisée par la somme des pièces lancées pour les ordres de fabrication correspondants.

4.2.3 Le recueil de données, les résultats

4.2.3.1 Les interviews avant

Le tableau 43 précise le nombre de personnes interviewées par îlot. Chaque entretien de trente minutes environ se déroule au poste de travail, pour limiter le stress des personnes ; le niveau sonore de l'atelier permet ces interviews.

Tableau 43 - Nombre d'entretiens par îlot de production (interviews avant mise en œuvre du MVEP)

îlot	nombre
traitement thermique	10
soudage	6
coulage	6

Les tableaux qui suivent (de 44 à 46) précisent la situation initiale sous l'angle de la motivation du personnel, dans l'esprit du management Lean. Ils structurent les questions et réponses par facteur de motivation (présentés dans la section sur la motivation du personnel). Les réponses sont à quatre niveaux (de « pas du tout » à « tout à fait » et sont retranscrites visuellement ; ainsi la dispersion est facilement appréhendable. Le nombre indiqué précise les réponses par niveau. Certaines réponses ambigües n'ont pas été prises en compte (ceci explique un total de réponses inférieur à 22 parfois)

Tableau 44 - Evaluation des facteurs de motivation liés au Sens

Facteurs de motivation	Management Lean (facteurs clés de succès et risques de stress)	Eurofarad - Situation intiale - Questions	Eurofarad - Situation intiale - Réponses
Accord avec la politique de l'entreprise	Décliner, promouvoir la pensée Lean à tous les niveaux	6.2 – Le fait de travailler au sein de l'entité est source de fierté	tout à fait 4 plutôt oui 18 plutôt non pas du tout
		6.3 – La conduite d'une action pour réduire l'impact environnemental (exemple : réduction des déchets) de l'atelier serait intéressant	tout à fait 11 plutôt oui plutôt non pas du tout
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Développer le sens du client	1 - La culture client (externe) est bien développée au sein de l'entité (quels sont les clients majeurs ?)	tout à fait plutôt oui 2 plutôt non 11 pas du tout 8

Les équipes se déclarent fières de leur travail. Cependant, les objectifs sont à éclaircir pour renforcer le sens du travail de chacun. Le développement de la culture client (externe) peut y contribuer. Par ailleurs, une unanimité se dégage sur l'intérêt d'engager une action environnementale.

Tableau 45 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la responsabilisation, l'implication, l'autonomie

Facteurs de motivation	Management Lean (facteurs clés de succès et risques de stress)	Eurofarad - Situation intiale - Questions	Eurofarad - Situation intiale - Réponses
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Renforcer l'autonomie . Faire prendre les décisions au plus prêt du terrain . Impliquer tout le personnel dans le processus d'amélioration continue des pratiques . Mettre en œuvre des groupes de résolution de problèmes . Mettre en place un système de suggestions . Simplifier les tâches	4.1 - Des actions permettent d'améliorer le fonctionnement de l'atelier / îlot / secteur.	tout à fait 1 plutôt oui 15 plutôt non 5 pas du tout
		4.2 - Des actions permettent d'améliorer les performances de l'équipe	tout à fait plutôt oui 6 plutôt non 15 pas du tout
		5.1 – Vous avez l'opportunité d'exprimer des idées d'amélioration	tout à fait 1 plutôt oui 10 plutôt non 7 pas du tout 3

Au regard des réponses, l'animation d'une boucle de progrès participative s'avère incontournable. En effet, les réponses révèlent le manque d'idées et d'actions pour améliorer les performances.

Tableau 46 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération

Facteurs de motivation	Management Lean (facteurs clés de succès et risques de stress)	Eurofarad - Situation intiale - Questions	Eurofarad - Situation intiale - Réponses
Reconnaissance	. Mettre en place des tableaux de bord sur les performances QCDSM, pour les exploiter et les améliorer . Reconnaître de manière appropriée les employés	3.1 - Les performances de l'équipe sont connues	tout à fait 1 plutôt oui 8 plutôt non 11 pas du tout 2
		3.2 – Les performances de l'équipe sont commentées (félicitation – analyse)	tout à fait plutôt oui 4 plutôt non 16 pas du tout 2
Liens sociaux / Soutien / coopération	. Créer des équipes de production . Améliorer la communication (via des réunions d'unité de travail) . Renforcer la collaboration pour résoudre les problèmes . Développer des relations basées sur la confiance et l'engagement mutuel	2.1 – L'esprit d'équipe est développé	tout à fait 8 plutôt oui 13 plutôt non 1 pas du tout
		2.2 – Des occasions permettent d'échanger avec les collègues	tout à fait plutôt oui 14 plutôt non 7 pas du tout 1
		2.3 – Les informations concernant la vie de l'atelier sont accessibles (exemple : visite client)	tout à fait plutôt oui 14 plutôt non 8 pas du tout
		2.4 – L'ambiance de travail est agréable	tout à fait 5 plutôt oui 16 plutôt non 1 pas du tout

Les performances ne sont pas exploitées au sein des équipes. Enfin, les liens sociaux sont bien développés ; le personnel travaille en équipe dans une bonne ambiance.

Globalement, en commentaire général, les équipes se disent motivées. Avant de poursuivre le processus expérimental, il peut être considéré que l'enjeu est de mettre la motivation et l'esprit d'équipe au service de l'amélioration de la performance, sans toutefois perdre les acquis affichés. La responsabilisation sur l'amélioration des performances qui sera engagée doit éviter d'induire un stress qui détériorerait la motivation et l'esprit d'équipe. La clarification des objectifs, une orientation client plus marquée et une implication dans les actions d'amélioration seront des conditions de réussite. Enfin, l'intégration d'une action environnementale devrait faciliter la responsabilisation car chacun se dit intéressé par le sujet.

4.2.3.2 La mise en place des indicateurs

Le Taux de Non Qualité des produits concrétise l'indicateur Lean Green à optimiser. L'indicateur a été défini avec l'encadrement de production et proposé à un échantillon de cinq opérateurs, pour le qualifier - Figure 41. Il intègre clairement la dimension environnementale dans sa représentation. Il peut être considéré comme simple, visuel, porteur de sens. Chaque zone de couleur correspond à un niveau de performance.

Ceux-ci ont été définis à partir de l'historique de la performance qualité des îlots de production, sur l'année 2012. Le niveau A correspond à la cible à atteindre. Au-delà de 5%, la performance est considérée comme très mauvaise. Entre les deux, l'échelle est linéaire.

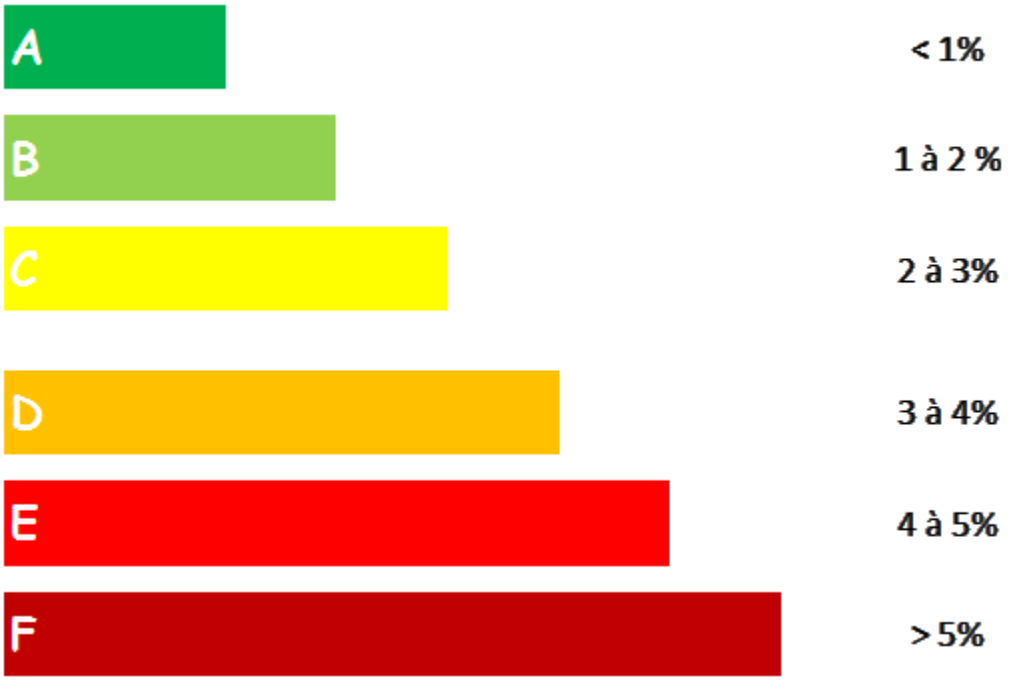


Figure 41 - L'indicateur Lean Green (avec définition de l'échelle)

4.2.3.3 La formation

L'objectif de la formation est de sensibiliser aux facteurs clés d'amélioration des performances industrielles et de donner les clés pour installer le Management Visuel de l'Eco-Performance. Les futurs animateurs du dispositif MVEP et l'encadrement constituent le groupe de participants. Le choix de l'animation du MVEP se porte sur des opérateurs coordinateurs, c'est-à-dire qui s'orientent vers un rôle d'organisateur, d'animateur au

sein de l'équipe, sans rôle hiérarchique et qui conservent une proportion d'activités de production d'au moins 80%.

Le contenu de la formation est structuré en six parties. La première est consacrée à la compréhension des fondamentaux de l'excellence opérationnelle (ou management Lean). Puis les bases du management visuel de la performance sont abordées, à partir des bases d'Harrington (2012), de Greif (1998), de Suzaki (1993). Au-delà des principes fondateurs, les modalités de construction d'un support visuel et les conditions de réussite d'une animation sont précisées ; la règle de mise à jour du tableau d'animation est soulignée. Les apprenants comprennent alors les leviers pour impliquer le personnel dans le cadre de rituels d'animation au sein d'un îlot de production. En complément, l'éco-responsabilisation au service de la performance est présentée (définition du développement durable, les actions possibles pour réduire l'impact environnemental, le lien entre la qualité et l'environnement) ; chacun comprend alors la logique du management Lean Green, et son action possible au quotidien. Par ailleurs, l'outil de la qualité des « 5M » est expliqué. La dernière partie est dédiée aux modalités de mise en œuvre du Management Visuel de l'Eco-Performance et au rôle de chacun dans sa réussite.

4.2.3.4 Mise en œuvre (avec observation)

La mise en œuvre du Management Visuel de l'Eco-Performance est portée opérationnellement par les coordinateurs, mais reste sous la responsabilité de la hiérarchie, qui se positionne à tout moment en soutien. Une animation du progrès d'une équipe de production, autour de l'exploitation d'indicateurs de performance (dont l'indicateur Lean Green) en constitue le socle. Cette méthode d'amélioration continue s'appuie sur un support visuel d'animation représenté sur la photo ci-après (figure 42).

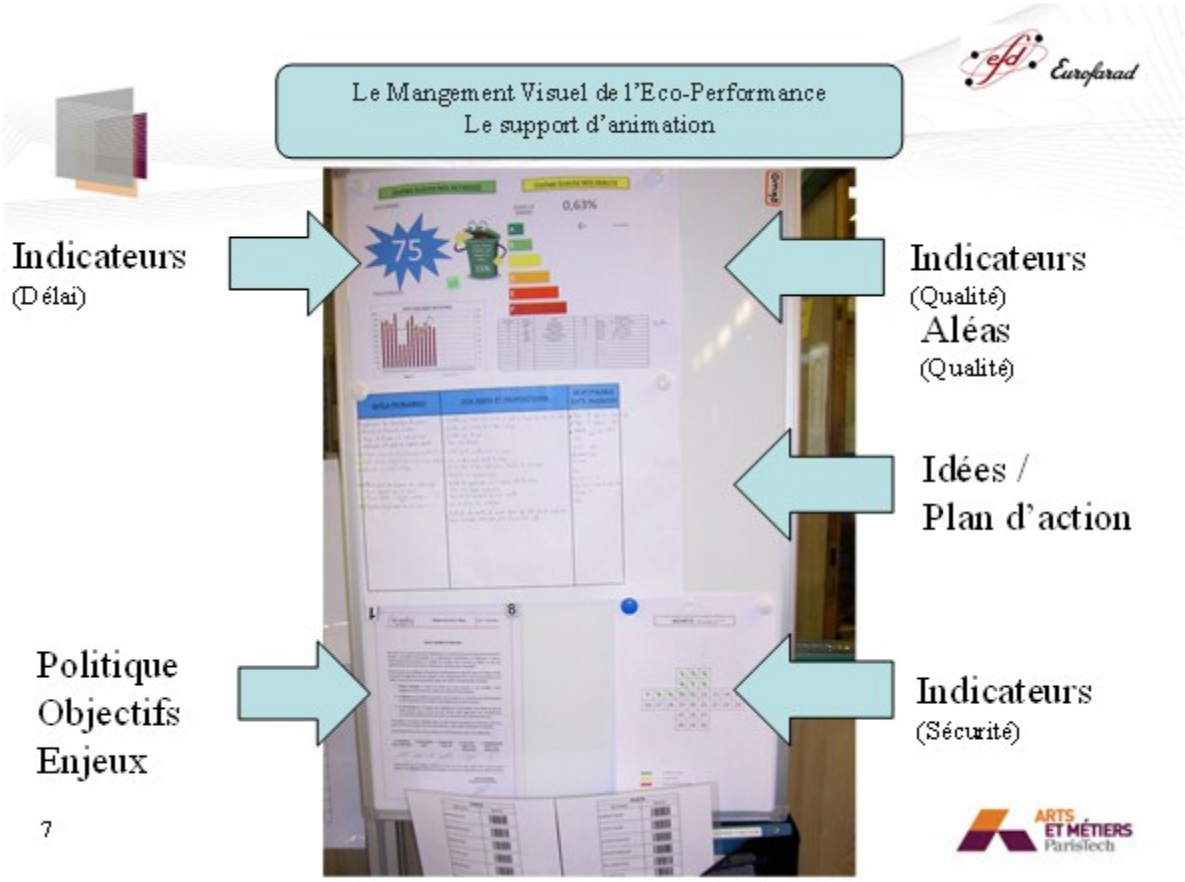


Figure 42 - Le support visuel d'animation

Le chercheur se positionne en observateur pour réaliser un « feed-back » vers les coordinateurs et l'encadrement. La mise en place du dispositif MVEP est progressive (de 6 à 12 mois pour chaque temps). Les coordinateurs doivent non seulement intégrer un nouveau métier, mais également gagner la confiance des collègues, pour assurer une animation fluide et participative des séances de communication.

Au-delà des actions méthodologiques de la matrice MVEP, des actions opérationnelles concernant l'organisation du travail, l'agencement des postes peuvent être avantageusement mises en œuvre. En effet, comme elles impactent les facteurs d'hygiène (Herzberg, 1959), les opérateurs de l'îlot ne peuvent qu'apprécier le mouvement engagé ; ils sont donc dans des dispositions plus favorables pour participer, s'engager au quotidien.

4.2.3.5 Les interviews après

Deux équipes de production ont été choisies pour évaluer la situation après la mise en œuvre du Management Visuel de l'Eco-Performance, l'îlot soudage et l'îlot coulage – Tableau 47. L'équipe « traitement thermique » a été écartée car considérée comme insuffisamment mature dans la mise en œuvre des actions méthodologiques de l'étape 1 ; en effet un changement d'organisation a décalé le planning de mise en œuvre du dispositif MVEP. Le nombre d'interviewés est réduit par rapport aux entretiens initiaux car des intérimaires ont quitté l'équipe. Chaque entretien de quarante-cinq minutes environ se déroule au poste de travail pour limiter le stress des personnes et devant le tableau d'animation MVEP, pour faciliter la compréhension des commentaires des interviewés.

Tableau 47 - Nombre d'entretiens par îlot de production (interviews après mise en œuvre du MVEP)

îlot	nombre
soudage	5
coulage	4

Le tableau 48 structure la grille des questions qui sert de fil directeur aux entretiens semi-directifs. Pour les facteurs de motivation, des questions fermées et ouvertes sont mentionnées. Cependant, trois facteurs n'ont pas donné lieu précisément à des questions. La variété des tâches a été prise en compte de fait, car l'animation se fait par un opérateur coordinateur. Les deux facteurs suivants ont été traités en formation : mobilisation des opérateurs sur la réalisation d'un objectif et recherche de sources de satisfaction ; ils ont été présentés comme des facteurs clés de succès incontournables.

Tableau 48 - Liste des questions pour évaluer la situation après installation du MVEP

Facteurs de motivation	Lean / Niveau 1 Initialisation	Lean / Niveau 2 Approfondissement	Green / Niveau 1 Initialisation	Green / Niveau 2 Approfondissement	Thèmes	Questions
Besoin de réalisation de soi				Décliner un engagement sociétal au sein de l'équipe (lien avec association caritative)	Thème 6 : Eco-solidarité	. 6.1 - Que pensez-vous de l'idée de mettre en place une action de recyclage du papier? . 6.2 - Que pensez-vous de l'idée d'en profiter pour aider des personnes en difficulté?
Accord avec la politique de l'entreprise	Communication sur la politique Lean	Déploiement de la culture Lean (sensibilisation, formation...)	Déploiement d'une politique Lean Green (intégration d'une dimension environnentale à la politique Lean)		Thème 4 : Objectifs de l'entreprise / de l'équipe	. 4.1 - Les objectifs de l'entreprise sont source de fierté . 4.2 - Quelle sont les progressions de l'entreprise / de l'équipe dont vous êtes fier?
Variété des tâches	Désignation et montée en compétence d'un animateur « Performances »	Désignation et montée en compétence d'un animateur par rubrique de performance (QCDSM)		. Intégration d'un relais / animateur "environnement" qui anime une rubrique spécifique		
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Caractérisation d'objectifs orientés client (OTD...)	Développement de la culture client (être acteur dans les visites, présentation du produit client.....)	Caractérisation d'un objectif intégré "Lean Green" (Qualité)		Thème 3 : L'amélioration de la qualité / l'indicateur visuel sur la performance qualité	. 3.3 - Que pensez-vous de l'indicateur visuel sur la performance qualité? . 3.4 - L'indicateur visuel sur la performance qualité est compréhensible
Le développement personnel - L'apprentissage continu	. Formation aux méthodes de détection des écarts, des anomalies (audit 5M, photos) . Former sur la compréhension des étapes avant et après son poste	Formation aux méthodes de résolution de problèmes	Formation aux bonnes pratiques environnementales (tri, péremption, utilisation consommables...)		Thème 3 : L'amélioration de la qualité Thème 5 : Les améliorations sur l'environnement	. 3.1 - L'amélioration de la qualité a un impact favorable sur l'environnement . 3.2 - Plus précisément, quel est le lien entre la non qualité et l'environnement? . 5.1 - Nous pouvons agir au quotidien sur la réduction des déchets . 5.2 - Comment pouvons-nous agir?

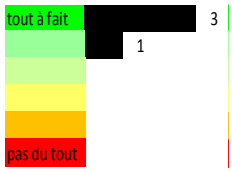
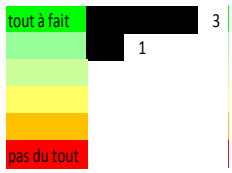
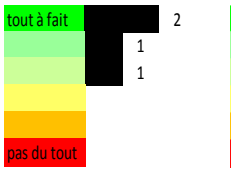
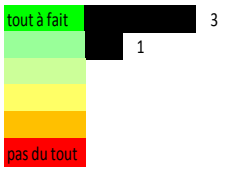
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Animation d'un plan d'action de progrès structuré . Conduite d'actions de progrès par les opérateurs (allocation de temps, de moyens)	Simplification de modes de travail, par l'animation de campagnes de progrès "Lean "		Animation de campagnes de progrès "Green" (réduction de déchets, de consommations...)	Thème 3 : L'amélioration de la qualité / idées d'amélioration	. 3.5 - Je peux agir sur l'amélioration de la qualité . 3.6 - Quelles sont mes actions possibles? . 3.8 - Quelles sont les idées d'amélioration sur d'autres sujets que vous avez proposées sur la période passée?
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Mobilisation sur un objectif mensuel	Animation d'une rubrique "challenge client" (nouveau produit,...)				
Reconnaissance	Exploitation des indicateurs orientés client et reconnaissance informelle (félicitation, échanges avec l'encadrement supérieur...)	Reconnaissance formelle (label, présentation plémière, article dans le journal d'entreprise)	Exploitation de l'indicateur intégré "Lean Green"		Thème 3 : L'amélioration de la qualité	. 3.7 - Quelles sont les idées d'amélioration de la qualité que vous avez proposées sur la période passée? . 3.9 - La mise en œuvre de mes idées d'amélioration est source de fierté .
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	Démarrage de toute animation par le point positif de la période passée	Intégration d'un évèvement "festif" régulièrement (annonce des anniversaires - un café pris en commun) - Célébration d'un succès marquant				
Liens sociaux / Soutien / coopération	Transmission des informations à travers l'animation d'un rituel d'équipe	Echange de points de vue en rituel d'équipe (difficulté à résoudre, échange sur des suggestions)			Thème 1 : Rituel d'équipe Thème 2 : Tableau visuel d'animation	. 1.1 - Comment percevez-vous ces réunions d'équipe? . 1.2 - Il est utile de se réunir régulièrement en équipe . 1.3 - Il est agréable de se réunir régulièrement en équipe . 2.1 - Que pensez-vous de ce tableau visuel? . 2.2 - Ce support visuel est compréhensible . 2.3 - Ce support visuel est utile

La restitution des entretiens est faite par équipe.

Pour l'équipe Coulage,

Les tableaux qui suivent (de 49 à 51) précisent la situation à l'issue de la mise en place du Management Visuel de l'Eco-Performance. Les réponses sont à six niveaux (de « pas du tout à tout à fait » et sont retranscrites visuellement.

Tableau 49 - Evaluation des facteurs de motivation liés au Sens (Coulage)

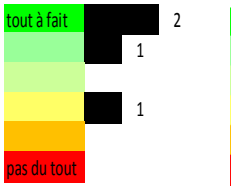
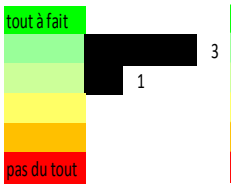
Facteurs de motivation	Thèmes	Questions (fermées)	Réponses
Besoin de réalisation de soi	Thème 6 : Eco-solidarité	. 6.3 - La mise en œuvre d'une action "éco-solidaire" est source de fierté	
		. 6.4 - Je suis prêt à m'investir dans la réussite d'une action "éco-solidaire"	
Accord avec la politique de l'entreprise	Thème 4 : Objectifs de l'entreprise / de l'équipe	. 4.1 - Les objectifs de l'entreprise sont source de fierté	
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Thème 3 : L'amélioration de la qualité / l'indicateur visuel sur la performance qualité	. 3.4 - L'indicateur visuel sur la performance qualité est compréhensible	

Les éléments suivants constituent les points saillants des entretiens sur les facteurs de motivation liés au Sens :

- Les objectifs de l'entreprise sont bien intégrés. L'évolution des pratiques managériales est appréciée : communication, écoute, réactivité par rapport à des demandes.
- Plus spécifiquement, l'indicateur « Lean Green » visuel sur la performance qualité (qui concrétise, visualise l'éco-performance) est compris et apprécié sur la forme. Son exploitation s'en trouve donc facilitée.
- Une action « éco-solidaire » liée au recyclage fait l'unanimité. Sa mise en œuvre au sein de l'îlot développerait la dynamique d'équipe permettant à chacun de contribuer à l'installation et au respect de bonnes pratiques.

En synthèse, la motivation par un sens du travail renforcé est déjà bien engagée et continuera de l'être dans le temps 2 du MVEP.

Tableau 50 - Evaluation des facteurs de motivation liés au à l'apprentissage continu et la responsabilisation (Coulage)

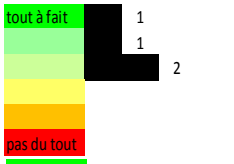
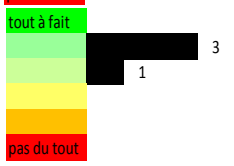
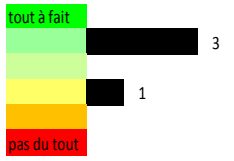
Facteurs de motivation	Thèmes	Questions (fermées)	Réponses
Le développement personnel - L'apprentissage continu	Thème 3 : L'amélioration de la qualité Thème 5 : Les améliorations sur l'environnement	. 3.1 - L'amélioration de la qualité a un impact favorable sur l'environnement	
		. 5.1 - Nous pouvons agir au quotidien sur la réduction des déchets	
Responsabilisation / Implication / Autonomie	Thème 3 : L'amélioration de la qualité / idées d'amélioration	. 3.5 - Je peux agir sur l'amélioration de la qualité	

Concernant l'évaluation des facteurs de motivation liés à l'apprentissage continu et la responsabilisation, nous mettons en avant les éléments suivants :

- Le lien entre la non qualité et l'impact sur l'environnement est bien compris (moins de rebuts, moins de déchets à la poubelle, moins de composants achetés, moins de pièces en stock).
- Les opérateurs sont conscients de leur rôle dans la maîtrise de la qualité (rigueur, vigilance, communication, respect des paramètres, des standards). Ils soulignent cependant l'importance d'avoir des moyens adaptés pour améliorer la qualité (exemple : éclairage plus adapté pour mieux voir les défauts d'aspect). Les opérateurs ont pu suggérer des idées d'amélioration et contribuer à leur mise en œuvre (le doseur de coulage, préparation de la matière avec un mélangeur et non à la main).
- Au-delà des actions pour améliorer la qualité, l'optimisation des postes de travail a un impact positif sur la dynamique d'équipe (exemples : balance, éclairage, emplacement des dérouleurs de papier, horloge, tapis anti dérapant)
- Concernant l'optimisation environnementale, le recyclage est perçu comme une action possible et facile à mettre en œuvre. Chacun se déclare prêt à s'engager dans des réalisations concrètes.

En synthèse, la motivation par une responsabilisation renforcée sur l'amélioration continue est déjà bien engagée et continuera de l'être dans le temps 2 du MVEP par des actions environnementales.

Tableau 51 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération (Coulage)

Facteurs de motivation	Thèmes	Questions (fermées)	Réponses
Reconnaissance	Thème 3 : L'amélioration de la qualité	. 3.9 - La mise en œuvre de mes idées d'amélioration est source de fierté	
Liens sociaux / Soutien / coopération	Thème 1 : Rituel d'équipe Thème 2 : Tableau visuel d'animation	. 1.2 - Il est utile de se réunir régulièrement en équipe	
		. 1.3 - Il est agréable de se réunir régulièrement en équipe	
		. 2.2 - Ce support visuel est compréhensible	
		. 2.3 - Ce support visuel est utile	

Les éléments suivants constituent les faits marquants des entretiens sur les facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération :

- D'une part, la réunion hebdomadaire d'équipe est perçue comme utile, de manière unanime. Cependant, la remise en cause de la fréquence hebdomadaire suggère la nécessité d'optimiser la manière d'animer la réunion. Le renforcement des échanges autour d'un thème de progrès ciblé pourrait être un levier efficace.
- Par ailleurs, le tableau visuel d'animation est également considéré comme utile, de manière unanime. Les informations affichées sont comprises. Cependant, la règle de mise à jour des informations doit être respectée rigoureusement.
- Une action marquante, le doseur de coulage, est source de fierté dans l'équipe. Aussi, un article pour le journal d'entreprise « Compo news » exposera la solution. Il soulignera l'implication du personnel ; en effet, chacun a pu donner son avis et tester le dispositif. Les habitudes ont alors évolué plus facilement. Les résultats sont probants : le taux de rebut est passé de 60% à moins de 1%, pour la famille de pièces PM83. Cette visibilité constitue un acte de reconnaissance.
- La communication, l'écoute et le soutien de l'encadrement sont appréciés.

En synthèse, la motivation par la reconnaissance et la coopération se retrouve renforcée.

Globalement, pour l'ensemble des questions, l'équipe est relativement homogène dans ses réponses.

Par ailleurs l'encadrement direct interviewé met en avant les points clés suivants :

- Le personnel s'implique davantage.
- Les opérateurs sont plus ouverts ; ils comprennent mieux les modifications de priorité. Ils s'engagent davantage pour améliorer les résultats (acceptation d'heures supplémentaires).
- Un véritable changement de comportement est visible.
- La mise en œuvre d'actions concrètes facilitant le travail au quotidien favorise ce changement – exemple : mise à disposition d'un chariot pour transférer les pièces (et ainsi éviter de porter).
- Par la responsabilisation du coordinateur d'îlot, le chef d'atelier se positionne maintenant davantage en « manager en soutien » pour résoudre des problèmes et pour anticiper.
- Pour la suite, les animations hebdomadaires devront intégrer un débat systématique sur un problème qualité récurrent.

Pour l'équipe Soudage,

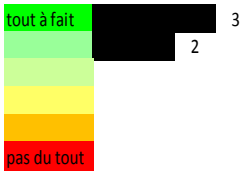
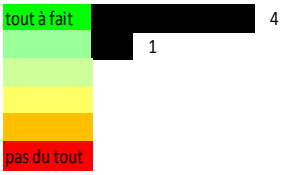
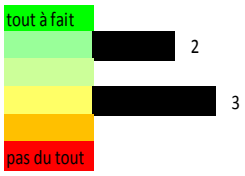
Les tableaux qui suivent (de 52 à 54) précisent la situation à l'issue de la mise en place du Management Visuel de l'Eco-Performance.

Tableau 52 - Evaluation des facteurs de motivation liés au Sens (Soudage)

Thèmes	Questions (fermées)	Réponses
Thème 6 : Eco-solidarité	. 6.3 - La mise en œuvre d'une action "éco-solidaire" est source de fierté	tout à fait: 5 / pas du tout
	. 6.4 - Je suis prêt à m'investir dans la réussite d'une action "éco-solidaire"	tout à fait: 5 / pas du tout
Thème 4 : Objectifs de l'entreprise / de l'équipe	. 4.1 - Les objectifs de l'entreprise sont source de fierté	tout à fait: 2 / 2 / 1 / pas du tout
Thème 3 : L'amélioration de la qualité / l'indicateur visuel sur la performance qualité	. 3.4 - L'indicateur visuel sur la performance qualité est compréhensible	tout à fait: 5 / pas du tout

La synthèse est identique à celle de l'équipe Coulage. L'indicateur visuel sur la performance qualité (qui concrétise et visualise l'éco-performance) est compris et apprécié. Son exploitation s'en trouve donc facilitée. Les objectifs de l'entreprise sont bien intégrés. Une action « éco-solidaire » fait l'unanimité. Sa mise en place au sein de l'îlot développerait la dynamique d'équipe, car chacun contribuerait à l'installation et au respect de bonnes pratiques. Aussi, la motivation par un sens du travail renforcé est déjà bien engagée et continuera de l'être dans le temps 2 du MVEP.

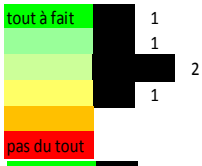
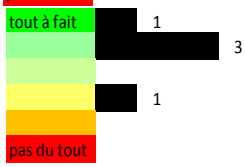
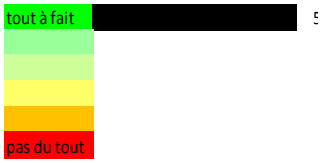
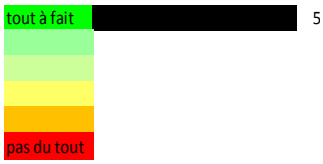
Tableau 53 - Evaluation des facteurs de motivation liés à l'apprentissage continu et la responsabilisation (Soudage)

Thèmes	Questions (fermées)	Réponses
Thème 3 : L'amélioration de la qualité Thème 5 : Les améliorations sur l'environnement	. 3.1 - L'amélioration de la qualité a un impact favorable sur l'environnement	
	. 5.1 - Nous pouvons agir au quotidien sur la réduction des déchets	
Thème 3 : L'amélioration de la qualité / idées d'amélioration	. 3.5 - Je peux agir sur l'amélioration de la qualité	

Concernant l'évaluation des facteurs de motivation liés à l'apprentissage continu et la responsabilisation, nous mettons en avant les éléments suivants :

- Le lien entre la non qualité et l'impact sur l'environnement est bien compris (une réduction de la non qualité induit moins de déchet). L'indicateur visuel sur la performance qualité (qui concrétise, visualise l'éco-performance) est apprécié (forme, compréhension).
- L'action de mise en place d'un tableau d'autocontrôle par le coordinateur fait l'unanimité ; les opératrices ont gagné en autonomie.
- De leur côté, les opératrices n'ont pas encore vraiment suggéré des idées d'amélioration de la qualité. Elles se sont concentrées sur l'ergonomie/l'organisation des postes de travail.
- Concernant l'optimisation environnementale, au-delà de la réduction des rebuts évoquée précédemment, le recyclage est perçu comme une action possible à mettre en œuvre. Chacun se dit prêt à s'engager dans des réalisations concrètes.

Tableau 54 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération (Soudage)

Thèmes	Questions (fermées)	Réponses
Thème 3 : L'amélioration de la qualité	. 3.9 - La mise en œuvre de mes idées d'amélioration est source de fierté	
Thème 1 : Rituel d'équipe Thème 2 : Tableau visuel d'animation	. 1.2 - Il est utile de se réunir régulièrement en équipe	
	. 1.3 - Il est agréable de se réunir régulièrement en équipe	
	. 2.2 - Ce support visuel est compréhensible	
	. 2.3 - Ce support visuel est utile	

Les éléments suivants constituent les faits marquants qui résultent des entretiens sur les facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération :

- La réunion hebdomadaire d'équipe est perçue comme utile, mais de manière nuancée. La situation est donc fragile. La remise en cause de la fréquence hebdomadaire par l'animateur suggère l'importance d'optimiser la manière d'animer la réunion. Le renforcement des échanges autour d'un thème de progrès ciblé pourrait être un levier efficace.
- Le tableau visuel d'animation est considéré comme utile, de manière unanime. Les informations affichées sont comprises.

En synthèse, la motivation par la coopération ne peut que se retrouver renforcée.

Globalement, pour l'ensemble des questions, l'équipe Soudage est moins homogène dans ses réponses que l'équipe Coulage. L'encadrement direct interviewé confirme la fragilité du dispositif de Management Visuel de L'Eco-Performance mis en œuvre.

Point de synthèse sur la situation à la fin du 1er temps de la mise en œuvre du MVEP

Pour les deux îlots (coulage et soudage), une boucle de progrès participative, socle du MVEP, commence à vivre. Une dynamique d'équipe s'installe ; cependant, la progression (sur la période de mars à juillet) reste fragile. Il est important de rester vigilant et d'intégrer des aspects précis du référentiel MVEP pour faciliter le dialogue lors des rituels d'équipe : le challenge qualité du mois (récurrence – anomalie à éviter - etc), la

campagne de progrès du mois (les pratiques de réglage, la formation, le tri des déchets - etc). L'intégration d'une action environnementale devrait faciliter la responsabilisation car chacun se dit motivé par le sujet. Enfin, la mise en œuvre de la fin du temps 1 et du temps 2 de la matrice MVEP doit être engagée au plus vite.

4.2.3.6 Le bilan sur les Indicateurs

Les indicateurs retenus pour évaluer l'évolution de la performance sont de deux ordres :

- un indicateur de processus, l'indice de motivation,
- un indicateur de résultat, le taux de non qualité.

Une synthèse de la mise en œuvre du temps 1 du Management Visuel de l'Eco-Performance peut être visualisée par l'indice de motivation (tableaux 55 à 58) et par la figure 43 qui représente les leviers mis en œuvre pour les 2 îlots. Il apparaît donc que la phase 1 du MVEP est presque finalisée (indice de motivation à 88% pour l'îlot Coulage et à 78% pour l'îlot Soudage). Les tableaux 55 à 58 précisent les actions mises en œuvre et synthétisent les interviews conduits. Ainsi la validation de la réponse à l'exigence peut être exprimée ; la cotation en découle. La case grisée signifie que l'exigence n'est pas encore respectée. Les figures 44 et 45 visualisent la progression par rapport à la cible pour les 2 îlots. Pour finaliser le temps 1, les équipes de production doivent être rendues disponibles pour des actions de formation : méthodes de détection des écarts, des anomalies (audit 5M, photos), compréhension des étapes avant et après son poste, bonnes pratiques de fabrication. Les actions sur les facteurs techniques se sont concentrées sur les Moyens et les Méthodes.

Par ailleurs, les interviews montrent l'envie du personnel et donc l'impact potentiel sur la motivation, d'actions méthodologiques orientées « Green » du temps 2 du MVEP : l'intégration d'un relais / animateur « environnement », l'animation de campagnes de progrès « Green », la déclinaison d'un engagement sociétal au sein de l'équipe (axé sur le recyclage par exemple).

Tableau 55 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Coulage (partie 1)

Conditions de travail	Lean / Niveau 1 Initialisation	Green / Niveau 1 Initialisation	Actions concrètes mise en œuvre	Synthèse des interviews	Cotation
Besoin de réalisation de soi					
Accord avec la politique de l'entreprise	Communication sur la politique Lean	Déploiement d'une politique Lean Green (intégration d'une dimension environnentale à la politique Lean)	Diffusion (affichage et commentaire) d'une note sur la politque	. Les objectifs de l'entreprise sont bien intégrés. L'évolution des pratiques managériales, est appréciée : communication, écoute, réactivité par rapport à des demandes	2 / 2
Variété des tâches	Désignation et montée en compétence d'un animateur « Performances »		Formation des animateurs du dispositif MVEP		1 / 1
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Caractérisation d'objectifs orientés client (OTD…)	Caractérisation d'un objectif intégré "Lean Green" (Qualité)	. Affichage de l'indicateur de performance sur le respect des engagements clients (OTD : On Time Delivery)	. L'indicateur « Lean Green » visuel sur la performance qualité (qui concrétise, visualise l'éco-performance) est compris et apprécié sur la forme	2 / 2
Le développement personnel - L'apprentissage continu	. Formation aux méthodes de détection des écarts, des anomalies (audit 5M, safari photos) . Former sur la compréhension des étapes avant et après son poste	Formation aux bonnes pratiques environnementales (réduction à la source, tri, péremption, utilisation consommables…)		. Le lien entre la non qualité et l'impact sur l'environnement est bien compris	1 / 2
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Animation d'un plan d'action de progrès structuré . Conduite d'actions de progrès par les opérateurs (allocation de temps, de moyens)			. Les opérateurs sont conscients du rôle qu'ils ont pour maîtriser la qualité . Les opérateurs ont pu suggérer des idées d'amélioration et contribuer à leur mise en œuvre (le doseur de coulage, préparation de la matière avec un mélangeur et non à la main)	1 / 1
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Mobilisation sur un objectif mensuel				0 / 1

Tableau 56 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Coulage (partie 2)

Reconnaissance	Exploitation des indicateurs orientés client et reconnaissance informelle (félicitation, échanges avec l'encadrement supérieur…)	Exploitation de l'indicateur intégré "Lean Green"	Exploitation de l'indicateur Qualité	Une action marquante est source de fierté dans l'équipe, le doseur de coulage	2 / 2
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	Démarrage de toute animation par le point positif de la période passée		Bonne pratique expliquée en séance de formation, et validée par les observations		1 / 1
Liens sociaux / Soutien / coopération	Transmission des informations à travers l'animation d'un rituel d'équipe			La réunion hebdomadaire d'équipe est perçue comme utile, de manière unanime	1 / 1
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	Mise en place (et suivi du respect) des règles de mise à jour du tableau d'animation		. Définition en séance de formation de la règle de mise à jour du tableau d'animation		1 / 1
Conditions de travail	Mise en oeuvre d'actions de remise à niveau, simples		. Optimisation des postes de travail (balance, éclairage, emplacement des dérouleurs de papier, horloge)	L'optimisation des postes de travail a un impact favorable sur la dynamique d'équipe	1 / 1
Sécurité physique	Animation d'un indicateur sécurité		. Animation hebdomadaire d'un indicateur sécurité . Optimisation des postes de travail (tapis anti dérapant)		1 / 1
Nombre d'actions méthodologiques cibles	12	4			
Nombre d'actions méthodologiques réalisées	10	4			
Indice de motivation (temps 1)	14/16 = 88				

Tableau 57 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Soudage (partie 1)

Conditions de travail	Lean / Niveau 1 Initialisation	Green / Niveau 1 Initialisation	Actions concrètes mise en œuvre	Synthèse des interviews	Cotation
Besoin de réalisation de soi					
Accord avec la politique de l'entreprise	Communication sur la politique Lean	Déploiement d'une politique Lean Green (intégration d'une dimension environnentale à la politique Lean)	Diffusion (affichage et commentaire) d'une note sur la politque	. Les objectifs de l'entreprise sont bien intégrés. L'évolution des pratiques managériales, est appréciée : communication, écoute, réactivité par rapport à des demandes	2 / 2
Variété des tâches	Désignation et montée en compétence d'un animateur « Performances »		Formation des animateurs du dispositif MVEP		1 / 1
Intérêt intrinsèque du travail - défi	Caractérisation d'objectifs orientés client (OTD...)	Caractérisation d'un objectif intégré "Lean Green" (Qualité)	. Affichage de l'indicateur de performance sur le respect des engagements clients (OTD : On Time Delivery)	. L'indicateur « Lean Green » visuel sur la performance qualité (qui concrétise, visualise l'éco-performance) est compris et apprécié sur la forme	2 / 2
Le développement personnel - L'apprentissage continu	. Formation aux méthodes de détection des écarts, des anomalies (audit 5M, safari photos) . Former sur la compréhension des étapes avant et après son poste	Formation aux bonnes pratiques environnementales (réduction à la source, tri, péremption, utilisation consommables...)		. Le lien entre la non qualité et l'impact sur l'environnement est bien compris	1 / 2
Responsabilisation / Implication / Autonomie	. Animation d'un plan d'action de progrès structuré . Conduite d'actions de progrès par les opérateurs (allocation de temps, de moyens)			Les opératrices n'ont pas encore vraiment suggéré des idées d'amélioration de la qualité. Elles se sont concentrées sur l'ergonomie/l'organisation des postes de travail	0 / 1
Mobiliser ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Mobilisation sur un objectif mensuel				0 / 1

Tableau 58 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Soudage (partie 2)

Reconnaissance	Exploitation des indicateurs orientés client et reconnaissance informelle (félicitation, échanges avec l'encadrement supérieur…)	Exploitation de l'indicateur intégré "Lean Green"	Exploitation de l'indicateur Qualité	La mise en place d'un tableau d'autocontrôle par le coordinateur fait l'unanimité; les opératrices ont gagné en autonomie	2 / 2
Recherche du plaisir, de sources de satisfaction	Démarrage de toute animation par le point positif de la période passée		Bonne pratique expliquée en séance de formation, et validée par les observations		1 / 1
Liens sociaux / Soutien / coopération	Transmission des informations à travers l'animation d'un rituel d'équipe			La réunion hebdomadaire d'équipe est perçue comme utile, mais de manière nuancée. La situation est fragile	0,5 / 1
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)	Mise en place (et suivi du respect) des règles de mise à jour du tableau d'animation		. Définition en séance de formation de la règle de mise à jour du tableau d'animation		1 / 1
Conditions de travail	Mise en oeuvre d'actions de remise à niveau, simples		. Optimisation des postes de travail (aspiration au poste de soudure, porte-rouleau, loupe)	L'optimisation des postes de travail a un impact favorable sur la dynamique d'équipe	1 / 1
Sécurité physique	Animation d'un indicateur sécurité		. Animation hebdomadaire d'un indicateur sécurité		1 / 1
Nombre d'actions méthodologiques cibles	12	4			
Nombre d'actions méthodologiques réalisées	10	4			
Indice de motivation (temps 1)	12,5/16 = 78				

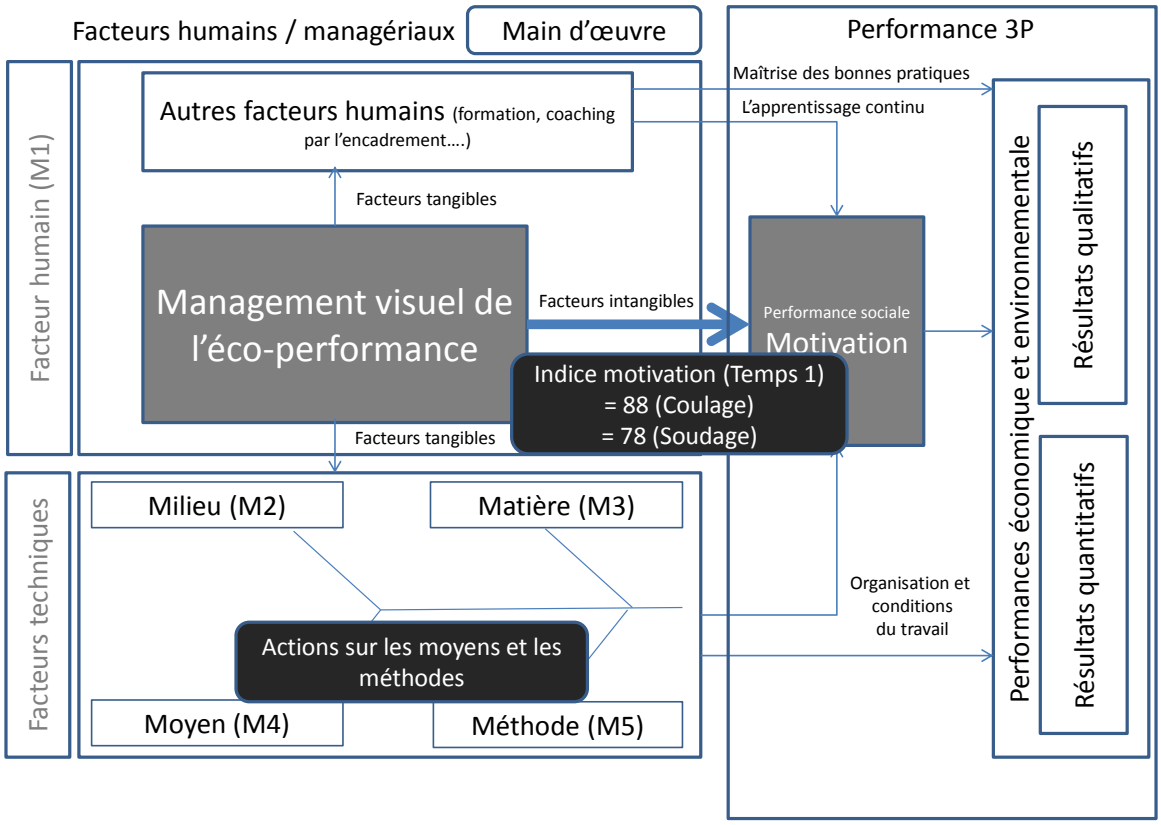


Figure 43 - La mise en œuvre du MVEP pour les deux îlots, Coulage et Soudage

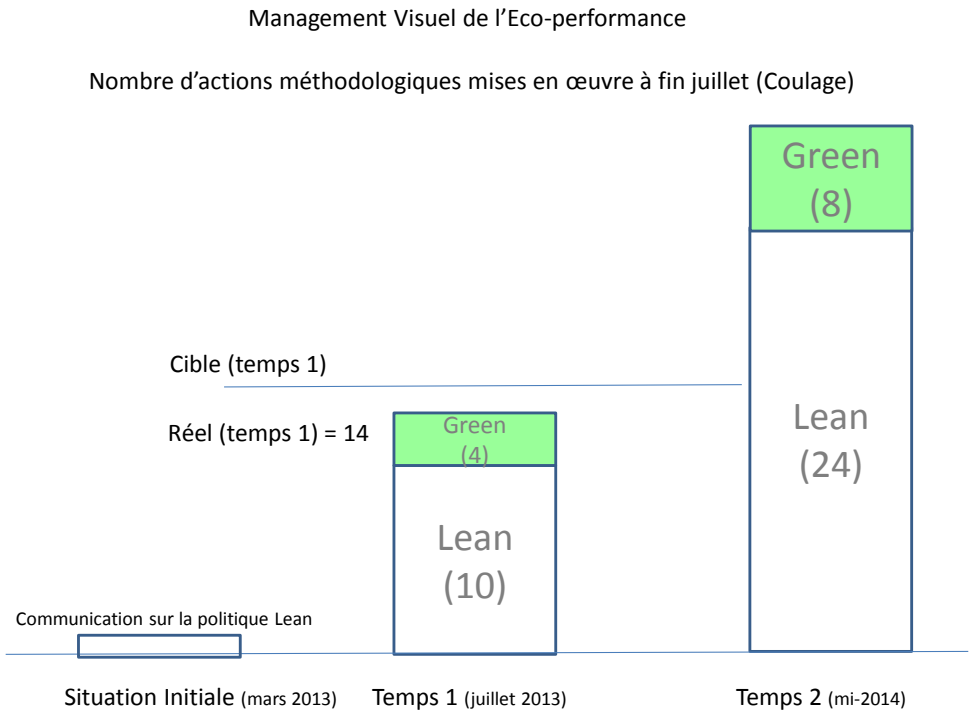


Figure 44 - La progression méthodologique par rapport à la cible pour l'îlot Coulage

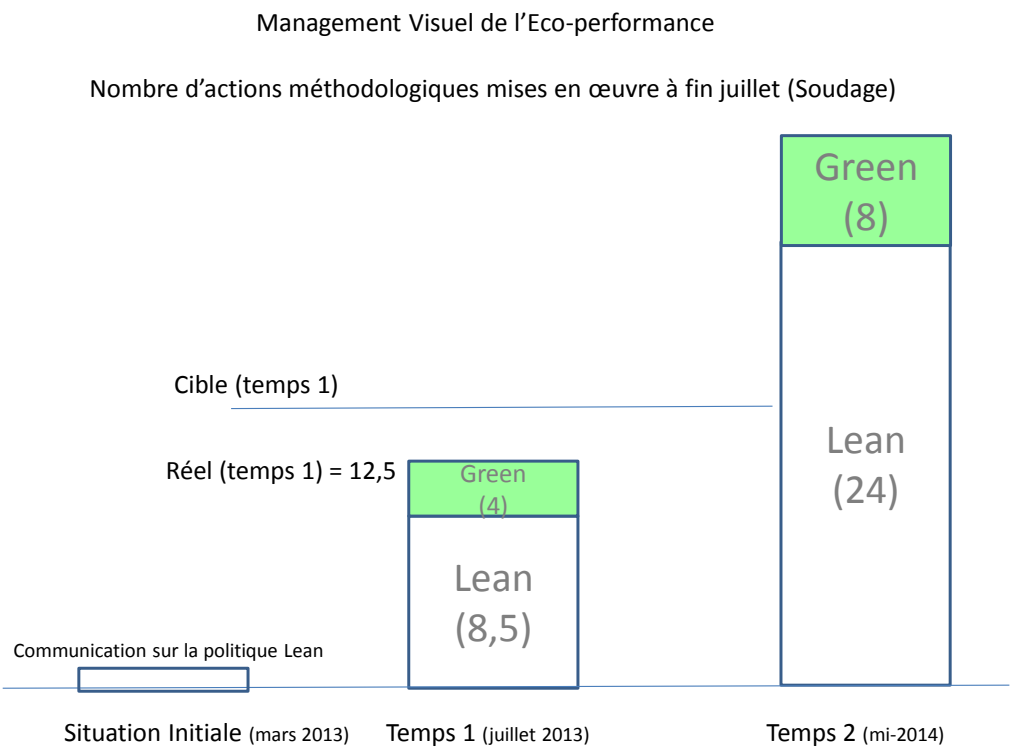


Figure 45 - La progression méthodologique par rapport à la cible pour l'îlot Soudage

Par ailleurs, l'indicateur de résultat « le taux de non qualité » n'a pas encore significativement progressé sur la période d'animation analysée (semaine 15 à 30). L'impact de la motivation sur la performance qualité n'est donc pas encore palpable. La conduite du temps 2 de la matrice MVEP devrait améliorer la situation (à mi-2014). Par ailleurs, d'autres actions techniques liées à l'animation des « 4M » pourront aussi avoir une influence.

4.2.4 Discussion

Le modèle MVEP se concrétise par une matrice Lean Green. Par construction, elle intègre les trois cadres d'exigence précédemment exposés (le Management Lean Green, la méthode 3A, les indicateurs Lean Green), structurés selon 13 facteurs de motivation. Le modèle impacte donc principalement la motivation (performance sociale). L'animation du progrès d'une équipe à partir de l'exploitation d'un indicateur de performance intégré Lean Green constitue le socle de la matrice. Ce rituel d'équipe qui s'appuie sur un tableau visuel structuré et qui permet d'exploiter un indicateur de performance et de générer des actions de progrès, est perçu comme utile de manière unanime par les équipes interviewées. Ce point conforte un facteur clé de succès du Management Lean (Suzaki, 1993 ; Nightingale, 1999 ; De Treville, 2006) et les travaux d'Harrington (2012).

Par ailleurs pour les opérateurs, les pratiques axées sur l'environnement sont source de motivation. L'animation de campagnes de progrès spécifiques au Lean Green (sur le recyclage des déchets par exemple) renforcerait l'engagement du personnel.
Spécifiquement, le lien entre la non qualité et l'impact sur l'environnement est bien intégré par les équipes. L'indicateur visuel sur la performance qualité (qui concrétise, visualise l'éco-performance) est compris et apprécié. Aussi l'association du Lean et du Green concrétisé par l'indicateur visuel sur la Qualité est largement favorable au renforcement de la dynamique d'équipe au service du progrès. Cet indicateur répond à la recommandation d'Harrington (2012) d'exploiter des indicateurs intégrés.

Enfin, l'intérêt d'une action « éco-solidaire » (lié au recyclage par exemple) fait l'unanimité. Sa mise en place au sein de l'îlot développerait la dynamique d'équipe, car chacun contribuerait à l'installation et au respect de bonnes pratiques. Plus globalement, toute action environnementale, sociétale dans l'entreprise constitue potentiellement une source d'adhésion et de fierté.

En synthèse, nous pouvons affirmer que la matrice MVEP concrétisant l'intégration Lean Green sous l'angle de l'éco-responsabilisation permet de faire progresser non seulement la motivation, mais également les performances environnementales et économiques. Le modèle MVEP constitue une opportunité de retravailler, de manière motivante avec les équipes, les sujets opérationnels de qualité. La culture de la performance est alors développée en limitant le stress dans les équipes.

4.2.5 Conclusion, limites et perspectives pour le modèle MVEP

4.2.5.1 Conclusion

La revue de la littérature spécifique au chapitre « 3.3. – L'éco-responsabilisation » a permis d'établir une synthèse des théories de la motivation et de dégager des facteurs clés de motivation du personnel de l'entreprise. Des principes de management des hommes et des méthodes d'amélioration continue (Lean, Green et intégration Lean Green) ont été caractérisés selon les facteurs de motivation, pour qualifier ceux-ci. L'état de l'art a montré qu'une opportunité existait pour conduire un travail de recherche proposant un modèle de management d'amélioration continue Lean Green. Ce modèle impacte d'une part l'ensemble des facteurs de motivation du personnel (au-delà même de la responsabilisation) et d'autre part les performances économiques et environnementales.

Notre apport scientifique s'est focalisé sur le Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP), un modèle au croisement de trois domaines, les facteurs de motivation du management Lean Green, la méthode 3A (Area Activity Analysis) d'Harrington (2012), et l'exploitation d'un indicateur Lean Green. D'une part, ce modèle accentue la motivation du personnel, car il propose 32 actions ou exigences méthodologiques Lean Green réparties sur 13 facteurs de motivation ; un indice de motivation peut alors être calculé, selon la progression de la mise en œuvre du MVEP. Par ailleurs, il améliore les performances économiques et environnementales, à travers l'exploitation d'un indicateur Lean Green axé sur l'amélioration de la qualité et la mise en œuvre d'actions sur les 5M, leviers de la maîtrise d'un processus d'une Production. Ainsi, le modèle améliore de manière équilibrée la performance 3P (People, Profit, Planet). Ce modèle a donc pour ambition de concrétiser le développement de la responsabilité sociétale de l'entreprise, au quotidien, au sein des équipes.

Grâce à une méthode de recherche intervention, ce travail contribue au développement de la connaissance sur l'intégration Lean Green, et plus spécifiquement sur sa dimension humaine. En fait, le modèle de Management Visuel de l'Eco-performance facilite l'installation d'une culture de la performance et du progrès dans le cadre de la mise en place d'un projet d'excellence opérationnelle. La culture Lean peut alors se développer en limitant le stress dans les équipes.

Dans un contexte d'entreprise plus avancée dans la mise en place de la philosophie Lean, le MVEP peut dynamiser un dispositif d'animation de la performance existant. Par ailleurs, le modèle peut permettre de concrétiser le chapitre de l'amélioration continue lors de la conduite d'un projet de certification ISO 14000. Enfin, le Management Visuel de l'Eco-performance peut constituer une brique dans le cadre d'un travail de fond pour répondre aux exigences de la norme ISO 26000.

4.2.5.2 Limites

Pour aborder les limites de ce travail de recherche, deux dimensions sont couvertes, d'une part les limites liées à l'évaluation du modèle Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP), et d'autre part les limites liées à la définition du modèle.

L'évaluation du modèle au sein d'Eurofarad a été partielle, car elle ne porte que sur le temps 1 pour les îlots Soudage et Coulage. Il reste à conduire le temps 2, pour les deux équipes, puis à évaluer l'impact sur la motivation du personnel et sur l'indicateur Lean Green (taux de non qualité). Par ailleurs, la mise en œuvre du processus doit être finalisée pour l'équipe Traitement thermique.

Il serait également intéressant de mesurer l'impact du modèle pour différentes formes de contextes industriels et plus spécifiquement le cas d'un dispositif d'animation de la performance existant qu'il faudrait dynamiser.

Le modèle MVEP s'appuie entre autre sur l'exploitation d'un indicateur Lean Green axé sur l'amélioration de la qualité et la mise en œuvre d'actions sur les 5M. Le modèle pourrait être affiné en intégrant d'autres outils de la qualité.

4.3 L'évaluation de la matrice « Lean 3R »

4.3.1 La méthode de recherche

Conformément à la recherche positiviste, afin de tester les hypothèses proposées, une recherche expérimentale quantitative est préférable. En effet, les hypothèses du paragraphe précédent visent à comprendre comment les différents facteurs (les 7 « muda », la Hiérarchie 3R, une combinaison des deux leviers méthodologiques) ont un impact sur la performance d'un programme de minimisation des déchets solides incinérés. En outre, le problème posé est une étude quantitative. En conséquence, selon le tableau 46 de Yin (2009), une expérience est préférable à une étude de cas. Savall et Zardet (2004) affirment qu'une recherche expérimentale quantitative mesure la relation de cause à effet d'un objet étudié. Plus précisément, la méthode des plans d'expérience est une technique statistique éprouvée pour déterminer les facteurs optimaux impactant la performance d'un processus (Antony, 2001). Le processus se déroule alors en neuf étapes selon les travaux d'Antony (Figure 46).

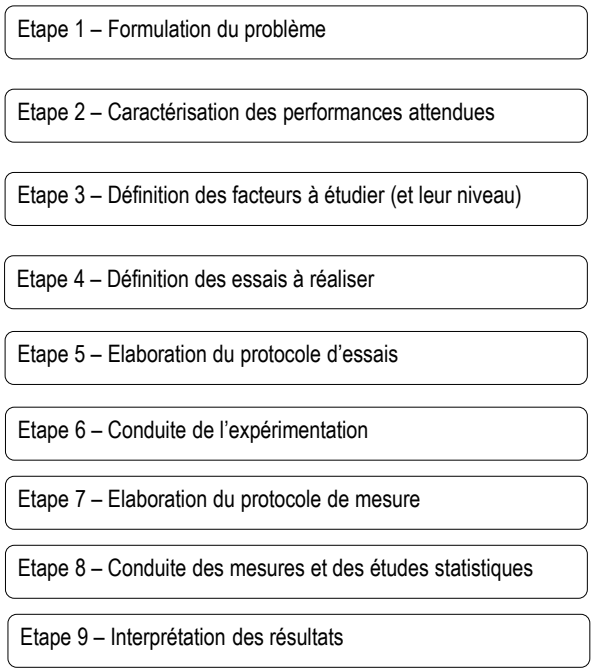


Figure 46 – Les étapes de conduite d'un plan d'expérience

Chaque étape est définie plus précisément dans les paragraphes suivants.

Pour tester les différentes hypothèses, une expérimentation est menée en deux étapes auprès d'un échantillon de 55 étudiants des Arts & Métiers ParisTech. Chaque étudiant doit proposer deux actions de progrès pour deux études de cas industriels. Les élèves ingénieurs de 3e année sont divisés en groupes, chacun d'eux utilise une méthode spécifique de réduction des déchets solides. Pour analyser séparément la combinaison et l'intégration de Green Lean, un processus expérimental en deux temps est choisi. Tout d'abord, un plan factoriel complet d'expériences permet de tester toutes les combinaisons entre les deux facteurs (les 7 muda et la hiérarchie 3R). Puis, l'impact de l'utilisation de la matrice Lean 3R est mesurée grâce une expérience supplémentaire. Les paragraphes suivants précisent l'approche expérimentale.

4.3.2 La conduite du protocole

4.3.2.1 La formulation du problème et l'identification des performances attendues

L'objectif de l'étude est d'étudier les facteurs qui influent sur la pertinence d'un plan d'amélioration pour réduire les déchets solides. La sélection multicritères est l'un des outils recommandés pour choisir une action d'optimisation (Monteil et al., 1985). Deux critères principaux sont utilisés pour évaluer les solutions proposées dans un plan d'amélioration : d'une part, la performance, et d'autre part la mise en œuvre des actions. O'Connor (2008) propose une liste d'indicateurs sur les déchets solides : le volume de déchets traités, les moyens consacrés à gérer les déchets, le taux de recyclage. La réduction du volume des déchets est choisie comme indicateur de performance environnementale pour l'étude. La mise en œuvre d'une action est généralement qualifiée selon son délai et son coût. Pour toute entreprise, la situation idéale est de mettre en œuvre, dans un temps court, des actions à faible coût ou avec retour sur investissement élevé.

4.3.2.2 L'identification des facteurs (et leurs niveaux)

En ce qui concerne le plan d'expériences factoriel complet, deux facteurs à deux niveaux sont testés. Selon le cadre de la recherche, le facteur A est la mise en œuvre des « 7 muda » (Lean) et le facteur B est le processus 3R (réduction / réutilisation / récupération). Pour chaque facteur, deux niveaux sont choisis ; d'une part, le niveau 1 induit l'utilisation de la méthode, et d'autre part, le niveau 2 signifie que la méthode n'est pas appliquée. Quant à l'expérience supplémentaire, le facteur C caractérise la mise en œuvre de la matrice Lean 3R.

4.3.2.3 Le choix de la matrice des essais à conduire

Le choix se porte sur un plan factoriel complet d'expériences ; il étudie donc toutes les combinaisons de niveaux de facteurs sans multiplier les essais, puisque seulement deux facteurs sont pris en compte dans notre étude. La matrice avec 4 essais (2 facteurs pour 2 niveaux) structure le plan (tableau 59); il permet également l'étude des interactions.

Tableau 59 – La matrice des essais à conduire

Combinaison (numéro d'essai)	Facteur A (lean)	Facteur B (3R)
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

4.3.2.4 La préparation de l'expérimentation

Un protocole d'essai spécifie tous les détails de l'expérience. Elle implique 55 étudiants des Arts & Métiers ParisTech, 44 pour la première partie de l'expérience et 11 pour le test supplémentaire. Tous les élèves ont

une culture de management Lean Green ; ils ont en effet suivi un cours de 6 heures sur les principes et les outils des Managements Lean et Green. Ils doivent répondre à deux études de cas (tableau 60). Ces deux cas industriels proviennent d'un programme de réduction des déchets dans un secteur de l'électronique (composants). Pour chaque étude de cas, deux solutions doivent être proposées.

Tableau 60 – Définition des études de cas

Etude de cas	Périmètre	Process	Déchet
1	Atelier de traitement de surface par dépôts électrolytiques réalisé par plongée des pièces dans des bains contenant des particules de métal à déposer	Etape de rinçage : elle est nécessaire pour enlever l'excès d'électrolyte et pour préparer les pièces au traitement suivant; elle se fait par 2 bacs successifs de X litres. Les 2 bacs sont vidés 2 fois par semaine (le mercredi et le vendredi) .	L'eau de rinçage (déchet « dangereux ») est le déchet le plus coûteux pour l'entreprise (X k€/an); il est traité par une entreprise extérieure spécialisée.
2	Atelier d'imprégnation de résine, après bobinage et mise en pile.	Les composants sont plongés dans une cuve d'imprégnation, remplie de résine époxy, avant une dernière étape de polymérisation.	La résine époxy est un déchet coûteux pour l'entreprise (Y k€/an – N°2 dans le Pareto des coûts). Il est traité par une entreprise extérieure spécialisée.

Pour chaque test (ou combinaison) de la matrice orthogonale, les sous-groupes de 11 étudiants sont constitués au hasard. Le tableau 61 définit chaque niveau pour les facteurs A et B.

Tableau 61 – La caractérisation des niveaux par facteur

Définition du niveau	Facteur A (lean)	Facteur B (3R)
Niveau 1	Tableau sur l'impact du Lean sur les déchets solides (US EPA, 2007)	Tableau sur la hiérarchie 3R
Niveau 2	Pas de méthode spécifique (uniquement une sensibilisation générale)	Pas de méthode spécifique (uniquement une sensibilisation générale)

Le nombre de mesures par combinaison de facteurs est de 11, comme mentionné ci-dessus ; la moyenne et la variabilité des résultats d'un test peuvent être évaluées de manière satisfaisante. En effet, statistiquement, pour une population parente considérée comme infinie, la taille de notre échantillon de n = 55 étudiants, nous permet de tirer des conclusions avec un niveau de confiance de 95% (t = 1,96), avec une marge d'erreur de 13,2% ($e = t \sqrt{p(1-p)/n}$), pour une probabilité p de 0,5 (proportion des éléments de la population parente ayant une propriété particulière).

4.3.2.5 La conduite de l'expérimentation

Tous les étudiants sont dans la même pièce. Cinq groupes sont constitués en fonction des combinaisons qui sont évaluées (quatre pour le plan factoriel complet d'expériences, et un autre pour la mesure de l'impact de l'utilisation de la matrice Lean 3R). Un document présentant les deux études de cas est remis à chaque étudiant. En outre, une fiche détaillant les facteurs A, B et C est remise à chacun, en fonction de la combinaison à laquelle appartient l'étudiant. Une vue d'ensemble explique le contexte (un programme de réduction des déchets) et l'objectif (pour les deux études de cas, deux suggestions pour optimiser les déchets par ordre de priorité de mise en œuvre souhaitable). Les étudiants ont 15 minutes pour traiter les deux cas.

4.3.2.6 Le protocole de mesure

Le protocole de mesure définit précisément la manière d'évaluer les solutions proposées. Une échelle de notation à 9 cases a été développée (tableau 62). Le protocole de mesure répond à deux critères importants pour l'évaluation d'un plan de progrès : à savoir, l'impact sur la performance attendue (la réduction du volume de déchets) et la facilité de mise en œuvre des actions d'amélioration, caractérisées par le coût et le temps. Pour chaque étude de cas, les réponses possibles et leur position dans la grille ont été qualifiées par un comité (composé d'un professeur d'université, d'un enseignant chercheur et d'un directeur industriel). Les réponses des élèves sont évaluées à l'aveugle. Chaque réponse est comparée à la grille de référence qui représente la norme et donne lieu à une note. Les deux premières réponses sont conservées et le score global en est déduit.

Tableau 62 – La grille de cotation des réponses

	Mise en œuvre de l'action d'amélioration		
Impact	Difficile	Moyen	Facile
Fort	3	6	9
Moyen	2	4	6
Faible	0	1	2

Les tableaux 63 and 64 précisent par étude de cas, les solutions de référence exploitées par le comité d'évaluation.

Tableau 63 – Les solutions de référence (étude de cas 1)

3R	Lean	Impact	Mise en œuvre	Points	Action
Réduction	sur-qualité	Fort	Facile	9	Remplacer le 1er bac par le 2e et changer l'eau uniquement du 1er
Réduction	sur-qualité	Moyen	Facile	6	Augmenter l'intervalle entre deux renouvellements d'eau de rinçage
Réduction	sur-production	Moyen	Moyen	4	Diminuer la capacité des bacs pour limiter le volume utilisé
Réduction	sur-production	Moyen	Moyen	4	Optimiser le nombre de litres d'eau utilisés pour rincer
Réduction	sur-qualité	Moyen	Difficile	2	Minimiser l'excès d'électrolyte pour n'avoir à vider les bacs qu'une fois par semaine
Ré-utilisation	sur-production	Moyen	Difficile	2	Ré-utiliser l'électrolyte
Récupération	défauts	Faible	Facile	2	Récupérer les particules métalliques pour valorisation
Récupération	défauts	Faible	Moyen	1	Recycler en interne et non en externe

Tableau 64 - Les solutions de référence (étude de cas 2)

3R	Lean	Impact	Mise en œuvre	Points	Action
Réduction	Sur-qualité	Fort	Facile	9	Optimisation de la taille de lot (par rapport à la cuve)
Réduction	Sur-qualité	Fort	Facile	9	Toujours rempir la cuve
Réduction	Sur-qualité	Fort	Facile	9	Adapter la taille des bains de résine aux composants qui doivent y être plongés
Ré-utilisation	Défauts	Moyen	Moyen	4	Réutiliser la résine dans un autre process
Réduction	Sur-qualité	Fort	Difficile	3	Réduire la quantité de résine utilisée, en optimisant le procédé
Réduction	Sur-qualité	Fort	Difficile	3	Diminuer la capacité des cuves pour limiter le volume utilisé
Récupération	Défauts	Faible	Moyen	1	Recycler en interne et non en externe

4.3.3 Le recueil de données, les résultats

Les tableaux 65 et 66 présentent les résultats de l'expérimentation.

Tableau 65 – Résultats pour l'étude de cas 1

Cas 1 - Eau de rinçage	Numéro d'essai	Facteur A (Lean)	Facteur B (3R)	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10	n°11
	1	1	1	4	5	5	11	13	6	8	10	10	8	2
	2	1	2	4	2	8	2	2	6	6	0	2	2	8
	3	2	1	2	11	2	6	4	8	4	6	10	2	2
	4	2	2	2	0	3	10	0	0	2	0	2	4	2

Tableau 66 – Résultats pour l'étude de cas 2

Cas 2 - Résine époxy	Numéro d'essai	Facteur A (Lean)	Facteur B (3R)	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10	n°11
	1	1	1	9	7	4	9	3	0	3	9	9	0	9
	2	1	2	0	3	1	0	4	7	9	0	4	0	0
	3	2	1	13	7	13	3	7	0	3	0	7	0	4
	4	2	2	4	5	1	7	0	3	4	0	0	4	0

Pour chaque essai, l'effet de chaque facteur sur la valeur mesurée et sa variabilité sur les caractéristiques mesurées sont étudiés. Selon Taguchi (1986), pour analyser la variabilité, le rapport signal sur bruit (S / N) est choisi ; il prend en compte simultanément la valeur souhaitable (signal) à atteindre et la variabilité indésirable de cette valeur (bruit) à éviter. Le rapport signal / bruit a été calculé selon la formule: S/N (dB)=-10log((1/moy2) (1 +3 s2/moy2)), parce que le but est de maximiser l'effet (Taguchi, 1986). En outre, l'interaction entre les facteurs A et B, ainsi que l'analyse de variance (Anova) sont étudiées. Les résultats par étude de cas sont présentés dans les tableaux qui suivent : étude de cas 1 / l'eau de rinçage (tableaux 67 et 68) ; étude de cas 2 / résine époxy (tableaux 69 et 70).

Tableau 67 – Etude de cas 1 – Impact sur la valeur mesurée et le ratio S/N

Cas 1				
Numéro d'essa	Moyenne	Ecart type	S/N	Σécart²
1	7,5	3,4	15,38	124,00
2	3,8	2,8	7,56	83,20
3	5,2	3,3	10,82	120,60
4	2,3	2,9	-0,57	92,60
	4,7		8,30	420,40

	Impact sur la valeur mesurée		Impact sur S/N	
Facteur	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2
A	0,95	-0,95	3,17	-3,17
B	1,64	-1,64	4,80	-4,80
AB	0,18	-0,18	-0,89	0,89
	A1B1	A1B2	A1B1	A1B2
	A2B2	A2B1	A2B2	A2B1

Tableau 68 - Etude de cas 1 – Analyse de la variance

	ddl	Σécart² brute	Variance	F=Vf/Vr	Σécart² nette	Contribution %	F	Risque	F	Risque
Facteur A	1	40,09	40,09	3,91	29,84	5,16%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Facteur B	1	117,82	117,82	11,49**	107,56	18,60%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Résidu	41	420,40	10,25		440,91	76,24%				
Total	43	578,31			578,31					

Tableau 69 - Etude de cas 2 – Impact sur la valeur mesurée et le ratio S/N

Cas 2				
Numéro d'essa	Moyenne	Ecart type	S/N	Σécart²
1	5,6	3,7	11,39	152,40
2	2,5	3,2	0,58	110,80
3	5,2	4,7	8,85	246,00
4	2,5	2,5	2,30	66,80
	4,0		5,78	576,00

	Impact sur la valeur mesurée		Impact sur S/N	
Facteur	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2
A	0,11	-0,11	0,20	-0,20
B	1,43	-1,43	4,34	-4,34
AB	0,11	-0,11	1,06	-1,06
	A1B1	A1B2	A1B1	A1B2
	A2B2	A2B1	A2B2	A2B1

Tableau 70 - Etude de cas 2 – Analyse de la variance

	ddl	Σécart² brute	Variance	F=Vf/Vr	Σécart² nette	Contribution %	F	Risque	F	Risque
Facteur A	1	0,57	0,57	0,04	-13,48	-2,02%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Facteur B	1	90,20	90,20	6,42*	76,16	11,42%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Résidu	41	576,00	14,05		604,10	90,60%				
Total	43	666,77								

Pour la première étude de cas, les facteurs A1 et B1 sont influents sur la valeur mesurée (respectivement + 0,95 et +1,64 par rapport à la moyenne); ils augmentent considérablement le ratio S / N (respectivement + 3,17 et + 4, 8 par rapport à la moyenne) – Figures 47 et 48. En outre, la combinaison des deux facteurs A1 et B1 accentue les performances: + 2,8 sur la valeur mesurée et + 7,08 sur le ratio S / N. Il convient de noter que l'interaction entre A et B est faible (+ 0,18 de la valeur mesurée et - 0,89 pour le ratio S / N). L'analyse de la variance montre que les facteurs A et B contribuent à 23% ; il en ressort donc que d'autres facteurs sont influents.

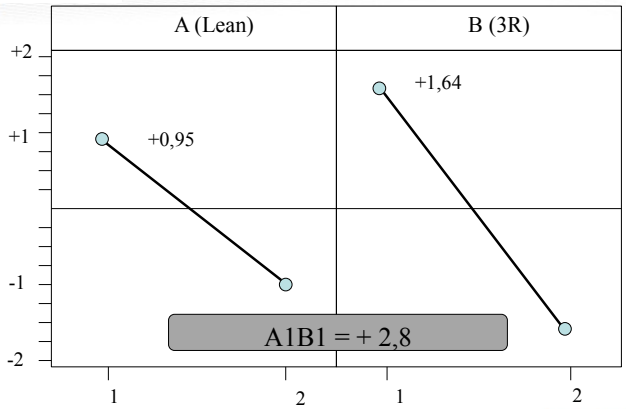


Figure 47 - Etude de cas 1 – Graphe des effets sur la valeur mesurée

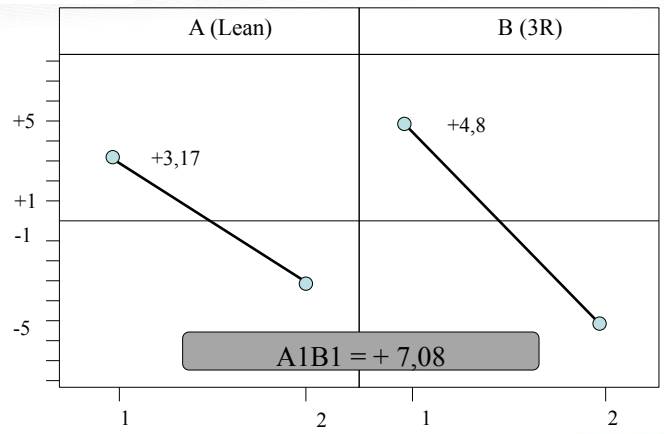


Figure 48 - Etude de cas 1 – Graphe des effets sur le ration Signal/Bruit

Pour la deuxième étude de cas, les facteurs A1 et B1 sont influents sur la valeur mesurée (respectivement + 0,11 et 1,43 par rapport à la moyenne) ; en outre, ils augmentent considérablement le ratio S / N (respectivement + 0,2 et 4,34 par rapport à la moyenne) – Figures 49 et 50. La combinaison des deux facteurs A1 et B1 accentue les performances : + 1,6 sur la valeur mesurée et + 5,61 sur le ratio S / N. Il convient de noter que l'interaction entre A et B est faible (+ 0,11 de la valeur mesurée et +1,06 sur le ratio S / N). L'analyse de la variance montre que les facteurs A et B contribuent à 9% ; Ainsi, d'autres facteurs ont une influence, ce qui confirme les résultats de la première étude de cas. Ce résultat sera utilisé dans la discussion du paragraphe suivant.

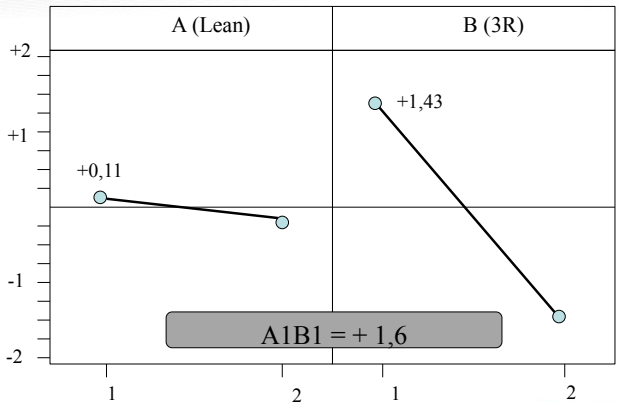


Figure 49 - Etude de cas 2 – Graphe des effets sur la valeur mesurée

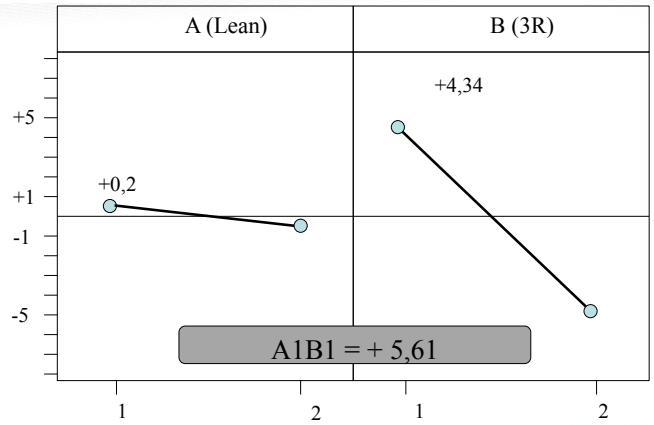


Figure 50 - Etude de cas 2 – Graphe des effets sur le ratio Signal/Bruit

Pour résumer les résultats du plan d'expérience factoriel complet, nous pouvons dire que l'application des « 7 muda » (hypothèse H1) et de la méthode des 3R (hypothèse H2) est appropriée pour réduire la quantité de déchets incinérés. Les hypothèses H1 et H2 sont validées mais d'autres facteurs peuvent également influer sur les performances attendues. Les résultats ont mis en avant le fait que la combinaison des deux facteurs A1 et B1 augmentait le résultat. Ainsi, l'hypothèse H3 est validée.

En ce qui concerne la mesure de l'impact de l'utilisation de la matrice Lean 3R, les résultats et les analyses statistiques sont résumés dans les tableaux 71 et 72.

Tableau 71 – Les résultats de l'essai complémentaire sur l'intégration Lean Green

Numéro d'essai	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10	n°11
Cas 1	6	8	6	2	4	10	7	15	5	7	13
Cas 2	7	9	10	13	13	13	10	8	5	0	0

Tableau 72 – Les analyses statistiques de l'essai complémentaire sur l'intégration Lean Green

	Moyenne	Ecart type	S/N	Σécart²
Cas 1	7,5	3,8	15,07	161,40
Cas 2	8,0	4,7	14,96	244,20

Ce test complémentaire démontre que la méthode intégrée « Lean 3R » renforce la performance d'un programme de réduction des déchets dans le secteur manufacturier dans le cas 2. En effet, les résultats de la valeur mesurée augmentent par rapport à la moyenne (+ 2,8 pour l'étude de cas 1 et + 4 pour l'étude de cas 2) ; les résultats sur le rapport S/N augmentent également (+ 6, 77 pour l'étude de cas 1 et + 9,18 pour l'étude de cas 2). Ainsi, l'hypothèse H4 est partiellement confirmée.

Le tableau 73 et les figures 51 et 52 ci-après résument l'influence des facteurs sur la réduction des déchets solides par ordre d'importance de l'impact ; une hiérarchie claire émerge donc de l'étude et confirme le modèle de hiérarchisation (Figure 35).

Tableau 73 – Résumé de l'influence des facteurs sur un plan de minimisation des déchets

		Etude de cas 1		Etude de cas 2	
Hypothèse	Impact sur	valeur mesurée	ratio S/N	valeur mesurée	ratio S/N
H4	Matrice intégrée Lean 3R	2,8	6,77	4	9,18
H3	Méthode combinée Lean / 3R	2,8	7,08	1,6	5,61
H2	Hiérarchie 3R	1,64	4,8	1,43	4,34
H1	Les 7 familles de pertes du Lean (muda)	0,95	3,17	0,11	0,2

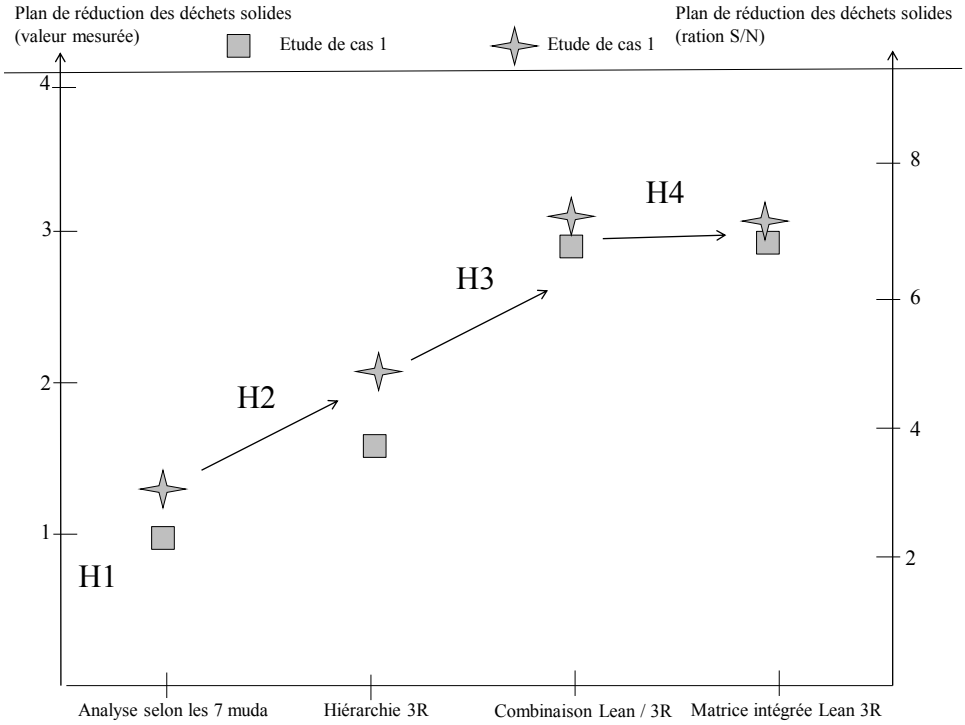


Figure 51 – Résumé de l'influence des facteurs pour l'étude de cas 1

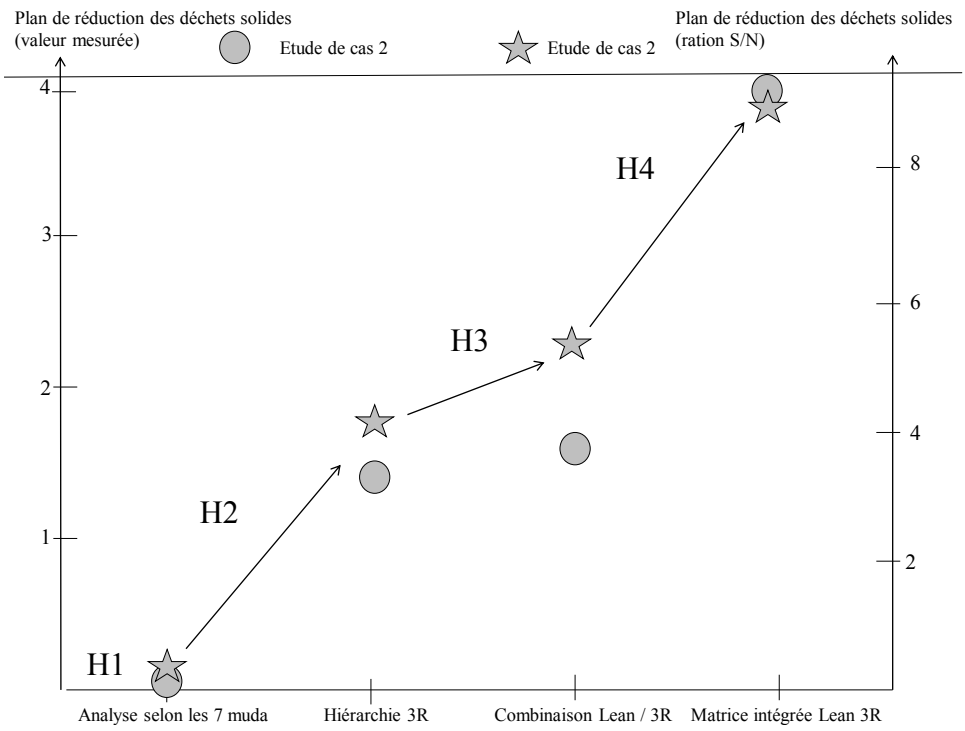


Figure 52 - Résumé de l'influence des facteurs pour l'étude de cas 2

4.3.4 Discussion

Les managements Lean et Green visent l'excellence des processus (Kleindorfer et al., 2005). Concernant l'intégration de ces deux concepts, de nombreux chercheurs ont travaillé sur le Lean Green en Production depuis la fin des années quatre-vingts dix (Florida, 1996) jusqu'à l'heure actuelle (Carvalho et al, 2011 ; Yang et al, 2011 ; Hajmohammad et al, 2013) ; ils soulignent la grande convergence des concepts. Nos résultats confirment ces études, **de manière quantitative**. En effet, d'une part les « 7 muda » améliorent un programme de réduction des déchets dans l'industrie manufacturière (+ 0,95 de la valeur mesurée, pour l'étude de cas 1 et + 0,11 de la valeur mesurée, pour l'étude de cas 2). D'autre part, la hiérarchie 3R est considérée comme la méthode de référence pour la réduction des déchets solides. Les résultats de notre étude confirment l'impact de la Hiérarchie 3R sur un plan de progrès pour réduire les déchets (+ 1,64 de la valeur mesurée, par l'étude de cas 1 et + 1,43 de la valeur mesurée, pour l'étude de cas 2). Par ailleurs, les résultats de cette recherche indiquent que la combinaison des deux méthodes renforce la pertinence d'un plan de progrès des déchets dans l'industrie manufacturière (+ 2,80 de la valeur mesurée, par l'étude de cas 1 et + 1,60 de la valeur mesurée, pour l'étude de cas 2**). Enfin,** la matrice « Lean 3R » est une méthode structurée qui concrétise l'intégration Lean Green. Cette check liste est une méthode pertinente de créativité. Les résultats de notre étude confirment l'impact positif de la matrice intégrée (sur la valeur mesurée, + 2,8 pour l'étude de cas 1 et + 4 pour l'étude de cas 2 - le rapport S / N, + 6,77 pour le cas étude 1 et + 9,18 pour l'étude de cas 2). Chaque thème des « 7 mudas » induit une phase de réflexion systématique pour la réduction des déchets. Par conséquent, il renforce la performance environnementale, et plus précisément la réduction des déchets à incinérer. À ce titre, cette étude conforte **de manière quantitative** les travaux récents de Dües et al. (2013) qui présentent les **techniques de réduction des déchets** comme une concrétisation du paradigme Lean Green.

Cependant, l'étude montre que d'autres facteurs améliorent les performances d'un programme de réduction des déchets dans le secteur manufacturier. En effet, les trois méthodes testées (7 muda, hiérarchie 3R, matrice Lean 3R) sont de type analogiques (listes de contrôle, grilles d'analyse). Cependant, d'autres outils de progrès peuvent compléter la recherche de solutions dans ce type de cas : le diagramme en arête de poisson,

l'analyse des causes profondes ou les « 5 pourquoi ». Leur maîtrise implicite renforce le plan de réduction des déchets solides. **En outre, l'utilisation implicite des méthodes heuristiques, basées sur l'expérience ou encore la maîtrise d'outils de créativité par les membres de l'équipe projet, peut être considérée comme influente**.

4.3.5 Conclusion

Cette étude prolonge le travail de Dües et al. (2013) sur les Techniques de Réduction des Déchets. Les résultats de cette étude démontrent, grâce à une approche quantitative s'appuyant sur un plan d'expérience, que la combinaison de la hiérarchie 3R et les « 7 muda » du management Lean renforce la performance d'un programme de réduction des déchets dans le secteur manufacturier. Plus précisément, l'étude de l'intégration des deux méthodes grâce à l'utilisation d'une matrice « Lean 3R » renforce la pertinence d'un plan de progrès des déchets. Au début d'un plan d'amélioration pour réduire les déchets, cette méthode donne un cadre structuré, en complément de la hiérarchie 3R. Elle doit cependant être complétée par des méthodologies de recherche des causes profondes qui conduiront à de meilleures solutions. Enfin, cette matrice est une concrétisation pertinente de l'intégration Lean Green, et plus spécifiquement, une application structurée des techniques de réduction des déchets pour optimiser les performances des déchets solides.

Chapitre 5 Conclusion et perspectives de recherche

5.1 Conclusion

Notre recherche se positionne conjointement dans le domaine des sciences de l'ingénieur et des sciences de gestion ; elle porte sur la modélisation de l'intégration Lean Green centrée sur le management des déchets des activités économiques conduisant à une performance équilibrée (économique, environnementale, sociale) pour l'entreprise.

De nombreux auteurs ont montré la synergie forte entre les managements Lean et Green. Notre revue de la littérature nous a permis cependant d'envisager plusieurs directions de recherche, une voie de niveau stratégique, et deux orientations plus opérationnelles :

- sur la performance sociale, à partir de la méthode 3A (Area Activity analysis) d'Harrington (2012),
- sur la performance économique, à partir de la hiérarchie 3R (Réduire, Réutiliser, Recycler).

Concrètement, ces 3 directions de recherche ont induit la caractérisation de trois modèles :

- un modèle stratégique concrétisé par une matrice stratégique Lean Green. Une segmentation selon la performance majeure impactée (économique, sociale) au-delà de la performance environnementale et les parties prenantes (internes / externes à l'entreprise), en constitue le socle. Quatre stratégies se dégagent alors par segment (l'éco-efficience, l'éco-responsabilisation, l'éco-partenariat, l'éco-solidarité) – paragraphe 3.2. Les différentes parties prenantes de l'entreprise sont réparties par stratégie : les propriétaires, les managers, les salariés, les clients, les fournisseurs, la communauté locale. Ce premier modèle donne alors un cadre structuré pour des développements scientifiques ciblés, priorisant telle ou telle autre performance ;
- le Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP), modèle d'amélioration continue au croisement de trois domaines que sont les actions managériales du Lean Green, la méthode 3A (Area Activity Analysis) d'Harrington (2012), et les indicateurs Lean Green (concrétisation de la stratégie de l'éco-responsabilisation) ;
- une hiérarchisation des facteurs de minimisation des déchets en entreprise (concrétisation de la stratégie de l'éco-efficience).

Les deux derniers modèles opérationnels ont été évalués.

Le modèle de Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP) a induit une expérimentation qualitative de type « recherche-intervention », pour démontrer les points clés suivants :

- Le référentiel MVEP impacte la motivation (à partir de la prise en compte d'exigences par facteur de motivation).
- L'intégration d'une dimension écologique dans l'animation d'une performance économique est favorable à son amélioration.
- Le modèle de Management Visuel de l'Eco-performance facilite l'installation d'une culture de la performance et du progrès. La culture Lean peut alors se développer en limitant le stress dans les équipes.
- Le modèle améliore de manière équilibrée la performance 3P (People, Planet, Profit) par l'exploitation d'un indicateur Lean Green axé sur l'amélioration de la qualité. Il concrétise donc le développement de la responsabilité sociétale de l'entreprise, au quotidien, au sein des équipes.

Le modèle de hiérarchisation des facteurs de minimisation des déchets a induit une étude quantitative de type « plan d'expérience » pour démontrer les points clés suivants :

- l'association des deux méthodes, Lean et Green (les sept « muda » ou formes de gaspillage, et la hiérarchisation 3R,) renforce le résultat d'un plan de minimisation des déchets en Production.
- L'exploitation d'une « matrice Lean 4R » est même souhaitable.

Le tableau 74 apporte une réponse globale à la problématique de ce travail de recherche : « comment l'intégration Lean Green centrée sur le management des déchets impacte la performance équilibrée 3P ? ».

Tableau 74 – L'impact des modèles sur la performance "3P"

		Performance "3P" (People, Profit, Planet)				
Modèle	Niveau	Environnementale	Economique interne (propriétaires, managers)	Economique externe (Clients, Fournisseurs)	Sociale interne (salariés)	Sociale externe (communauté locale)
Matrice stratégique Lean Green	Stratégique	X	X	X	X	X
Matrice Lean 3R	opérationnel	4	4			
Matrice MVEP (Management Visuel de l'Eco-Performance)	opérationnel	2	2		4	1

Le mode de construction de la matrice stratégique Lean Green induit une performance équilibrée sur les « 3P ». Pour les deux modèles opérationnels, nous quantifions l'importance de l'impact par une cotation de 1 à 4. La matrice « Lean 3R », qui permet d'optimiser un plan de minimisation de déchets, est centrée uniquement sur les performances économiques et environnementales. Enfin la matrice MVEP est qualifiée d'équilibrée. Avant tout, elle renforce la motivation des salariés. En complément, l'exploitation d'un indicateur Lean Green améliore l'environnement et réduit les coûts. Par ailleurs, la déclinaison d'un objectif sociétal au sein de l'équipe impacte la communauté locale.

En synthèse, les deux modèles opérationnels sont positionnés par rapport à la matrice stratégique – figure 53. Chaque modèle est centré sur le segment en cohérence avec les performances impactées en priorité. Cependant, un modèle peut contribuer également à d'autres performances, mais à la marge.

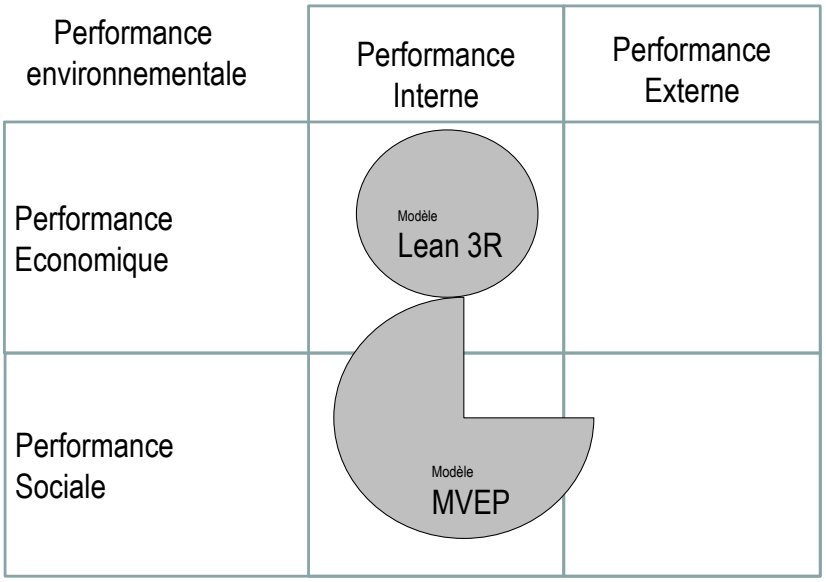


Figure 53 - Les modèles " Lean 3R" et "MVEP" par rapport à la matrice stratégique

Notre travail de recherche permet donc de souligner le point majeur suivant : l'intégration Lean Green contribue à une stratégie de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise (RSE) car elle impacte la performance 3P (People, Profit, Planet).

5.2 Perspectives

5.2.1 La matrice stratégique

Dans le paragraphe 3.2, nous avons proposé un modèle stratégique concrétisé par une matrice stratégique Lean Green. Deux voies ont donné lieu à une étude d'approfondissement : l'éco-responsabilisation et l'éco-efficience. Les deux autres segments, l'éco-partenariat et l'éco-solidarité, pourraient faire l'objet d'études scientifiques complémentaires, pour répondre aux problématiques suivantes :

- pourquoi et comment l'éco-partenariat crée de la valeur économique pour les clients et les fournisseurs ?
- Pourquoi et comment l'éco-solidarité contribue-t-elle à la motivation du personnel ?

Par ailleurs, concernant l'éco-partenariat, un prolongement des études du ZERI (Zero Emission Research Initiative) sur la démarche tendant vers une pollution nulle, pourrait faire l'objet de recherches futures.

5.2.2 L'éco-responsabilisation

Dans notre étude sur l'éco-responsabilisation, en conclusion (partie 4.2.5.2), nous avons exprimé des limites. Le modèle MVEP s'appuie entre autre sur l'exploitation d'un indicateur Lean Green axé sur l'amélioration de la qualité et la mise en œuvre d'actions sur les 5M. Le modèle pourrait être affiné en intégrant d'autres outils de la qualité. De futures recherches pourraient donc être conduites sur une intégration plus large et viser le développement d'un modèle d'intégration Lean /Green /6 Sigma en Production. L'approche complémentaire par la statistique pourrait alors être étudiée.

Notre recherche s'est centrée sur le processus de Production. Hors, Le management Lean concerne toute l'entreprise (Nightingale, 2009). Aussi, la conduite d'un travail sur l'intégration Lean Green centrée sur l'éco-responsabilisation en développement pourrait être une voie de recherche à explorer.

5.2.3 L'éco-efficience

Nous avons montré que la combinaison de la hiérarchie 3R et les « 7 muda » du management Lean renforce la performance d'un programme de réduction des déchets dans le secteur manufacturier. Plus précisément, l'utilisation d'une matrice « Lean 3R » renforce la pertinence d'un plan de progrès des déchets. Néanmoins, une étude complémentaire à ce travail préliminaire démontrerait plus précisément la pertinence de la matrice « Lean 3R », en tant qu'application des techniques de réduction des déchets. Savall (2004) recommande d'étudier la transposition possible de la recherche expérimentale ; il serait donc opportun de tester la matrice dans différents contextes industriels. Une priorité serait de cibler les secteurs économiques où le volume de déchets générés dans la production est important et où le potentiel de recyclage ou de réduction des déchets est élevé. Par exemple, la réduction des déchets organiques dans la grande distribution pourrait être envisagée.

Par ailleurs, selon Wang et Gupta (2011), le management de la chaîne logistique verte induit l'optimisation de l'ingénierie, de l'approvisionnement, de la logistique, des relations clients et de la gestion de fin de vie au-delà de la production. En particulier, une extension de ce travail de recherche à la phase de conception du produit pourrait être intéressante, afin de compléter les travaux de Kuik et al. (2011), sur la méthode 6R (réduction, récupérer, reconcevoir, réutiliser, recycler, refabriquer).

En impliquant les parties prenantes majeures de l'entreprise (clients, fournisseurs), le processus 3R pourrait être enrichi. Après les trois premières étapes conduites en interne selon l'ordre d'impact (Réduire, Réutiliser, Recycler), les trois étapes suivantes seraient conduites par ordre de facilité de mise en œuvre avec les parties prenantes (Recycler, Réutiliser, Réduire). Ainsi un processus « circulaire » serait conduit pour une performance optimale – voir figure 54.

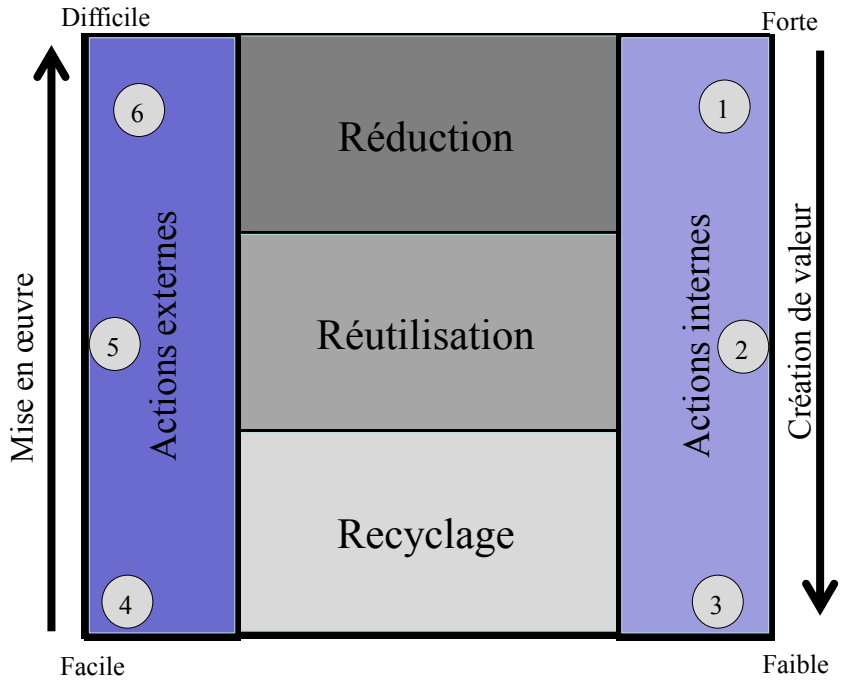


Figure 54 – La matrice Lean 3R circulaire

Enfin, l'application des Techniques de Réduction des Pertes pourrait être étendue à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la réduction de la consommation d'eau.

Ainsi, nous prévoyons des perspectives de recherche intéressantes dans les années à venir. Des études complémentaires à ce travail préliminaire montreraient alors plus précisément la pertinence de la matrice intégrée « Lean 3R » tout au long du cycle de vie d'un produit, indépendamment de l'activité économique, pour les différents types de déchets environnementaux (déchets solides, eau, énergie).

5.2.4 Synthèse d'études complémentaires

Nous proposons une synthèse d'études complémentaires possibles à partir de la matrice stratégique (figure 55) et dans un second temps, nous portons un regard plus général sur des recherches futures.

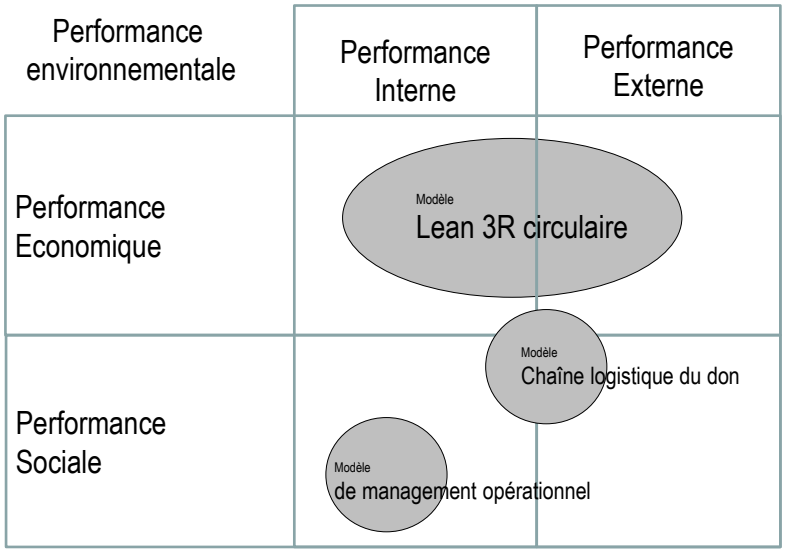


Figure 55 – Perspectives de recherche par rapport à la matrice stratégique

Concernant l'éco-responsabilisation, nous avons bâti notre modèle à partir, entre autre, de la méthode 3A (Harrington, 2012) ; des travaux sur des modèles de management opérationnel pourraient être conduits à partir des facteurs de motivation structurés dans notre étude. Un modèle « Lean 3R circulaire » pourrait concrétiser une stratégie d'éco-partenariat. Le modèle de chaîne logistique du don pourrait être caractérisé en profondeur ; une étude d'impact sur les différentes performances serait alors intéressante. Ces deux dernières études potentielles préciseraient l'impact de l'intégration Lean Green sur les performances externes.

Par ailleurs, nous ouvrons les perspectives plus globales suivantes :

- Nous avons focalisé notre travail d'évaluation des modèles sur le processus Production ; aussi il pourrait être intéressant d'étendre l'étude sur d'autre processus, par exemple,le développement des produits.
- Au-delà des déchets des activités économiques, quels seraient les modèles Lean Green possibles pour une efficience énergétique ?
- Nous avons étudié l'intégration Lean Green ; nous pourrions élargir le champ de l'intégration pour aborder une intégration de type « Lean Green 6 Sigma »

Enfin, pour mettre en perspective les futures recherches, nous citons un extrait du rapport de la Commission Innovation, présidée par Anne Lauvergeon (2013) et mandatée par le gouvernement français (rapport auquel de nombreux acteurs scientifiques ont contribué) : « La raréfaction et le renchérissement des métaux mais aussi la protection de l'environnement rendront indispensables le recyclage, en particulier des métaux rares. La France dispose de réels atouts dans un contexte européen favorable. L'innovation et un cadre réglementaire adéquat peuvent permettre l'émergence de leaders dans ce domaine. ». Aussi, les futurs travaux sur l'intégration Lean Green pourront contribuer aux innovations stratégiques, génératrices de croissance, créatrices d'emploi, répondant à des évolutions sociétales de fond.

Bibliographie

A

Achor S., 2012. Positive Intelligence, Three ways individuals can cultivate their own sense of well-being and set themselves up to succeed. Harvard Business Review, January–February.

Adams J.S., 1963. Toward an understanding of inequity. Journal of Abnormal and Social Psychology, Vol. 67, n°5, pp. 422-436.

Ademe, 2013. Production de déchet en 2009. Available at: http://www.ademe.fr (accessed 10 March 2013)

Alderfer C.P., 1969. An empirical test of a new theory of human needs. Organizational Behavior and Human Performance, Vol.4, n°2, pp.142-175.

Aldelfer C.P., 1971. Existence, Relatedness, and Growth; Human Needs in Organizational Settings, New York: Free Press.

Allen D.M., 1994. Waste minimization and treatment: an overview of technologies. Greener Management International 5 (1), pp. 22-28.

Allwood J., 2005. Sustainable Manufacturing Seminar Series. Available at: http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/sustainability/seminar/documents/050216lo.pdf. (accessed 26 December 2011)

Alves A.C., Dinis-Carvalho J., Sousa R.M., 2012. Lean production as promoter of thinkers to achieve companies'agility. The Learning Organization, Vol. 19 No. 3, pp. 219-237.

Anand G., Ward P., Tatikonda M., Schilling D., 2009. Dynamic capabilities through continuous improvement infrastructure. Journal of Operations Management, Vol. 27, pp. 444–461.

Ankli R.E. and Palliam R., 2012. Enabling a motivated workforce: exploring the sources of motivation. Development and learning in organizations, Vol. 26 N° 2, pp. 7-10.

Antony J. and Antony F.J., 2001. Teaching the Taguchi method to industrial engineers. Work Study 50, pp. 141 – 149.

Atkinson J.W., 1957. Motivational determinants of risk-taking behavior. Psychological Review, Vol.64 N°6, pp. 359-372.

B

Bandura A., 1986. Social foundations of thought and action : a Social Cognitive Theory. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

Bandura A., 1991. Self-Regulation of motivation through anticipatory and selfreactive mechanisms. Dienstbier, R.A. (Ed), Perspectives on Motivation: Nebraska symposium on motivation 1990, Vol.38, Lincoln, University of Nebraska Press, pp. 69-164.

Barnabé C., 1994. La théorie des caractéristiques des emplois de Hackman et Oldham : une recension des écrits, McGill Journal of Education, Vol. 29 No. 3.

Bassett-Jones N. and Lloyd G.C. 2005. Does Herzberg's motivation theory have staying power? Journal of Management Development Vol. 24 N° 10, pp. 929-943.

Bateman N., 2002. Sustainability. Lean Enterprise Research Centre Publication, Cardiff, April, pp. 2-24.

Ben-Shahar T., 2007. Happier : learn the secrets to daily joy and lasting fulfillment, McGraw-Hill, New York.

Bergmiller G.G. and McWright P., 2009. Lean Manufacturers' Transcendence to Green Manufacturing. Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, May 30 – June 3, Miami, FL.

Bergmiller G.G., McCright P.R., Weisenborn G., 2011. Lean and sustainability programs evidence of operational synergy for Lean manufacturers and logical growth toward sustainability. Review of business research, Vol. 11, N° 5.

Bessant J., Caffyn S., Gallagher M., 2001. An evolutionay model of continuous improvement behaviour. Technovation 21, pp. 67–77.

Bhasin S. and Burcher P., 2006. Lean viewed as a philosophy. Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 17 No. 1, pp. 56-72.

Bhasin S., 2008. Lean and performance measurement. Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 19 No. 5, pp. 670-684.

Biazzo S. and Panizzolo R., 2000. The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective. Integrated Manufacturing Systems 11 (1), pp. 6-15.

Bicheno J., 2000. The Lean Toolbox, 2nd Edition. PICSIE Books, Buckingham, England.

Bicheno J., 2004. The New Lean Toolbox: Towards Fast, Flexible Flow, 3rd ed., PICSIE Books, Buckingham.

Black J.T. and Phillips D., 2010. The lean to green evolution. Industrial Engineer, June, pp. 46-51.

Bontoux L., Leone F., 1997. The Legal Definition of Waste and its Impact on Waste Management in Europe, Office for Official Publications of the European Communities, EUR 17716 EN, November, Luxembourg.

Boiral O., 2006. Global warming : should companies adopt a proactive strategy? Long Range Planning 39, pp. 315-330.

Boon Heng T., Lee Lee C.C., Peik Foong Y., Tze San O., 2012. A Framework of a Sustainable Performance Measurements (SPMs). Model for the Malaysian Electronic and Electrical Industry. World Applied Sciences Journal 20 (1), pp. 107-119.

Braungart M., McDonough W., Bollinger A., 2007. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. Journal of Cleaner Production 15, pp. 1337-1348.

C

Cabral I., Grilo A., Cruz-Machado V., 2012. A decision-making model for Lean, Agile, Resilient and Green supply chain management. International Journal of Production Research, Vol. 50, No. 17, pp. 4830–4845

Carbone V. and Moatti V., 2011. Towards greener supply chains: an institutional perspective. International Journal of Logistics: Research & Applications, June, Vol. 14 Issue 3, pp. 179-197.

Carter C.R., Ellram L.M., Ready K.J., 1998. Environmental purchasing: benchmarking our German counterparts. Int J Purchasing Mater Manage, pp. 37-52.

Carvalho H., Duarte S., Machado V.-C., 2011. Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. International Journal of Lean Six Sigma 2, pp. 151 – 179.

Castka P. and Balzanova M., 2008. ISO 26000 and supply chains – On the diffusion of the Social Responsability Standard. Int. J / Production Economics 111, pp. 274–286.

Cerdan C., Gazulla C., Raugei M., Martinez E., Fullana-Palmer P., 2009. Proposal for new quantitative eco-design indicators: a first case study. Journal of Cleaner Production 17, pp. 1638–1643

Chase, N., 1999. Loose the waste – get lean. Quality, Vol. 38, pp. 2-6.

Chia A., Goh M., Hum S., 2009. Performance measurement in supply chain entities: balanced scorecard perspective. Benchmarking: An International Journal, Vol. 16 No. 5, pp. 605-620.

Chiappetta Jabbour C.J., Lopes de Sousa Jabbour A.B., Govindan K., Alves Teixeira A., de Souza Freitas .W.R., 2013. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. Journal of Cleaner Production 47, 129-140.

Chulvi V. and Vidal R., 2011. Usefulness of evolution lines in eco-design. Procedia Engineering, Vol. 9, 135–144.

Conti R., Angelis J., Cooper C., Faragher B., Gill C., 2006. The effects of lean production on worker job stress - International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 No. 9, pp. 1013-1038.

Corbett C.J., Klassen R.D., 2006. Extending the horizons: environmental excellence as key to improving operations. Manufacturing & Service Operations Management, Vol 8 N°1 Winter, pp. 5–22.

Cruz-Machado V. and Leitner U., 2010. Lean tools and lean transformation process in health care. International Journal of Management Science and Engineering Management, Vol. 5 No. 5, pp. 383-392.

Cuthbertson R. and Piotrowicz W., 2011. Performance measurement systems in supply chains, a framework for contextual analysis. International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 60 No. 6, pp. 583-602.

D

Daily B. and Huang S., 2001. Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management. International Journal of Operations & Production Management 21 (12), pp. 1539-1552.

Daily B.F., Bishop J.W., Massoud J.A., 2012. The role of training and empowerment in environmental performance. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 32, No. 5, pp. 631-647.

Dao V., Langella I., Carbo J., 2011. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. Journal of Strategic Information Systems, Vol. 20.

Darlington R., Staikos T., Rahimifard S. , 2009. Analytical methods for waste minimization in the convenience food industry. Waste Management 29, pp. 1274–1281.

Das Gandhi M.N., Selladurai V., Santhi P., 2006. Unsustainable development to sustainable development: a conceptual model. Management of Environmental Quality: An International Journal. Vol. 17 No. 6, pp. 654-672

de Brito M.P., Carbone V., Blanquart C.M., 2008. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: organization and performance. Int. J. Production Economics, Vol.114 N°2, pp. 534-553.

de Ron Ad J., 1998. Sustainable production: The ultimate result of a continuous improvement. International Journal of Production Economics, Volumes 56-57, 20 September, pp. 99-110.

de Treville S., Antonakis J., 2006. Could lean production job design intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. Journal of Operations Management 24, pp. 99–123.

Deci, E.L. and Ryan, R.M., 1985. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York, Plenum Press.

Demirbas A., 2011. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. Energy Conversion and Management 52, pp. 1280–1287.

Denf, L. and Wang, X., 2008. The research of new integrative green supply chain management under recycling economy. Science and Technology Progress and Police, No. 25, pp. 34–36.

Denning S., 2011. Reinventing management: the practices that enable continuous innovation. Strategy & leadership, Vol. 39 No. 3, pp. 16-24.

Dennis P., 2002. Lean Production Simplified: A Plain Language Guide to the World's Most Powerful Production System, Productivity Press. New York.

Dionne S.D., Yammarino F.J., Atwater L.E., Spangler W.D., 2004. Transformational leadership and team performance, Journal of Organizational Change Management, Vol. 17 No. 2, pp. 177-193.

Drazin R. and Van de Ven A., 1985. Alternative Forms of Fit in Contingency Theory. Administrative Science Quarterly, 30(4), pp 514-539.

Duarte S. and Cruz-Machado V., 2013. Modelling lean and green: a review from business models. International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 4 No. 3, pp. 228-250.

Dües C.M., Tan K.H., Lim M., 2013. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. Journal of Cleaner Production 40, pp. 93-100.

Dyer J.H., 1997. Effective interim collaboration: how firms minimize transaction costs and maximize transaction value. Strategic Management Journal, Vol. 18 No.7, pp. 535-556.

E

EFQM, 2011. European Foundation for Quality Management. Available at: www.efqm.org/en/ (accessed 9 March 2011)

Elkington J., 1998. Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. Environmental Quality Management, 8(1), pp. 37-51.

Emiliani, B., 2003. Better Thinking, Better Results, CLBM, New York, NY.

EN 9100, 2009. Système de management de la qualité - Exigences pour les Organismes de l'Aéronautique, l'Espace et la Défense.

Environmental Protection Agency (EPA), 2006. Solid Waste Management Hierarchy. Overviews & Factsheets. Available at: http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/hierarchy.htm (accessed 31 August 2012)

Environmental Protection Agency (EPA), 2007. The lean and environmental toolkit. Available at: www.epa.gov/lean/ (accessed 1 September 2010).

Evan W.M. and Freeman R.E., 1983. A stakeholder theory of the modern corporation : Kantian capitalism, in Beauchamp T.L., Bowie N. (eds.) Ethical theory and Business, Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, pp. 75-84.

F

Farish M., 2009. Plants that are green. Engineering & technology, 14 - 27 February, pp. 68-69.

Feld W.M., 2001. Lean Manufacturing : Tools, Techniques, and How to Use Them, St Lucie Press, Boca Raton, FL.

Florida R., 1996. Lean and Green: the move to environmentally conscious manufacturing. California Management review, Vol. 39.

Franchetti M., Bedal K., Ulloa J., Grodek S., 2009. Lean and green: Industrial engineering methods are natural stepping stones to green engineering. Industrial Engineer, September, pp. 24-29.

Friedman P., 2008. Leaning toward green : green your supply chain with lean practices - available at: http://outsourced-logistics.com/operations_strategy/leaning_toward_green.

Fujita, T., 1989. Transition of QC Circle in the 1980's. Total Quality Control, vol 40.

Fullerton R., McWatters C., Fawson C., 2003. An examination of the relationships between JIT and financial performance. Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 4, July, pp. 383–404.

G

Gaoa J. , Xiao Y., Liu J., Liang W., Chenc C., 2011. A survey of communication/networking in Smart Grids. Future Generation Computer Systems.

Geng X., Chu X., Xue D., Zhang Z., 2001. A systematic decision-making approach for the optimal product–service system planning. Expert Systems with Applications, Vol. 38.

Getz I., 2009. Liberating Leadership: how the initiative freeing radical organizational form has been successfully adopted. California Management review, Vol. 51, N°4, pp. 32-58.

Getz I. and Carney B., 2013. Liberté & Cie : Quand la liberté des salariés fait le succès des entreprises. Flammarion.

Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines, Version 3.1, Global Reporting Initiative, available at: www.globalreporting.org/NR/ (accessed 6 April 2011)

Glover W., Farris J., VanAken E. , Doolen T., 2011. Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes : an empirical study. Int. J. Production Economics 132, pp. 197–213.

Gordic D., Babic M., Jovicic N., Sustersic V., Koncalovic D., Jelic D., 2010. Development of energy management system. Case study of Serbian car manufacturer. Energy Conversion and Management 51, pp. 2783–2790.

Greenberg J., 1987. A taxonomy of Organizational Justice Theories. Academy of Management Review, vol.12, n°1, p.9-22.

Greenberg J., 1990. Organizational Justice: yesterday, today and tomorrow. Journal of Management, vol.16, n°2, pp. 399-432.

Greif M., 1998. L'usine s'affiche. La communication visuelle au service du progrès. Editions d'Organisation.

Grunow D., 1995. The Research Design in Organization Studies. Organization Science, vol. 6, n°1, pp.93-103.

Guide V.D.R, Van Wassenhove L.N., 2001. Managing product returns for remanufacturing. Production and Operations Management 10(2), pp. 142–155.

Guide V.D.R., Van Wassenhove L.N., 2003. Business Aspects of Closed-Loop Supply Chains. International Management Series, Vol. 2. The Carnegie Bosch Institute, Pittsburgh, PA.

Guo M., Zhao X.N., and Wang Y.M., 2008. The strategies of enterprise substantial development: green supply chain management. Science and Technology Management Research, 6, pp. 255–257.

H

Hackman J.R. and Oldham G.R., 1976. Motivation through the Design of Work: Test of a Theory, Organizational Behavior and Human Performance, vol. 16, pp. 250-279.

Hajmohammad S., Vachon S., Klassen R.D., Gavro I., 2013. Lean management and supply management: their role in green practices and performance. Journal of Cleaner Production 39, pp. 312- 320.

Hara T., Shimada S., Arai T., 2013. Design-of-use and design-in-use by customers in differentiating value creation. CIRP Annals - Manufacturing Technology 62. pp. 103-106.

Harrington H.J., 2012. Area Activity Analysis (AAA): a key 1990s tool put on the back burner. Business Process Management Journal Vol. 18 No. 4, pp. 644-654.

Hasan M., 2013. Sustainable Supply Chain Management Practices and Operational Performance. American Journal of Industrial and Business Management, 3, pp. 42-48.

Hasle P., Bojesen A., Jensen P.L., Bramming P., 2012. Lean and the working environment: a review of the literature, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 32 No. 7, pp. 829-849.

Herzberg F., 1959. The Motivation to Work. New York: John Wiley and Sons.

Hicks C., Heidrich O., McGovern T., Donnelly T. 2004. A functional model of supply chains and waste. Int. J. Production Economics 89, pp. 165–174.

Hines P., Jones D. and Rich N., 1998. Lean Logistics, Pergamon, London.

Hines P., Holweg M., Rich N., 2004. Learning to evolve: a review of contemporary lean Thinking. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24 No. 10, pp. 994-1011.

Hogland, W. and Stenis, J., 2000. Assessment and system analysis of industrial waste management. Waste Management 20, pp. 537-543.

Holweg, M., 2007. The genealogy of lean production. Journal of Operations Management, Vol. 25, pp. 420-37.

Houe R., Grabot B., 2009. Assessing the compliance of a product with an eco-label: from standards to contraints. Int. J. Production Economics 121, pp. 21–38

Hull C.L., 1943. Principles of Behaviour. Appleton Century, New York.

I

INRS, 2013. Lean Manufcaturing, quelle place pour la santé et la sécurité au travail ? Available at : www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-6144/ed6144.pdf (accessed 31 August 2013)

ISO 14001, 2004. Lignes directrices du Système de Management Environnemental

ISO 26000, 2010. Lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale

ISO 50001, 2011. Systèmes de management de l'énergie — Exigences et recommandations de mise en œuvre

J

Jabbour, A.B.L.S., Jabbour, C.J.C., 2009. Are supplier selection criteria going green? Case studies of company in Brazil. Industrial Management & Data Systems 109 (4), pp. 477- 495.

Jose, P.D. and Sawhney, A., 2003. Trade and environment: competing in a global world. IIMB. Management Review, Vol. 15 No. 4, pp. 89-91.

K

Kainuma Y., Tawara N., 2006. A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. Int. J. Production Economics, Vol. 101, pp. 99–108.

Kamata S., Jobin P., L'Hénoret A., 2008. Toyota : l'usine du désespoir. Broché.

Kanfer, R., 1990. Motivation theory and industrial and organizational psychology. Dunnette, M.D. et Hough, L.M. (Eds), Handbook of industrial and organizational psychology, Palo Alto, CA, Consulting Psychologists Press, vol.1, p.75-170.

Kannan R., Boie W., 2003. Energy management practices in SME. A case study of a bakery in Germany-Energy Conversion and Management 44, pp. 945–959.

Ketchum L. D. and Trist E., 1992. All Teams Are Not Created Equal. How Employee Empowerment Really Works. Newbury Park, Sage.

Kim S.H., Jang K.J., 2002. Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. Int. J. Production Economics 76. pp. 121-133.

King A. and Lenox M., 2001. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. Production and Operations Management, Vol. 10 No. 3, pp. 244-256

Klassen, R.D. and Vachon, S., 2003. Collaboration and evaluation in the supply chain: their impact on plant-level environmental investment. Production and Operations Management 12 (3), pp. 336-352.

Kleindorfer P.R., Singhal K., Van Wassenhove L.N., 2005. Sustainable Operations Management. Production and operations management - Vol. 14, No. 4, Winter, pp. 482–492.

Knight P. and Jenkins J.O., 2009. Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. Journal of Cleaner Production, Volume 17, Issue 5, March, pp. 549–558.

Kobayashi H., 2006. A systematic approach to eco-innovative product design based on life cycle planning. Advanced Engineering Informatics, Vol. 20, Issue 2, April, pp. 113–125.

Kuik, S.S., Nagalingam S.V., Amer Y., 2011. Sustainable supply chain for collaborative manufacturing. Journal of Manufacturing Technology Management 22 (8), pp. 984-1001.

Kujala S., Kujala J., Turkulainen V., Artto K., Aaltonen P., Wilkström K., 2011. Factors influencing the choice of solution-specific business models. International Journal of Project Management, Vol. 29, Issue 8, December 2011, Pages 960–970.

Kumar S., Putnam V., 2008. Cradle to cradle: reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. Int. J. Production Economics 115, pp. 305– 315.

L

Lamming R., 1993. Beyond Partnership: Strategies for Innovation and Lean Supply. Prentice-Hall, New York, NY.

Lapinski R., Horman M.J., Riley R.R., 2006. Lean Processes for Sustainable Project Delivery. Journal of construction engineering and management, October, pp. 1083-1091.

Lauvergeon A, 2013. Un principe et sept ambitions pour l'innovation. Available from http:// www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports.pdf (accessed 25 October 2013).

Leonidou C.N., Leonidou L.C., 2011. Research into environmental marketing/management: a bibliographic analysis. European Journal of Marketing, Vol. 45 No. 1/2, pp. 68-103.

Lewin, K., 1936. Principles of topological psychology, New York, McGraw-Hill.

Li, X.Z. and Wang, W., 2008. The theory of green supply chain management. Commerce Times, 13, pp. 20–21.

Liker J.K., 2004. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York.

Locke E.A., Shaw K.N., Saari L.M., Latham G.P., 1981. Goal setting and task performance: 1969-1980. Psychological Bulletin, vol.90, n°1, pp.125-152.

Locke E.A. and Latham G.P., 1984. Goal setting, a motivational technique that works! Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.

Losonci D., Demeter K., Jenei I., 2011. Factors influencing employee perceptions in lean transformations. Int. J. Production Economics 131, pp. 30-43.

M

Malik, F., 2006. Le management efficace. Economica.

Maslow, A., 1943. A theory of human motivation. The Psychological Review, vol.50, n°4, pp.370-396.

Maslow A., 1970. Motivation and Personality. Addison-Wesley Educational Publishers Inc.

Marcus A. and Fremeth A., 2009. Green management matters regardless. Academy of Management Perspectives 23 (4), pp. 17-26.

Maxime D., Marcotte M., Arcand Y., 2006. Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. Journal of Cleaner Production 14, pp. 636- 648.

McClelland D.C., 1961. The Achieving Society. Princeton, Van Nostrand.

Mendelbaum G., 2006. Keep your eye on the ball. APIC Magazine, January.

Michelini R.C. and Razzoli R.P., 2004. Product-service eco-design: knowledge-based infrastructures. Journal of Cleaner Production 12, pp. 415–428.

Miller G., Pawloski J., Standridge C., 2010. A case study of lean, sustainable manufacturing. Journal of Industrial Engineering and Management 3(1), pp. 11-32.

Min H., Galle W.P., 2001. Green purchasing pratices of US firms. International Journal of Operations & Production Management, Vol 21 N°9, pp. 1222-1238.

MBNQA, 2011. Criteria for Performance Excellence, Baldrige Performance Excellence Program, available at: www.nist.gov/baldrige/publications/business_ nonprofit_criteria.cfm (accessed 4 March 2011).

Mohan Das Gandhi N., Selladurai V. and Santhi P. , 2006. Unsustainable development to sustainable development: a conceptual model. Management of Environmental Quality: An International Journal 17 (6), pp. 654-672.

Mohd.Salleh N.A., Kasolang S., Jaffar A., 2012. Green Lean Total Quality Information Management in Malaysian Automotive Companies. Procedia Engineering 41, pp. 1708 – 1713.

Mollenkopf D., Stolze H., Tate W.L., Ueltschy M., 2010. Green, lean, and global supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 40 No. 1/2, pp. 14-41.

Monden Y., 1983. Toyota Production System. Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers, Norcross, GA.

Monteil B., Périgord M., Raveleau, 1985. Les outils des cercles et de l'amélioration de la qualité, 78-79. – Les éditions d'organisation.

Moore R., 2001. Comparing the major manufacturing improvement methods. Plant Engineering, September, pp. 1-3.

Morin E. and Gagné C., 2010. Making Work Meaningful - Promoting Psychological Well-Being. Studies and Research Projects / Report R-644, Montréal, IRSST.

Musee N., Lorenzen L. and Aldrich C., 2007. Cellar waste minimization in the wine industry: a systems approach. Journal of Cleaner Production 15, pp. 417-431.

N

Nightingale D.J. and Rhodes D.H., 2004. Enterprise Systems Architecting: Emerging Art and Science within Engineering System. MIT Engineering Systems Symposium, March 2004.

Nightingale D.J., 2009. Principles of Entreprise Systems. Second International Symposium on Engineering Systems, MIT, Cambridge, Massuchusetts, June 15-17.

Norman W. and MacDonald C., 2004. Getting to the bottom of “triple bottom line” - Business Ethics Quarterly.

O’Connor M. and Spangenberg J., 2008. A methodology for CSR reporting: assuring a representative diversity of indicators across stakeholders, scales, sites and performance issues - Journal of Cleaner Production 16, pp. 1399-1415.

O

OCDE, 2008. Productivité des ressources dans les pays du G8 et de l’OCDE. Available from www.oecd.org/fr/env/dechets/48671413.pdf (accessed 20 December 2011)

Ohno T., 1988. Toyota Production System – Beyond Large Scale Production. Productivity Press, Cambride MA.

Orsato R., 2006. Competitive Environmental Strategies: when doest it pay to be green? California Management Review, Vol 48 N°2, pp. 127-143.

Özkır V. and Baslıgil H., 2013. Multi-objective optimization of closed-loop supply chains in uncertain environment. Journal of Cleaner Production 41. pp. 114-125.

P

Paillé P., 1994. Pour une méthodologie de la complexité : le cas d’une recherche-action-formation. Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l’éducation, 19(3), pp. 215-230.

Paillé P., 2007. La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. Recherches qualitatives, Vol. 27(2), pp. 133-151.

Parker D., 2008. Holden’s drive for green, lean supply chains. Manufacture’s Monthly, November, p. 16.

Pampanelli A.B., Found P., Moura Bernardes A., 2013. A Lean & Green Model for a production cell. Journal of Cleaner Production. pp. 1-12.

Panizzolo R.,1998. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. Int. J. Production Economics 55 (1998), pp. 223-240.

Pauli G. ,2007. Croissance sans limites, Objectif Zéro Pollution. Editions Quintessence.

Pelletier L.G. and Vallerand R.J., 1993. Une perspective humaniste de la motivation: les théories de la compétence et de l'autodétermination, in Vallerand, J. et Thill, E.E. (Eds), Introduction à la psychologie de la motivation, Laval (Québec), Editions études vivantes - Vigot, pp. 233-281.

Pepper M.P.J. and Spedding T.A., 2009. The evolution of lean Six Sigma. International Journal of Quality & Reliability Management 27 (2), pp. 138-155.

Petek J. and Glavic P., 1996. An integral approach to waste minimization in process industries. Resources, Conservation and Recycling 17, pp. 169-188.

Pettersen J., 2009. Defining lean production: some conceptual and practical issues. The TQM Journal, Vol. 21 No. 2, pp. 127-142.

Plambeck E., 2007. The greening of Wal-Mart’s supply chain. Supply Chain Management Review 11 (5), pp. 18-25.

Pojasek R.B., 2008. Framing Your Lean-to-Green Effort. Environmental Quality Management, Autumn 2008, pp. 85-93

Polonsky M.J., 2011. Transformative green marketing: Impediments and opportunities. Journal of Business Research, Vol. 64, pp. 1311–1319.

Porter M., 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York, NY: The Free Press.

Porter M. and Kramer M.R., 2011. Creating Shared Value. Connecting company success and community benefit – and unleash a wave of innovation and growth. Harvard Business Review, January–February, pp. 62-77.

Pujari D., 2006. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. Technovation 26, pp. 76-85.

R

Rahman S., Laosirihongthong T., Sohal A.S., 2010. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21 No. 7, pp. 839-852.

Rao P., 2004. Greening production: a South-East Asian experience. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24 No. 3, pp. 289-320.

Rex E. and Baumann H., 2007. Beyond eco-labels: what green marketing can learn from conventional marketing. Journal of Cleaner Production, Vol. 15, pp. 567 – 576.

Rhodes D.H., Ross A.M., Nightingale D.J., 2009. Architecting the System of Systems Enterprise: Enabling Constructs and Methods from the Field of Engineering Systems. 3rd Annual IEEE Systems Conference.

Rothenberg S., Pil F., Maxwell J., 2001. Lean, green, and the quest for superior performance. Production and Operations Management, Vol. 10 N°3, pp. 228-243.

Roussel P., 2000. La motivation au travail – concept et théories. Laboratoire Interdisciplinaire de recherche sur les Ressources Humaines et l'Emploi - Unité Mixte de Recherche CNRS-UT1, Note N°36.

S

Saaty T.L., Shih H.S., 2009. Structures in decision making: on the subjective geometry of hierarchies and networks. European Journal of Operational Research 199, pp. 867–872.

Santolaria M., Oliver-Solà J., Gasol Carles M., Morales-Pinzon T., Rieredevall J., 2011. Eco-design in innovation driven companies: perception, predictions and the main drivers of integration. The spanish example. Journal of Cleaner Production, pp. 1-9.

Sarkis J., 2001. Manufacturing's role incorporate environmental sustainability - concerns for the new millennium. International Journal of Operations & Production Management 21 (5-6), pp. 666-686.

Sarkis, J., 2003. A strategic decision making framework for green supply chain management. Journal of Cleaner Production 11 (4), pp. 397-409.

Savall H., 2003. An updated presentation of the socio-economic management model. Journal of Organizational Change Management, Vol. 16 No. 1, pp. 33-48.

Savall H. and Zardet V., 2004. Recherche en sciences de gestion : approche qualimétrique, observer l'objet complexe. Economica, Paris.

Savall H. and Zardet V., 2008. Le concept de coût-valeur des activités. Contribution de la théorie socio-économique des organisations. Sciences de Gestion, n° 64, pp. 61-89.

Schaltegger S. and Synnestvedt T., 2002. The link between "green" and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance. Journal of Environmental Management 65, pp. 339-346.

Shah R. and Ward P., 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance - Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 2, March, pp. 129–149.

Shah R., Ward P., 2007. Defining and developing measures of lean production. Journal of Operations Management, Volume 25, Issue 4, June (2007), pp. 785–805

Shingo Prize, 2010. The Shingo Prize Model & Application Guidelines, Version 4. The Shingo Prize for Operational Excellence, Jon M. Hustsman School of Business, Utah State University. Available at: www.shingoprize.org/files/uploads/ShingoModelGuidelines.pdf (accessed 15 December 2010).

Shingo S., 1984. A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Japan Management Association, Tokyo.

Schonberger R.J., 1982. Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity. Free Press, New York, NY.

Simons D., Mason R., 2003. Lean and green: doing more with less. ECR Journal 3 (1).

Simpson D.F., Power D.J., 2005. Use the supply relationship to develop lean and green suppliers - Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 10 No. 1, pp. 60–68.

Srivastava S.K., 2007. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. International Journal of Management Reviews, 9 (1), pp. 53–80.

Stentoft Arlbjørn J. and Vagn Freytag P., 2013. Evidence of lean: a review of international peer-reviewed journal articles. European Business Review, Vol. 25 No. 2, 2013 pp. 174-205.

Stenzel J., 2007. Lean Accounting: Best Practices for Sustainable Integration, Wiley, Hoboken, NJ.

Stundza T., 2006. Wal-Mart goes green big time. Purchasing 135 (16), pp. 46-48.

Suzaki K., 1993. The New Shop Floor Management. The Free Press, A Division of Macmillan, Inc., New York.

T

Taguchi, G., 1986. Introduction to quality engineering. Designing quality into products and processes. Asian Productivity Organization.

Thiétart R.A., 1980. Le management. Presses Universitaires de France.

Thiétart R.A., 2007. Méthodes de recherche en management. Dunod.

Thorndike E.L., 1911. Animal Intelligence: Experimental Studies. New York, Macmillan.

Tolman E.C. 1932. Purposive behavior in animals and men. New York, Appleton Century Craft.

Taylor, F.W, 1947. Scientific Management. Harper and Row.

Toyota, 2008 North America Environmental Report: Challenge, Commitment, Progress. Toyota Motor North America, Washington, DC.

Tseng M.L. , Chiu S.F., Tan R.R., Siriban-Manalang A.B., 2013.Sustainable consumption and production for Asia: sustainability through green design and practice. Journal of Cleaner Production 40, pp. 1-5.

U

UNEP, 2005. Integrated Waste Management Scoreboard; a Tool to Measure Performance in Municipal Solid Waste Management. Available at: www.unep.org/SolidWasteManagement (10 July 2013)

V

Vallerand R.J. et Thill E.E., 1993. Introduction au concept de motivation. Vallerand J. et Thill E.E. (Eds), Introduction à la psychologie de la motivation, Laval (Québec), Editions études vivantes - Vigot, p.3-39.

Vandangeon-Derumez I., Autissier D., 2006. Construire du sens pour réussir les projets de changement. Les Défis du Sensemaking en Entreprise, Karl E.Weik et les sciences de gestion. Economica, Paris.

Vroom V.H., 1964. Work and motivation, New York, Wiley.

W

Walton S.V., Handfield R.B., Melnyck S.A, 1998. The green supply chain: integrating suppliers into environmental management processes. International Journal of Purchasing & Materials Management, Vol. 34 N°2, pp. 2-11.

Wang, H.F., Gupta S.M., 2011. Green Supply Chain Management: Product Life Cycle Approach, chapter 1. Mc Graw Hill, New York.

Winston A.S., 2009. Green Recovery, Harvard Business Press, Boston, MA.

Womack J.P., Jones D.T., Roos D., 1990. The Machine that Changed the World. Harper Collins Publishers, New York.

Womack J.P. and Jones D.T., 1994. From Lean Production to the Lean Entreprise – Harvard Business Review 72, pp. 93-103

Womack J.P. and Jones D.T., 2005. Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. The Free Press, New York, NY.

World Business Council for Sustainable Development. conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf. Avalaible at www.wbcsd.org (accessed 30 September 2013)

World Business Council for Sustainable Development. Eco-efficiency. Avalaible at www.wbcsd.org (accessed 30 September 2013)

World Commission on Environment and Development, 2013. Our Common Future. Available at: http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm (accessed 18 September 2013)

Y

Yang M.G., Hong P., Modi S., 2011. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. International Journal of Production Economics, Volume 129, Issue 2, February, pp. 210–220.

Yin R.K., 2009. Case Study Research, Design and Methods, Applied Social Research Methods Series, Volume 5, Sage.

Yu V., Ting H., Wu Y.-C.J., 2009. Assessing the greenness effort for European firms, a resource efficiency perspective. Management Decision 47 (7), 1065-1079.

Z

Zhilei Y. and Wei W., 2011. The research on pricing strategy for perishable high-tech products based on circular economy. Energy Procedia 5, pp. 1842–1846.

Zhu Q., Sarkis J., Lai K., 2008. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. International Journal of Production Economics 111 (2), pp. 261-273.

www.lesindustriesduplatre.org/cycle-vie-platre.html

Liste des figures

Figure 1 - La matrice stratégique Lean Green 10
Figure 2 - La problématique de recherche abordée selon deux voies 11
Figure 3 – Le modèle d'éco-efficience, la matrice Lean 3R 12
Figure 4 - Le Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP) 13
Figure 5 - Les modèles et méthodes de recherche 14
Figure 6 – Articulation de la recherche 15
Figure 7 - Le cadre d'analyse de la littérature Lean Green 17
Figure 8 - Le regard systémique de l'entreprise selon (Nightingale, 2009) 18
Figure 9 - Le modèle d'excellence de l'EFQM (European Foundation for Quality Management) (2012) 19
Figure 10 - Les 3 niveaux du management Lean (Stentoft Arlbjørn et Vagn Freytag, 2013) 24
Figure 11 – La répartition de la production de déchets en France, en 2009 (ADEME, 2013) 28
Figure 12 - La prévention versus la gestion des déchets au sein du cycle de vie d'un produit (ADEME, 2013) 29
Figure 13 - La hiérarchisation du management des déchets solides (UNEP, 2005; EPA, 2006) 30
Figure 14 – L'IDEF0 (Kim et Jang, 2002) 31
Figure 15 - Le concept de Management Intégré de la Qualité Totale et de l'Environnement (Corbett et Klassen, 2006) 34
Figure 16 – Le Système de Management Lean Green pour une performance durable (Pojasek, 2008) 35
Figure 17 – Modèle Lean Green de Duarte et Cruz-Machado (2013) / Structuration selon l'EFQM 37
Figure 18 – La chaîne de valeur de Porter (1980 39
Figure 19 - La Chaîne Logistique en boucle fermée selon Corbett et Klassen (2006) 41
Figure 20 – Le cercle vertueux des entreprises prônant une grande liberté (Getz, 2009) 51
Figure 21 - L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances opérationnelles (Chiappetta Jabbour et al., 2012) 53
Figure 22 - L'impact de l'intégration Lean Green sur les performances environnementales (Hajmohammad et al., 2013) 54
Figure 23 – Le nombre d'articles Lean Green par année (de 2005 à 2013) 57
Figure 24 - Les points de convergence des paradigmes Lean and Green (Dües et al., 2013) 58
Figure 25 - Les indicateurs de performances et leviers de progrès de l'éco-efficience 65
Figure 26 – Le cycle de vie du plâtre (www.lesindustriesduplatre.org/cycle-vie-platre.html) 68
Figure 27 – Démarche de construction du modèle d'éco-responsabilisation 70
Figure 28 - La pyramide de Maslow (1943) 73
Figure 29 - La théorie des 2 facteurs d'Herzberg, selon les travaux de Bassett-Jones et Lloyd (2005) 74
Figure 30 - Modèle des caractéristiques de l'emploi de Hackman et Oldham (1976) 75
Figure 31 - Trois définitions du sens du travail (Morin, 2006) 78
Figure 32 - Les relations fournisseurs / clients internes et externes selon Harrington (2012) 88
Figure 33 - Le tableau de bord visuel par équipe (Harrington, 2012) 89
Figure 34 - Le cadre d'exigence du modèle Lean Green, support à une stratégie d'éco-responsabilisation. 92
Figure 35 – La structuration du modèle MVEP (Management Visuel de l'éco-performance) 95

Figure 36 – Le modèle MVEP (Management Visuel de l'éco-performance) et la performance 3P..95
Figure 37 – La hiérarchie des facteurs d'impact sur un programme de réduction des déchets 102
Figure 38 - Processus de « recherche-intervention », à partir des travaux de Paillé (2007).....104
Figure 39 - Le planning directeur du protocole expérimental 106
Figure 40 - Le nombre d'actions méthodologiques par phase de mise en œuvre du Management Visuel de l'Eco-Performance 107
Figure 41 - L'indicateur Lean Green (avec définition de l'échelle) 111
Figure 42 - Le support visuel d'animation.....112
Figure 43 - La mise en œuvre du MVEP pour les deux îlots, Coulage et Soudage.....127
Figure 44 - La progression méthodologique par rapport à la cible pour l'îlot Coulage 127
Figure 45 - La progression méthodologique par rapport à la cible pour l'îlot Soudage.....128
Figure 46 – Les étapes de conduite d'un plan d'expérience 130
Figure 47 - Etude de cas 1 – Graphe des effets sur la valeur mesurée.....135
Figure 48 - Etude de cas 1 – Graphe des effets sur le ration Signal/Bruit 136
Figure 49 - Etude de cas 2 – Graphe des effets sur la valeur mesurée.....136
Figure 50 - Etude de cas 2 – Graphe des effets sur le ratio Signal/Bruit 137
Figure 51 – Résumé de l'influence des facteurs pour l'étude de cas 1 138
Figure 52 - Résumé de l'influence des facteurs pour l'étude de cas 2.....139
Figure 53 - Les modèles " Lean 3R" et "MVEP" par rapport à la matrice stratégique 143
Figure 54 – La matrice Lean 3R circulaire 144
Figure 55 – Perspectives de recherche par rapport à la matrice stratégique 145

Liste des tableaux

Tableau 1 - Nombres d'articles « Lean Green » étudiés, par base de données scientifiques 20
Tableau 2 - Les 7 familles de pertes en Production (Liker, 2004).....21
Tableau 3 – Les techniques du Lean (Bhasin et Burcher, 2006). 22
Tableau 4 - Synthèse des axes de progrès du Lean (Pettersen, 2009) 23
Tableau 5 - Les pratiques relatives au Management Environnemental (Chiappetta Jabbour et al., 2012) 25
Tableau 6 – Les 9 formes de déchets du Management environnemental selon Toyota (Miller et al., 2010) 26
Tableau 7 - Les différentes études sur la hiérarchisation des options de traitement des déchets 30
Tableau 8 - Les objectifs et focus des managements Lean et Green (Dües et al., 2013).....32
Tableau 9 – Les différentes approches du Lean (Pettersen, 2009) 32
Tableau 10 – Le modèle stratégique environnemental (Orsato, 2006) 33
Tableau 11 – Le modèle stratégique Green (Das Gandhi et al., 2006) 33
Tableau 12 - Modèle Lean Green de Bergmiller et McCright (2009) 35
Tableau 13 - Modèle Lean Green de Duarte et Cruz-Machado (2013) / Caractérisation détaillée ...38
Tableau 14 - Synthèse des concepts Lean Green, selon la chaîne de valeur 47
Tableau 15 - Les indicateurs de performance d'un tableau de bord équilibré.....49
Tableau 16 – Exemple de coûts cachés par secteur d'activité (Savall, 2008) 50
Tableau 17 - Comparaison du Lean et du Green (Carvalho et al., 2012) 52
Tableau 18 - Les indicateurs de performance associés au management Lean et Green (Duës et al., 2013) 53
Tableau 19 – Les articles Lean Green et les Performances « 3P » 55
Tableau 20 - Synthèse de l'état de l'art sur l'intégration Lean Green à 3 niveaux (Stratégie, Activités de la chaîne de valeur, Méthodes et Techniques).....59
Tableau 21 – Les articles récents traitant de l'intégration Lean Green, écrits depuis 2005 60
Tableau 22 – Pour l'éco-efficience, par processus, les leviers de progrès et la performance économique interne 64
Tableau 23 – Pour l'éco-responsabilisation, les leviers de progrès et la performance sociale interne 66
Tableau 24 - Pour l'éco-partenariat, les leviers de progrès et la performance économique externe .67
Tableau 25 – Pour l'éco-solidarité, les leviers de progrès et la performance sociale externe associée 69
Tableau 26 - La synthèse des théories des besoins 72
Tableau 27 - Synthèse des théories de la motivation 77
Tableau 28 - Propriétés du travail (Ketchum et Trist, 1992) 78
Tableau 29 - Caractéristiques d'un travail qui a du sens et les énoncés correspondants selon Morin (2006) 79
Tableau 30 - Les principes de management et les facteurs de motivation (partie 1).....81
Tableau 31 - Les principes de management et les facteurs de motivation (partie 2).....82
Tableau 32 - Le management Lean et les facteurs de motivation (partie 1).....84
Tableau 33 - Le management Lean et les facteurs de motivation (partie 2).....85
Tableau 34 – Le management Lean et les facteurs de stress 86
Tableau 35 - Le management Lean Green et les facteurs de motivation.....87
Tableau 36 - Le processus 3A et les facteurs de motivation (Harrington, 2012) 90

Tableau 37 - Evaluation des méthodes d'amélioration continue selon les facteurs de motivation (partie 1) 93
Tableau 38 - - Evaluation des méthodes d'amélioration continue selon les facteurs de motivation (partie 2) 94
Tableau 39 - Le Management Visuel de l'Eco-performance (Lean Green) et les facteurs de motivation (partie 1) 97
Tableau 40 - Le Management Visuel de l'Eco-performance (Lean Green) et les facteurs de motivation (partie 2) 98
Tableau 41 – La matrice Lean 3R 101
Tableau 42 - Tableau des méthodes de recherche (Yin, 2009) 103
Tableau 43 - Nombre d'entretiens par îlot de production (interviews avant mise en œuvre du MVEP) 107
Tableau 44 - Evaluation des facteurs de motivation liés au Sens 109
Tableau 45 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la responsabilisation, l'implication, l'autonomie 109
Tableau 46 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération 110
Tableau 47 - Nombre d'entretiens par îlot de production (interviews après mise en œuvre du MVEP) 113
Tableau 48 - Liste des questions pour évaluer la situation après installation du MVEP 114
Tableau 49 - Evaluation des facteurs de motivation liés au Sens (Coulage) 116
Tableau 50 - Evaluation des facteurs de motivation liés au à l'apprentissage continu et la responsabilisation (Coulage) 117
Tableau 51 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération (Coulage) 118
Tableau 52 - Evaluation des facteurs de motivation liés au Sens (Soudage) 119
Tableau 53 - Evaluation des facteurs de motivation liés à l'apprentissage continu et la responsabilisation (Soudage) 120
Tableau 54 - Evaluation des facteurs de motivation liés à la reconnaissance et à la coopération (Soudage) 121
Tableau 55 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Coulage (partie 1) 123
Tableau 56 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Coulage (partie 2) 124
Tableau 57 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Soudage (partie 1) 125
Tableau 58 - L'indice de motivation pour le temps 1 de l'îlots Soudage (partie 2) 126
Tableau 59 – La matrice des essais à conduire 131
Tableau 60 – Définition des études de cas 132
Tableau 61 – La caractérisation des niveaux par facteur 132
Tableau 62 – La grille de cotation des réponses 133
Tableau 63 – Les solutions de référence (étude de cas 1) 133
Tableau 64 - Les solutions de référence (étude de cas 2) 133
Tableau 65 – Résultats pour l'étude de cas 1 134
Tableau 66 – Résultats pour l'étude de cas 2 134
Tableau 67 – Etude de cas 1 – Impact sur la valeur mesurée et le ratio S/N 134
Tableau 68 - Etude de cas 1 – Analyse de la variance 134
Tableau 69 - Etude de cas 2 – Impact sur la valeur mesurée et le ratio S/N 135
Tableau 70 - Etude de cas 2 – Analyse de la variance 135
Tableau 71 – Les résultats de l'essai complémentaire sur l'intégration Lean Green 137
Tableau 72 – Les analyses statistiques de l'essai complémentaire sur l'intégration Lean Green 137
Tableau 73 – Résumé de l'influence des facteurs sur un plan de minimisation des déchets 138
Tableau 74 – L'impact des modèles sur la performance "3P" 142

Tableau 75 - Les théories classiques de la motivation intrinsèque et les théories de la justice organisationnelle et de l'équité 165
Tableau 76 - Les Théories du choix cognitif et les théories d'autorégulation et métacognition 166

Annexes

Les théories de la motivation

Les tableaux 75 et 76 synthétisent des théories de la motivation selon un cadre structuré commun, qui met en lumière les facteurs de motivation :

- Les théories classiques selon de la motivation intrinsèque.
- Les théories de la justice organisationnelle et de l'équité.
- Les théories du choix cognitif
- Les théories de l'autorégulation et métacognition

Tableau 75 - Les théories classiques de la motivation intrinsèque et les théories de la justice organisationnelle et de l'équité

Famille	Les théories classiques de la motivation intrinsèque		Les théories de la justice organisationnelle et de l'équité	
Auteurs	Hackman and Oldham (1976)	Deci et Ryan (1971, 1975, 1985)	Stacy Adams (1963)	Greenberg (1987, 1990)
Désignation de la théorie (français)			Théorie de l'équité	concept de justice organisationnelle
Intérêt du travail - défis	Identité du travail - accomplissement d'une tâche du début à la fin		Compensation équitable pour l'effort de travail par un intérêt intrinsèque du travail	
Responsabilisation / Implication / Autonomie	Autonomie / Responsabilité	se sentir responsable de son comportement, à assumer les choix, à développer son		
Mobilisation de ses compétences pour la réalisation d'un objectif	Le travail fait appel à ses divers talents et aptitudes	se sentir compétent et autodéterminé		
Reconnaissance	Feed-back sur le travail réalisé (ce qui induit une connaissance des résultats)	feed-back positif sur ses réalisations, ses performances	Compensation équitable pour l'effort de travail, par un statut	
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)				processus mis en place pour prendre les décisions d'attribution de récompenses (prime, promotion)
compensation fiancière (retribution)			compensation équitable pour l'effort de travail, par un salaire, des primes d'intéressement aux bénéfices, des primes de productivité	

Tableau 76 - Les Théories du choix cognitif et les théories d'autorégulation et métacognition

Famille	Les Théories du choix cognitif	Les théorie d'autorégulation et métacognition	
Auteurs	E.C. Tolman (1932) K. Lewin (1938) Atkinson (1957) Victor Vroom (1964) Kanfer (1990)	Locke and Latham Locke et al. (1981).	Albert Bandura (1986, 1991)
Désignation de la théorie (français)	Théorie des attentes	Théorie de la fixation des objectifs	Théorie de l'apprentissage social et son concept d'auto-efficacité - théorie socio-cognitive
Accord avec la politique de l'entreprise		Les objectifs sont communiqués / compris	
Le développement personnel - L'apprentissage continu			Entretenir les compétences du personnel
Responsabilisation / Implication / Autonomie			laisser beaucoup de place à l' "autodirection" du personnel
Mobilisation de ses compétences pour la réalisation d'un objectif	motivation par le fait de pouvoir réaliser des objectifs de performance grâce aux efforts que la personne se sent capable de déployer	capacités nécessaires pour atteindre les objectifs	
Reconnaissance	Motivation par les chances de recevoir telle ou telle récompense	. feed-back mis en place . Récompenses lorsqu'un objectif est atteint	
Qualité de l'encadrement / de l'organisation (existance de règles de vie)		Soutien de l'encadrement de l'organisation	
Conditions de travail			Mettre à disposition les ressources utiles

Présentation de l'entreprise Eurofarad (groupe Exxelia)

Le Groupe français EXXELIA concentre ses activités sur la conception et la fabrication de produits de haute technologie à fiabilité maîtrisée : condensateurs, filtres, mécanique de précision, capteurs potentiométriques, collecteurs tournants et composants magnétiques bobinés (transformateurs, selfs, moteurs ou capteurs). La conception et la fabrication de condensateurs film constituent 90% de la production et celles de filtres 10% de la production. Ces produits sont surtout utilisés pour la défense (27%), l'aviation civile (40%), le spatial et l'énergie (6%) et l'industrie (22%). Le Groupe est présent sur tous les continents grâce à un réseau de revendeurs/distributeurs. Le Chiffre d'Affaires pour l'année 2010 s'élève à 74 M€ dont 42% à l'export.

EXXELIA compte aujourd'hui 1100 collaborateurs autour de six sociétés totalisant huit unités de production. Ces six sociétés ont été regroupées pour mettre en commun leurs savoir-faire, leurs technologies et leurs complémentarités, principalement dans le secteur des composants électroniques passifs de haute technologie.

EUROFARAD, fondée en 1965, est spécialisée dans les condensateurs céramique, les films plastiques, mica, les filtres, les potentiomètres de précision, les collecteurs tournants et la mécanique de haute précision.

Firadec, émanation du groupe Roussel-Uclaf dans les années 1960 et reprise par ses cadres en 1977, est spécialisée dans les condensateurs au tantale, sec et solide.

Sic, fondée en 1921 et fusionnant avec Safco pour devenir en 1954 Sic-Safco, est spécialisée dans les condensateurs électrolytique aluminium.

Fondée en 1998, Astema est acquise en 2007 par le Groupe. Elle est spécialisée dans l'assemblage de composants et de sous-ensembles électroniques (montage, test, marquage, et emballage).

Crée en 1978, le Groupe Microspire est acquis au début de l'année 2008 et est spécialisé dans la conception, la commercialisation et la production d'inductances et de transformateurs de précision en petite série.

Dearborn a été fondé en 1952 à Chicago sous le nom Dearborn Electronics Laboratories. En 1959 la société a déménagé au site actuel de Longwood en Floride et a été acquise par Sprague Electronics en 1964. En 1992, un groupe de manager a acquis la société qui a pris son nom actuel de Dearborn Electronics. C'est en octobre 2011 que le Groupe EXXELIA s'enrichit et continue son expansion internationale avec l'acquisition de Dearborn Electronics.

Les domaines d'activité d'EXXELIA sont très variés :

- Aéronautique - calculateurs, actionneurs, systèmes de navigations, distribution d'énergie, puissance électrique, gestion du carburant, le freinage …
- Spatial - calculateurs, convertisseurs DC/DC, capteurs, circuits de commande pour l'orientation des panneaux solaires ou des antennes orientables, modules de puissance de micro-ondes, générateurs d'horloge synchronisée…
- Défense - programmes de drones, soldat du futur, radars de dernière génération, missiles, systèmes de guidage, avions de combat, chars, sous-marins…
- Ferroviaire - fonctions découplage, filtrage, freinage, systèmes de sécurité, climatisation, signalisation (flashes) …

- Médical - électronique médicale dans les salles d'imagerie et de diagnostics (IRM, générateurs de rayons-X, défibrillateurs…) et dans les dispositifs médicaux implantables (pacemakers, défibrillateurs,…).
- Industrie / Energie Renouvelable - applications de gestion d'énergie nucléaire et énergies renouvelables (solaire et éolienne).
- Recherche pétrolière - équipements de géophysique, d'exploration et d'exploitation pétrolière, comme les trépans, les alimentations électriques, les capteurs électroniques….pour des fonctionnements allant jusqu'à 250°C.
- Télécommunications - équipements de communication et de transmission, des stations de base jusqu'aux satellites.

La filiale EUROFARAD d'EXXELIA est spécialisée dans l'étude et la réalisation de composants électroniques, de capteurs et systèmes associés et dans la mécanique de précision, destinés aux marchés professionnels aéronautique, défense, médical, espace, ferroviaire et prospection pétrolière…

L'entreprise a développé une expertise et une compétence reconnues depuis plus de 40 ans dans toutes les technologies du condensateur : céramiques, film, plastique, mica et haute tension.

Eurofarad propose également une gamme complète de filtres alliant performance et fiabilité : filtres miniatures EMI-RFI et filtres d'énergie.

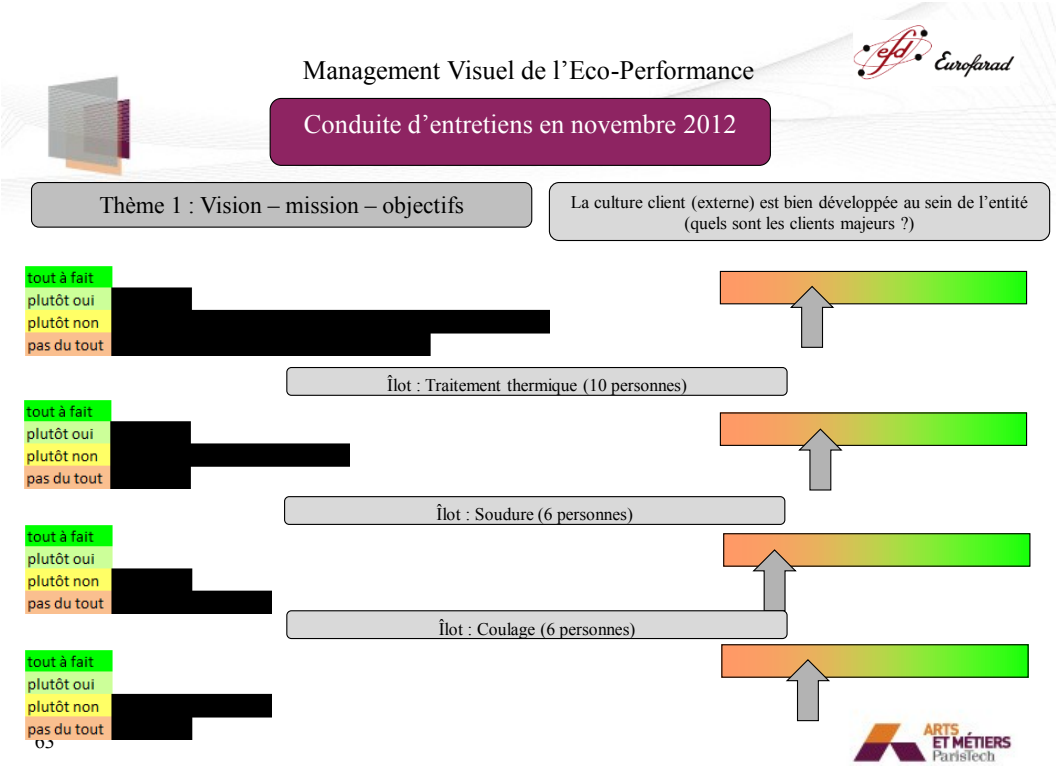
La société conçoit et propose des solutions high-tech dans le domaine des capteurs potentiométriques et collecteurs tournants pouvant être utilisés dans des conditions extrêmes : potentiomètres de précision et collecteurs tournants.

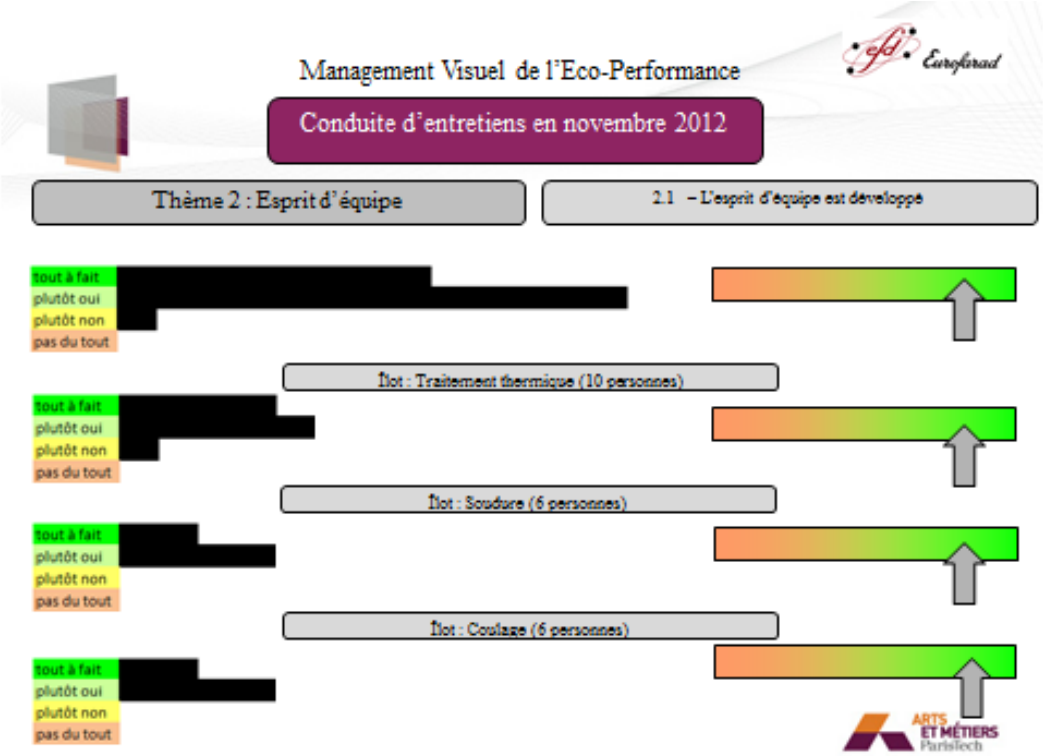
Eurofarad est également spécialisé dans l'usinage de pièces complexes de grande précision, du prototype à la moyenne série.

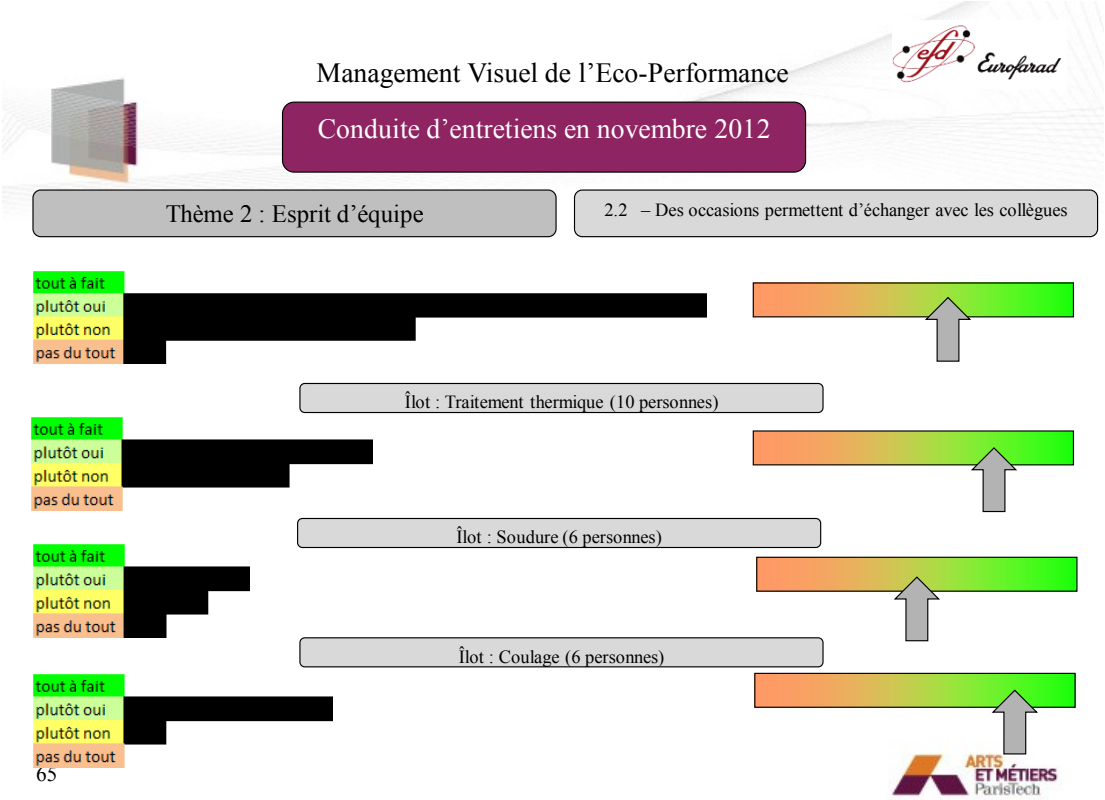
Etant donnés les technologies pointues de ses clients, la qualité est un des piliers de la réussite d'EUROFARAD. En effet, toutes les pièces sont contrôlées une à une plusieurs fois au cours du cycle de fabrication. Cela est très couteux mais nécessaire car un condensateur doit pouvoir rester inactif pendant 20 ans dans l'espace et fonctionner du premier coup dès que l'on en a besoin.

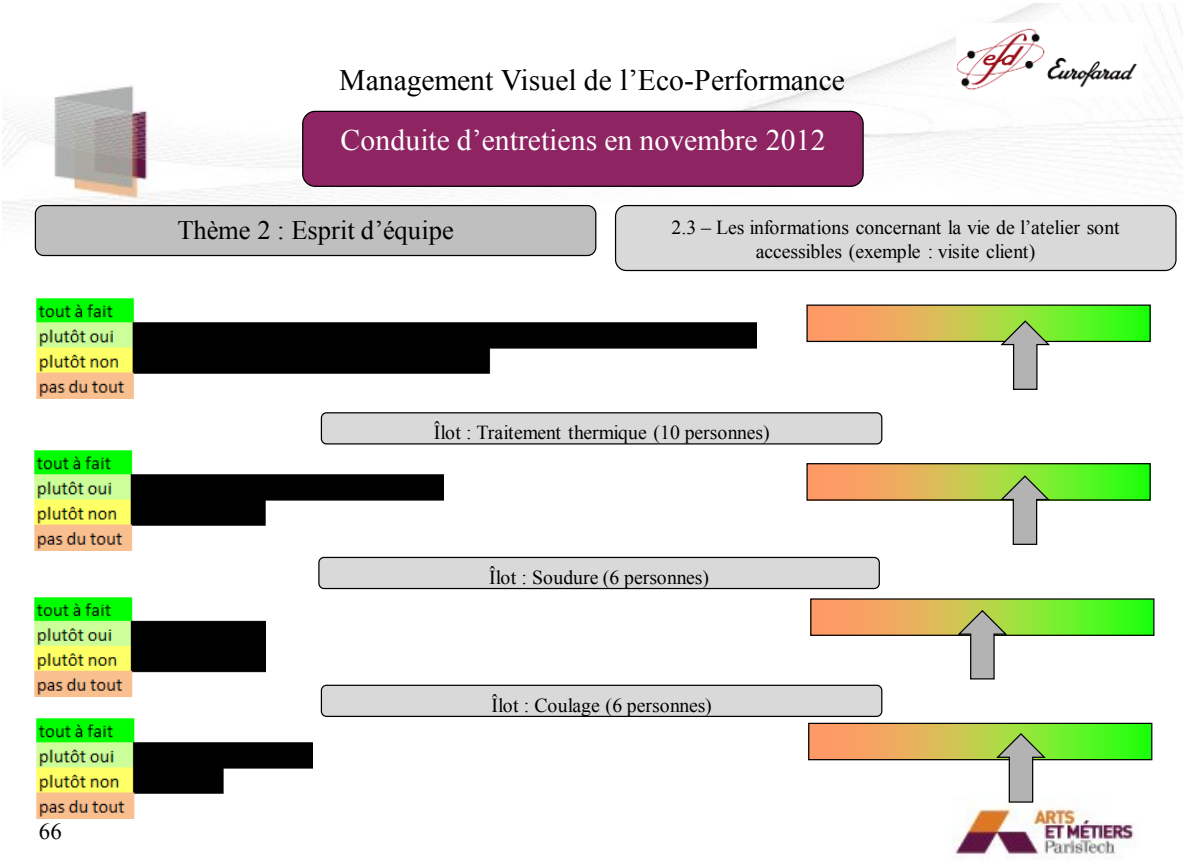
EUROFARAD est reconnu et certifié dans le monde entier pour la spécificité technique de ses produits, leur qualité et les certifications que l'entreprise a obtenues depuis 2003, comme par exemple la certification ISO 9001, l'attestent. De plus, l'entreprise possède les certifications et reconnaissances de l'IECQ (International Electrotechnical Commission Quality Assessment System for Electronic Components) et l'ESCC (European Space Components Coordination). Eurofarad accueille également les représentants de QUALIFAS (Qualité des approvisionnements pour les Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales) afin d'évaluer son système de management de la qualité selon le référentiel EN 9100. Elle s'est aussi engagée dans l'application des directives européennes RoHS (Restriction of Hazardous Substances) et REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals).

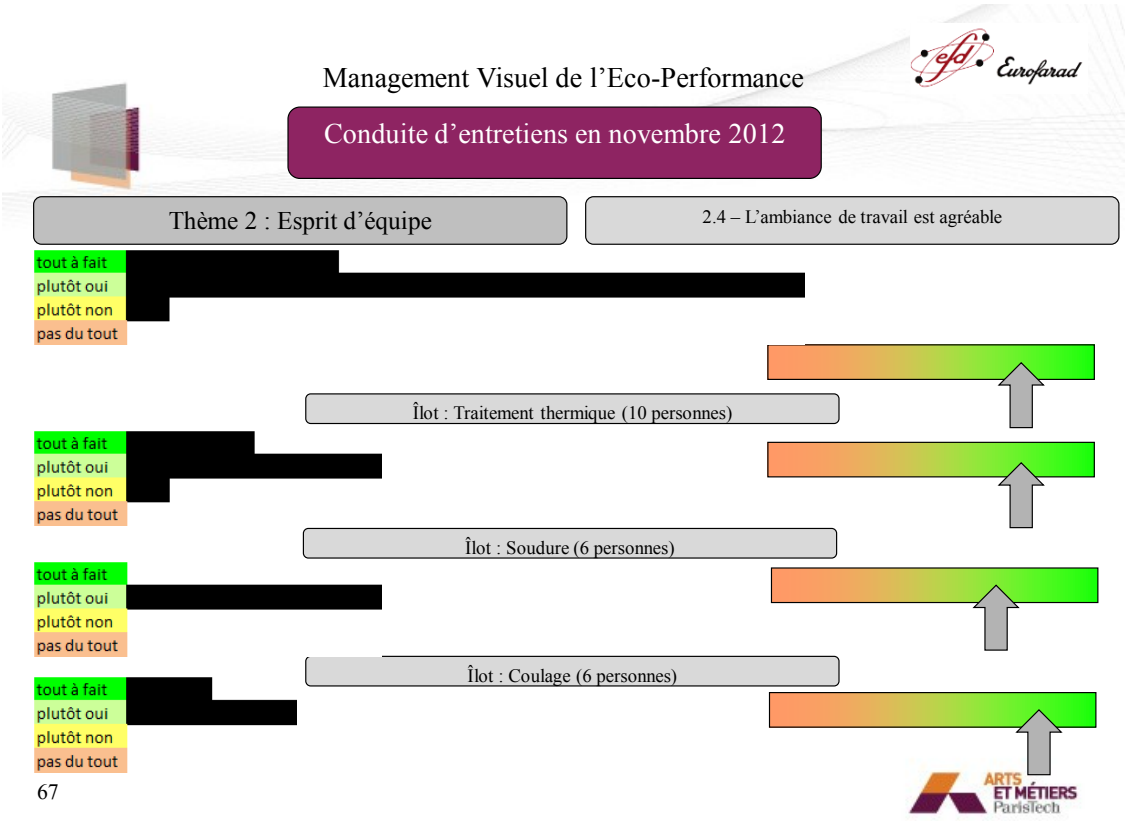
La synthèse des données de recherche (les interviews « avant »), pour l'évaluation du modèle MVEP

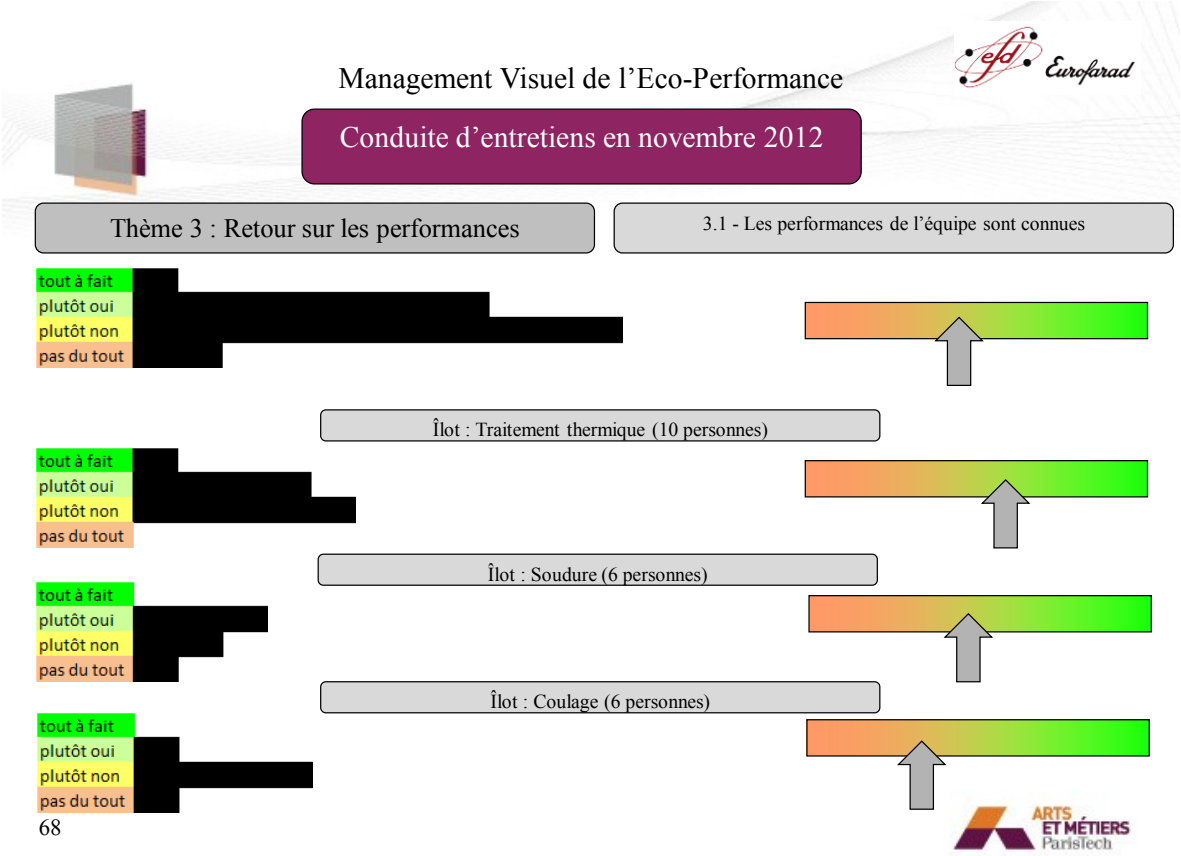


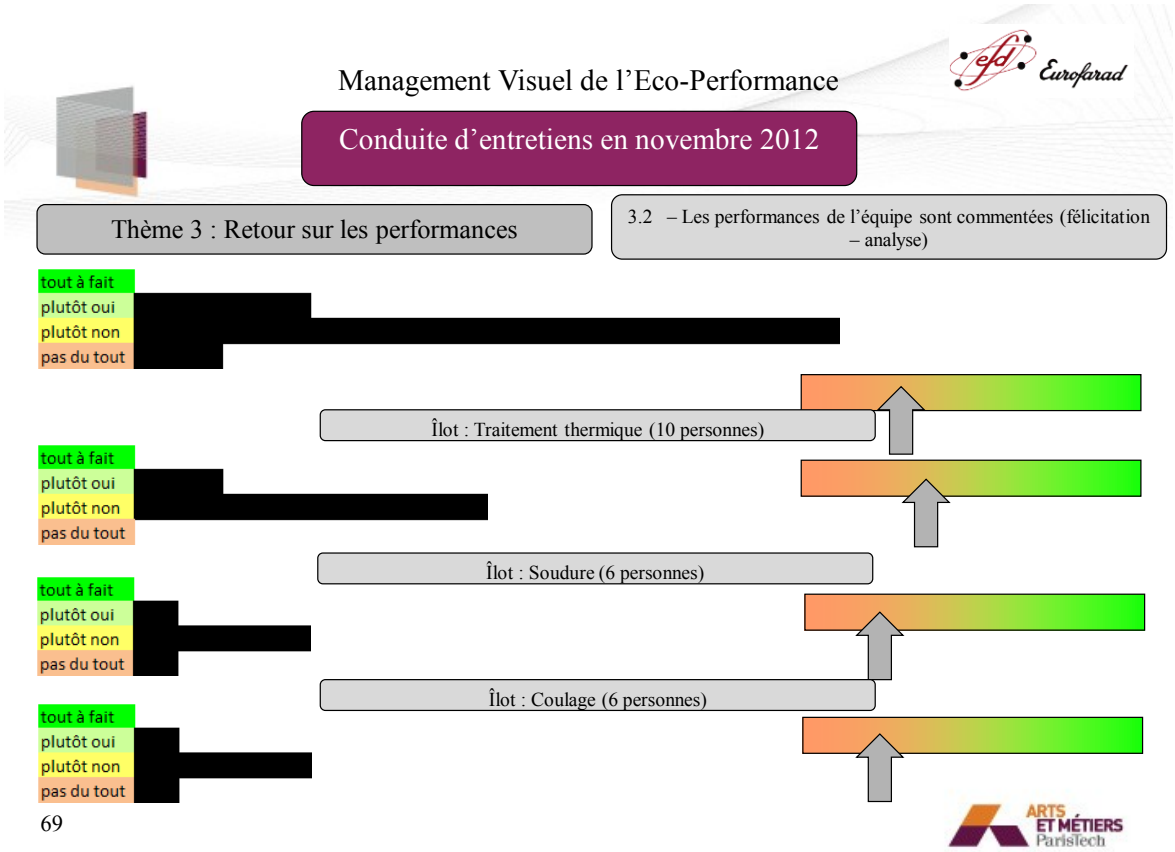


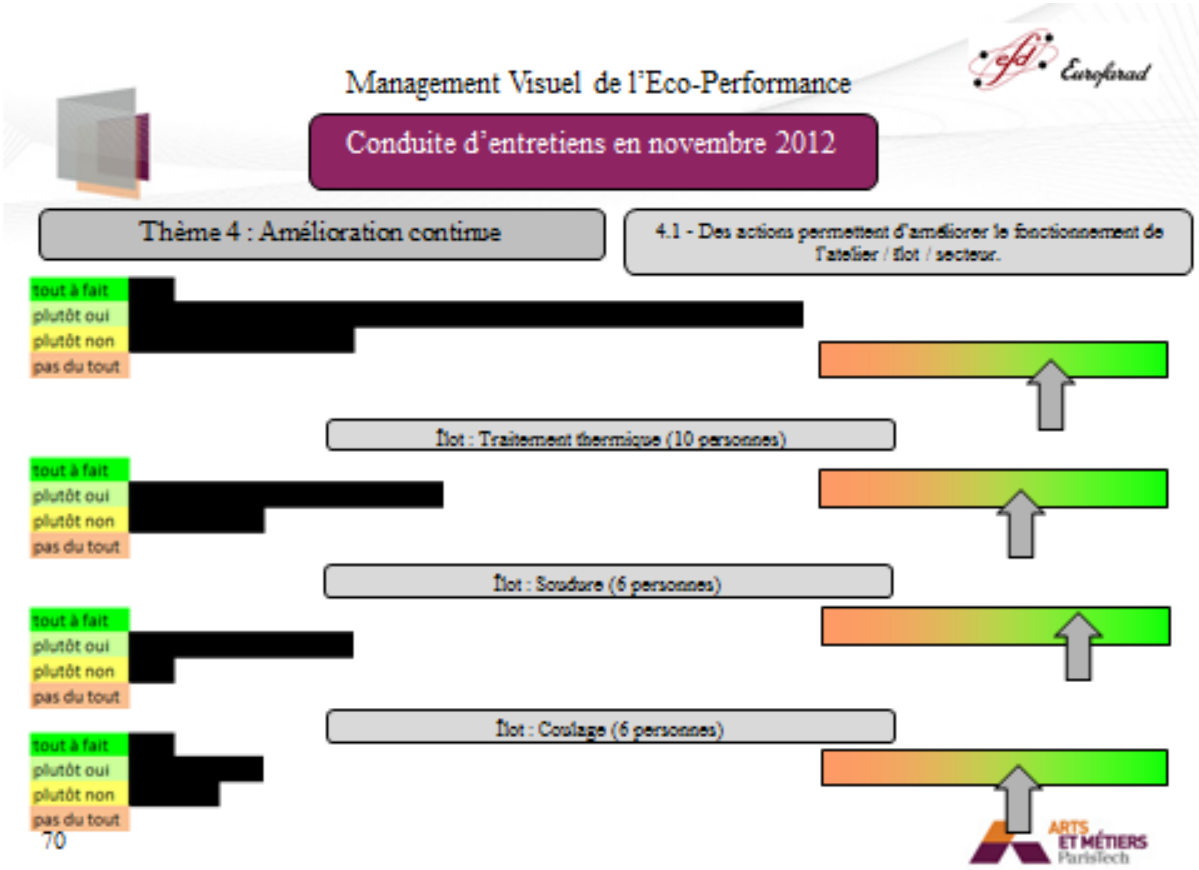

Management Visuel de l'Eco-Performance
Eurofarad
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 2 : Esprit d'équipe
2.2 – Des occasions permettent d'échanger avec les collègues
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Soudure (6 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Coulage (6 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
65
ARTS ET MÉTIERS ParisTech

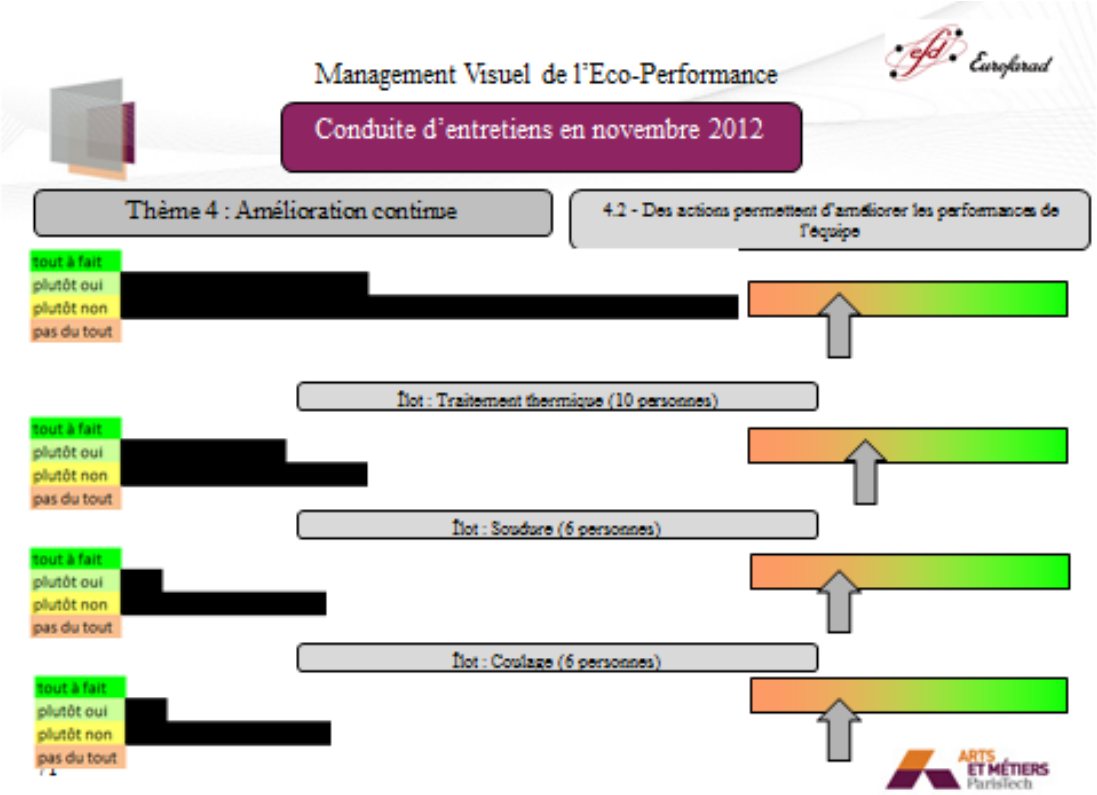

Management Visuel de l'Eco-Performance
Eurofarad
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 2 : Esprit d'équipe
2.3 – Les informations concernant la vie de l'atelier sont accessibles (exemple : visite client)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Soudure (6 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Coulage (6 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
66
ARTS ET MÉTIERS ParisTech

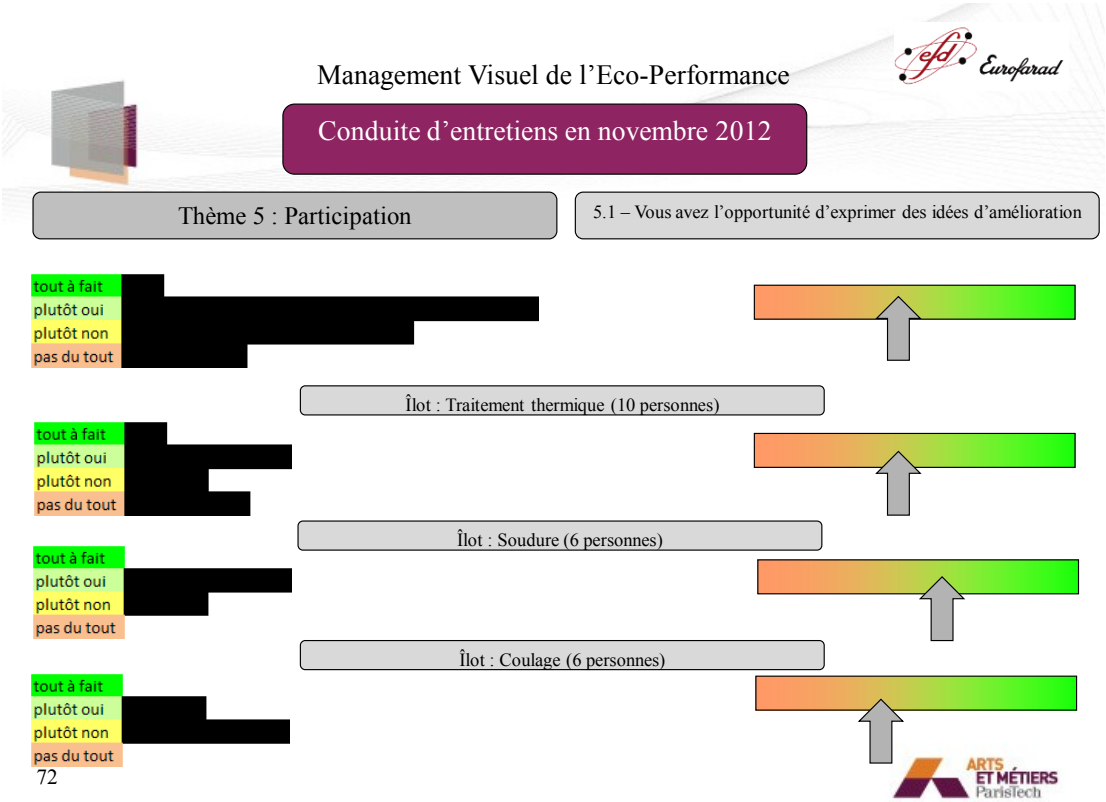

Management Visuel de l'Eco-Performance
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 2 : Esprit d'équipe
2.4 – L'ambiance de travail est agréable
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)
67

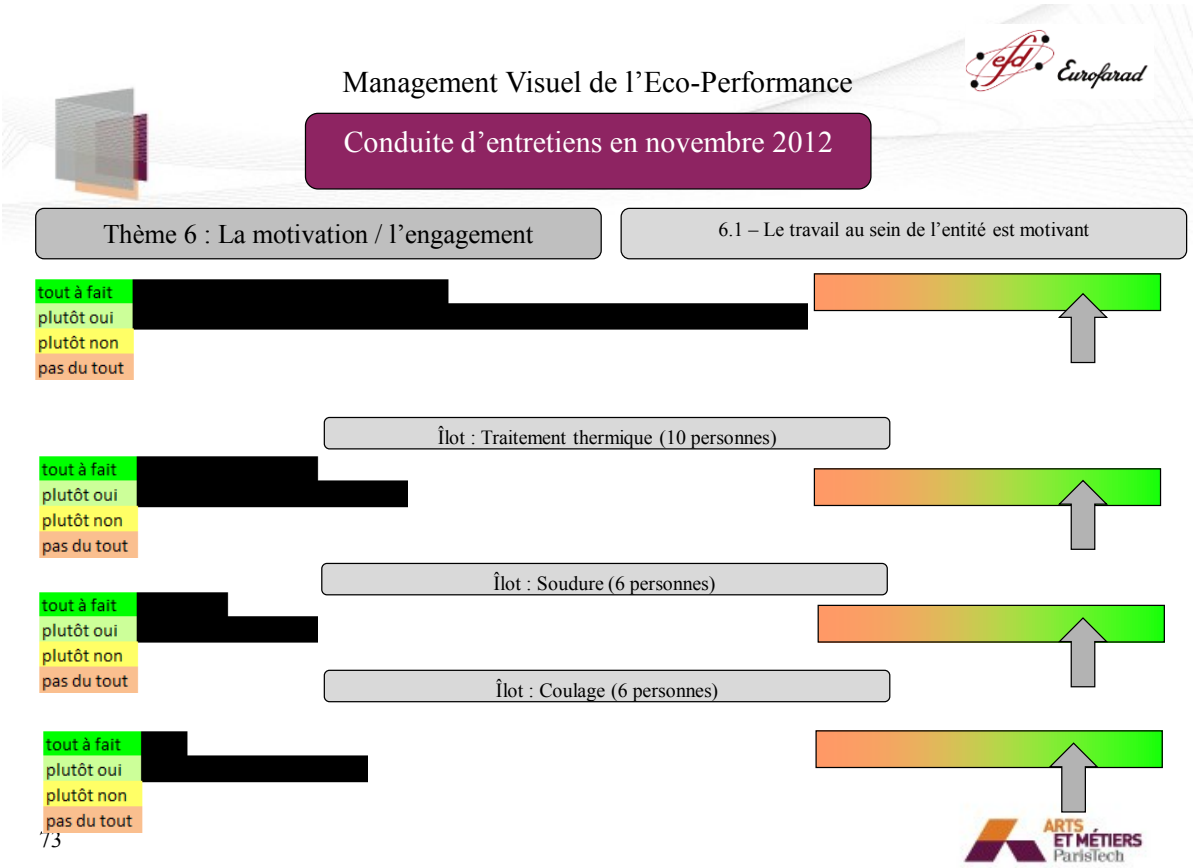

Management Visuel de l'Eco-Performance
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 3 : Retour sur les performances
3.1 - Les performances de l'équipe sont connues
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)
68

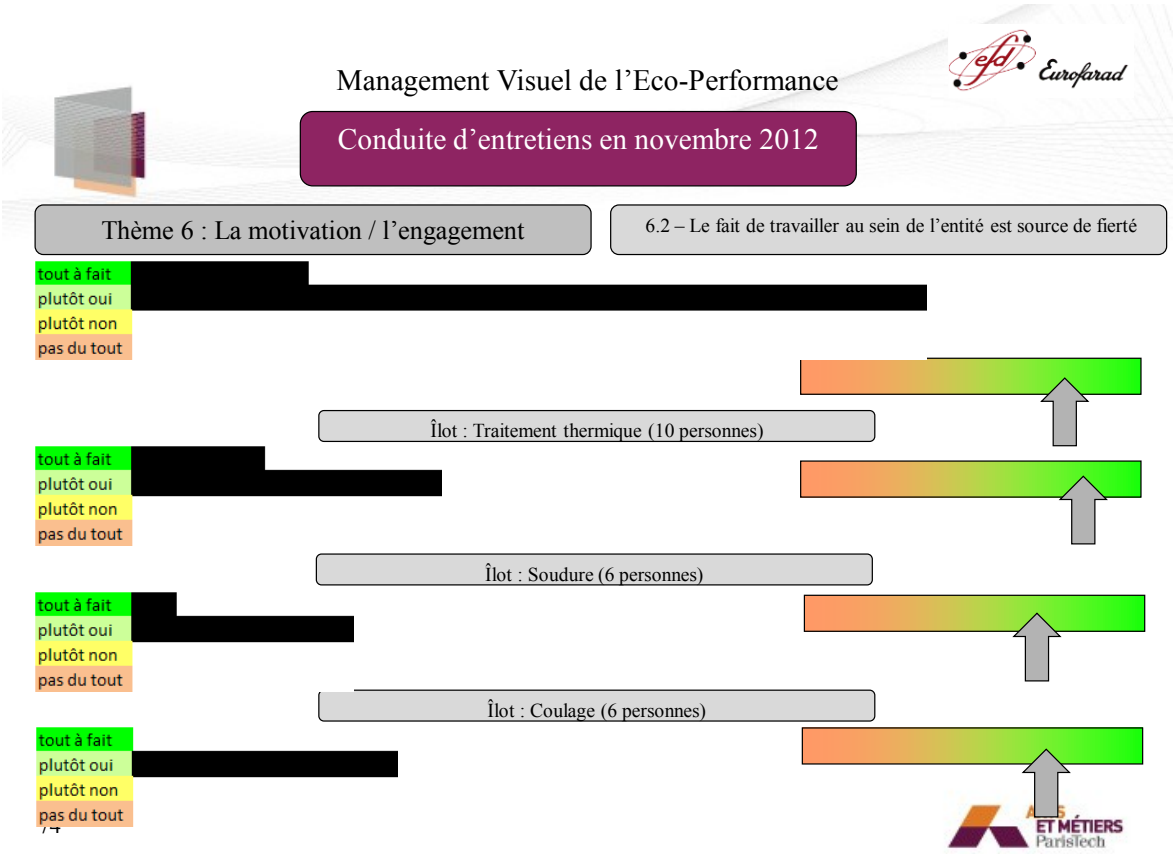

Management Visuel de l'Eco-Performance
Eurofarad
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 3 : Retour sur les performances
3.2 – Les performances de l'équipe sont commentées (félicitation – analyse)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)
69
ARTS ET MÉTIERS ParisTech

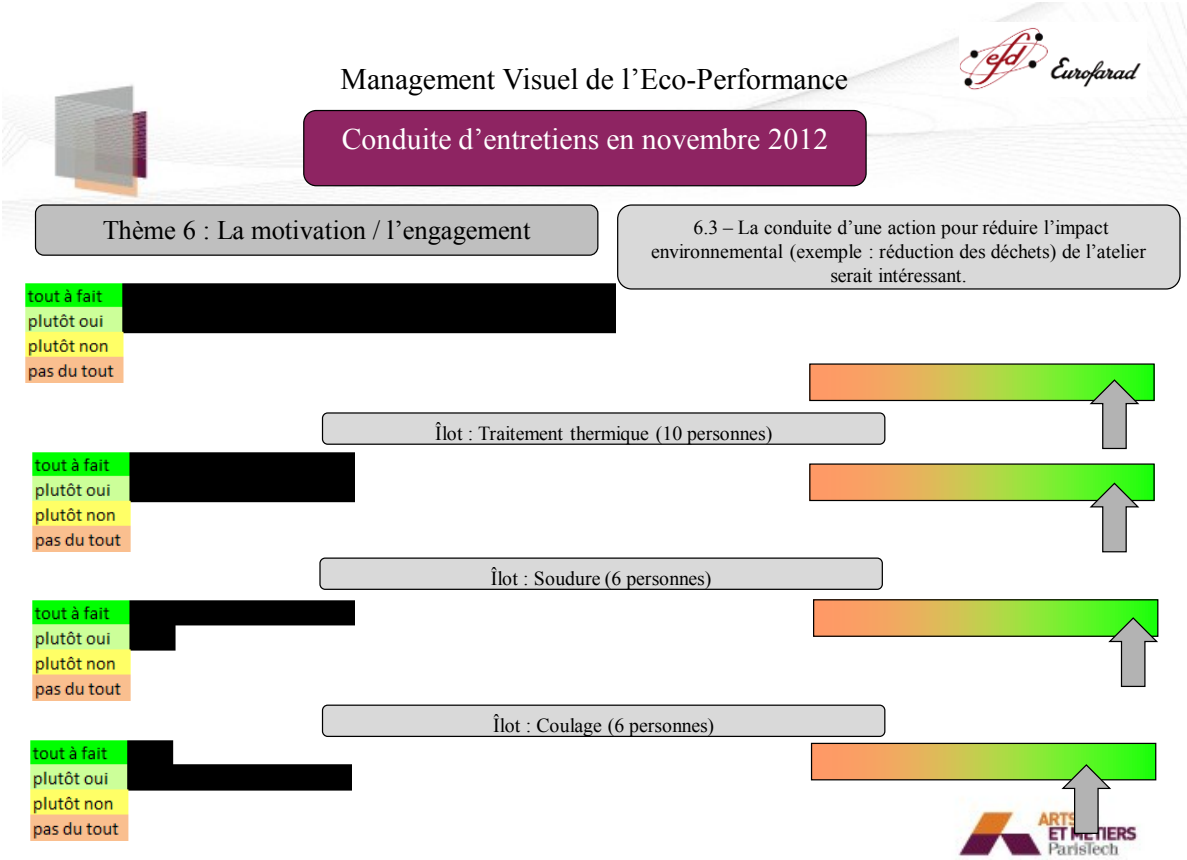

Management Visuel de l'Eco-Performance
Eurofarad
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 4 : Amélioration continue
4.1 - Des actions permettent d'améliorer le fonctionnement de l'atelier / îlot / secteur.
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)
70
ARTS ET MÉTIERS ParisTech


Management Visuel de l'Eco-Performance
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 4 : Amélioration continue
4.2 - Des actions permettent d'améliorer les performances de l'équipe
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)


Management Visuel de l'Eco-Performance
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 5 : Participation
5.1 – Vous avez l'opportunité d'exprimer des idées d'amélioration
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)
72


Management Visuel de l'Eco-Performance
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 6 : La motivation / l'engagement
6.1 – Le travail au sein de l'entité est motivant
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)
73


Management Visuel de l'Eco-Performance
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 6 : La motivation / l'engagement
6.2 – Le fait de travailler au sein de l'entité est source de fierté
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
Îlot : Soudure (6 personnes)
Îlot : Coulage (6 personnes)


Management Visuel de l'Eco-Performance
Eurofarad
Conduite d'entretiens en novembre 2012
Thème 6 : La motivation / l'engagement
6.3 – La conduite d'une action pour réduire l'impact environnemental (exemple : réduction des déchets) de l'atelier serait intéressant.
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Traitement thermique (10 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Soudure (6 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
Îlot : Coulage (6 personnes)
tout à fait
plutôt oui
plutôt non
pas du tout
ARTS ET MÉTIERS ParisTech

Article publiés

Article présenté à IPSERA 2012, le 3 avril 2012

- 21st Annual IPSERA Conference Purchasing & Supply Management in a Changing World - Naples (Italy), 1-4 April 2012 – Article présenté : The impact of lean-green management on firm's performance – A literature review.

The impact of lean-green management on firm's performance – A literature review

Alain Fercoq [a], Samir Lamouri [b], Valentina Carbone [c], Andrée-Anne Lemieux [d]

Arts et Métiers ParisTech, LCPI, Paris, France

ESCP Europe, Paris

École Polytechnique de Montréal, Canada

Summary

In this paper we focus our attention on the link between environmental concern (green) and lean management. Very different views exist in the literature on such link: on the one hand, green approaches have been considered as conflicting with traditional lean models as they may require additional resources and investment. On the other hand, they have been presented as complementary as for those environmental measures that also lead to cost reduction (waste reduction, load optimization in transportation, energy use reduction…). To the best of our knowledge a comprehensive literature review, analysing such conflicting and/or convergent link between green strategies and lean management is still missing. We aim at carrying out a systemic literature analysis, referring to the impact of "green-lean" management onto each elementary activity composing a company value chain (Porter, 1985) and subsequently onto the firm performance.

Keywords: Lean green management; Lean management; Environmental management; Green strategy; Chain of value.

1. Introduction

Since the Eighties, companies in developed countries have been facing increasingly sharp competition. In this context, where customers have become more demanding and more versatile, Lean Management has been widely adopted. The objectives targeted are numerous; they are summarized in reference works (Liker, 2004; Shingo 1989; Ohno, 1988; Monden, 1983; Schonberger, 1982): reduce waste and improve value, make products with fewer defects to precise customer desires, customer focus (high quality, low cost, short time), robust production operation, cost reduction (Pettersen, 2009).

As an extension of initial work (Ohno, 1988), the characteristics of Lean Management have been amply described and the key success factors for its implementation specified (Monden, 1983; Womack et al., 1990; Shah and Ward, 2007; Yang et al., 2011). Lean management does not only have an impact on manufacturing; it covers the entire company (Womack and Jones, 1994). The involvement of customers and suppliers ("extended company" players) constitutes a key factor of the major success of Lean Management (Panizzolo, 1998). A Lean company is an integrated entity that efficiently and effectively creates value for its various stakeholders (Nightingale, 2009). Some virtues are unquestionable: speeding up of cycles both improves service to customers and reduces operating values (stocks and unfinished products); the improvement in quality and productivity reduces the cost of products and services. On the other hand, other forms of impact are controversial: over and above economic performance, is the

[a] Alain Fercoq - Arts et Métiers ParisTech, LCPI, Paris, France; email: alain.fercoq@ensam.eu
[b] Samir Lamouri - Arts et Métiers ParisTech, LCPI, Paris, France; email: samir.lamouri@ensam.eu
[c] Valentina Carbone - ESCP Europe, Paris; email: vcarbone@escpeurope.eu
[d] Andrée-Anne Lemieux - École Polytechnique, Montréal, Canada & Arts et Métiers ParisTech, Paris, France; email: andree-anne.lemieux@ensam.eu

human dimension taken sufficiently into account to avoid stress at work? While human resources development is a fundamental pillar, the application of Lean Manufacturing does not necessarily lead to the motivation of personnel (De Treville and Antonakis, 2006). Moreover, does the reduction of batch sizes (in a "just-in-time" production logic) not lead to inefficient logistics from an environmental standpoint?

During the last decades, such environmental and social concerns have increasingly become critical issues within our societies and economies. Since the end of the Eighties, the sustainable development concept (WCED 1987) defined as "Development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs", has aroused growing interest. Can sustainable development principles be considered as a vector of innovation and therefore long-term performance for companies? A sustainable enterprise is the one that contributes to sustainable development by simultaneously delivering economic, social, and environmental benefits or what has been termed "the triple bottom line" (Norman and MacDonald, 2004). Currently, there are a number of more or less isolated and to some extent replicated views in the literature that strive to address aspects of sustainable business practices and theory, such as (Svensson, 2007) : corporate social responsibility (CSR), sustainable supply network management, supply chain environmental management, green purchasing strategies, environmental purchasing, green or environmental marketing, environmental marketing management, environmental product differentiation, reverse logistics, sustainability labeling schemes, environmental management, life-cycle assessment, ISO 14000-certifications (Faisal, 2010).

At first, several consumers are becoming more environmentally conscious, and that reflects on the companies from which they purchase. Moreover, with the Earth's limited resources, companies are more conscious of their carbon footprint, and there has been a movement to create more environmentally friendly decisions. In being more environmentally conscious, companies can experience cost reductions by using less and producing to a more efficient scale (Franchetti et al., 2009). Phrases such as "lean is green" are increasingly commonplace (Corbett and Klassen, 2006). Steve Hope (general manager Toyota Motor Europe) states that the whole company should be "green, clean and lean" : accordingly Toyota is the first company to achieve a "zero waste to landfill" in the worldwide automotive industry (Farish, 2009).

It's the reason why we focus our attention on the link between environmental concern (green) and lean management. Very different views exist in the literature on such link: on the one hand, green approaches have been considered as conflicting with traditional lean models as they may require additional resources and investment. On the other hand, they have been presented as complementary as for those environmental measures that also lead to cost reduction (waste reduction, load optimization in transportation, energy use reduction…). Several authors have written about whether the lean and green approach is simple in practice, how best to achieve it and what its effects on performance are (Florida, 1996; Bowen et al., 2001). Further, a few companies, such as WalMart, General Motors or Intel, are often cited as successful examples of combining lean and green approaches.

However, to the best of our knowledge a comprehensive literature review, analyzing such conflicting and/or convergent link between green strategies and lean management is still missing. To carry out a systematic literature analysis, it's interesting to refer to research, defining ways of analysing and improving a company. Firstly, the value chain which categorizes the generic value-adding activities of an organization can be taken in consideration. And Porter's chain of value (Figure 1) is one of the main tools used for strategic analysis, aimed at examining the sources of the competitive edge of firms.

Enterprises have long been studied by management, social and information scientists; however, this has largely been through taking one single view of the enterprise such as studying the organizational structure or the information technology architecture. The inadequacy of single or even pairwise analysis of enterprises is well documented (Drazin and Van de Ven, 1985). The enterprise architecting must take a systems perspective, viewing the entire enterprise as a holistic system that can be understood by examining the enterprise through multiple perspectives or views of an overall integrated framework (Nightingale and Rhodes, 2004; Rhodes and Nightingale, 2009). These include the strategy view, policy/external environment view, organization view, process view, knowledge view, enabling information technology view, product view, service view and the interrelationships between these views (Nightingale, 2009).

According to these references, we propose to work out a systemic literature analysis on two complementary frameworks, being adopted together : on the one hand, work by the MIT / Nightingale (2009) - abstract in table 1, and on the other hand, work by Porter (1980).

Table 1.Entreprise Architecture View Description

Strategy (§2.1)	Strategic goals, vision and direction of the enterprise including the business model; enterprise metrics and objectives
Policy / External Environment (§2.2)	The external regulatory, political and societal environments in which the enterprise operates
Process	Core ledership, lifecycle and enabling processes by which the enterprise creates value for its stakeholders

Source: Nightingale (2009).

Figure 1.Structured Presentation of a Company ("Porter's" model)

SUPPORT ACTIVITIES	Company infrastructures / Information system (§2.9)					MARGE
	Human Resource Management (§2.8)					
	Technological development – R&D (§2.7)					
	Purchasing (§2.6)					
	Internal logistics (§2.3)	Production Operation (§2.4)	External logistics (§2.3)	Marketing – Sales (§2.5)	Services (§2.5)	
	MAIN ACTIVITIES					

Source: Porter (1985).

Moreover, we chose these two perspectives to carry out the literature analysis, as we assume that most of the benefits deriving from a lean green approach will be manifest only if the company approaches this issue at a strategic and long term oriented level. Beyond that, the choice of these two perspectives is also linked to the assumption that to improve their operating performance, companies have to upgrade their practices, aiming for global optima, not only for corporate operating processes but also for highly-challenging support processes.

We relied on known databases providing access to scholar publications, such as “EBSCO Business Source – EMERALD - Elsevier Science Direct”. We selected high ranked Journals in the field of Operations and Supply Chain Management, and the most relevant managerial reviews (California Management Review, Harvard Business Review, Sloan Management Review). We carried out a systemic research with the “lean green” key words either in the title or the abstract of the articles). Finally, we selected 103 papers, as for their consistency with our research question.

The reminder of the paper is organised as follows : first, the green-lean literature will be analysed according to the previously cited perspectives (Nightingale, 2009; Porter, 1980). Secondly, we propose a consolidating overview of the lean green approach, underscoring the managerial approach specific to lean management and continuous improvement, which we also consider as the essential slant for green approaches, in view of sustainable superior performances. In Section 3, we summarize the research carried out on the impact of lean green management on global company performance. Finally, in our conclusions, we also examine the outlook for future research.

2. Analysis of lean green management according to “Porter / MIT” framework

2.1 The strategic dimension of lean green management

In Lean literature, some authors have developed the strategic scope of Lean, which has been described as "a management concept of its own" (Pettersen, 2009). Nonetheless, companies do not seem to integrate this concept into their behaviour based on the same approach. Firstly, some companies limit themselves to sporadic application of Lean tools and, secondly, the most visionary companies work long-term by giving Lean a veritable strategic dimension. Table 2 shows a Lean management segmentation. In our review of literature, we stress the strategic vision (Strategic column), whether it is related with the philosophical or perfomative view of it.

Table 3. An illustration of the four definable approaches to lean production - Pettersen J (2009)

	Discrete (Operational)	Continuous (Strategic)
Ostensive (Philosophical)	Leanness	Lean thinking
Performative (Pratical)	Toolbox lean	Becoming lean

Source: Pettersen (2009). The terms in parentheses are the ones suggested by Hines et al. (2004), Shah and Ward (2007) respectively.

As for the green management literature, several papers have indicated the reasons that might urge companies to adopt a "green strategy" (Porter, 1991). Others have above all emphasized the fact that companies have to adopt the green strategy best tailored to their characteristics in terms of environmental performance, to obtain a competitive edge on their market (Orsato, 2006). Thus, according to this author, the green strategies that companies may apply change according to their link with the general strategies (reduction of costs vs. differentiation (Porter, 1980) and in relation to the value perceived by the customer, notably the value borne by the product or service delivered, on one hand, and the value inherent in the company's organisation and processes, on the other hand.

Figure 2.Generic Competitive Environmental Strategies

Competitive Advantage	Lower Costs	Strategy 1: Eco-efficiency	Strategy 4: Environmental Cost Leadership
	Differentiation	Strategy 2: Beyond Compliance Leadership	Strategy 3: Eco-Branding
		Organizational	Products and services
	Competitive Focus		

Source: Orsato (2006).

If, at first sight, the lean approach might intuitively be solely applied to green strategies directed towards cost reduction, it is important to emphasize that, by highlighting, within the strategic approaches of Lean, the creation of value most appropriate for the customer, as a pillar of this approach, a Lean strategy can both be broken down to support efficiency -oriented strategies and differentiation-oriented strategies. In one case, cost reduction plans and in the other pursuance of reference certifications can be put in place.

An interesting stream of the recent literature highlights the bases of integrated strategic models. Here we refer to works having identified operational best practices as foundation of sustainability: best SCM practices such as TQM,

JIT, ISO, continuous improvement, transparency, traceability (Corbett and Klassen, 2006; Pojaseck, 2008) have been acknowledged as being the starting point for environmentally responsible managerial models. For example, it could be that a firm's greening of its supply chain is motivated by a direct extension of the successful implementation of lean programs, with their focus on waste reduction. In this case, a managerial practice, previously linked to operational organizational performance, is now enabling higher sustainability. Some of these contributions have arised interesting questions about the overlapping areas between green and lean approaches that we're going to discuss briefly.

The Total Quality Environmental Management. Corbett and Klassen (2006) have revisited the evolution of total quality management (TQM) and supply chain management (SCM), both important dimensions of lean operations (Shah and Ward, 2003). They propose two ways of integrating « lean and green » : firstly, through the linkages between quality and environmental management illustrated by the recent emergence of terms such as "total quality environmental management" – secondly, through the linkages between SCM and Environmental Management, by the development of reverse logistics and closed-loop supply chains (Guide and Van Wassenhove, 2003). These approaches differ from previous fragmented and stand alone initiatives recensed by the literature, especially for their integrated and comprehensive nature. A systemic and integrated approach, from a managerial point of view, seems to be the right one to conciliate both the green and the lean perspective.

Lean and Green Management System for sustainable business. Beyond the need for a functional integration between the different possible operational areas to be concerned with a lean green approach, a recent contribution (Pojasek, 2008) calls for a real integration of the lean and green approach within the general management system and daily business of the company. Although management systems and business excellence frameworks are often operated as separate and distinct silos, ideally, an organization should integrate all these various programs into one overall "business system" (Pojasek, 2008). This implies that also environmental decisions must be part of the organization's overall management system. It is critically important to align lean and green approaches with programs that create a demand for continual improvement. When linked this way, lean becomes the preferred means for achieving process improvement. Operating with lean as an essential part of the organization's integrated management system and business excellence framework can provide a solid foundation for a business sustainability program.

The Lean Green Supply Chain Strategies. An extended perimeter has to be taken into account for successfully applying lean and green strategies, due to the increasing fragmentation of the value chain. This is why recent contributions (Mollenkopf and al., 2010) conceptualise lean and green strategies at the supply chain level. Lean supply chain strategies focus on waste reduction, helping firms eliminate non-value adding activities related to excess time, labor, equipment, space, and inventories across the supply chain (Corbett and Klassen, 2006). Green supply chain strategies refer to efforts to minimize the negative impact of firms and their supply chains on the natural environment. The green supply chain management (GSCM) literature has examined the importance of working across the supply chain with both customers and suppliers on environmental initiatives, which has been shown to lead to improved firm performance (Vachon and Klassen, 2006). Lean and green strategies are often seen as compatible initiatives because of their joint focus on waste reduction. However, lean strategies that employ just-in-time (JIT) delivery of small lot sizes can require increased transportation, packaging, and handling that may contradict a green approach. Because of the widespread acceptance of lean supply chain practices and the growing pressure for environmental management, firms have started to incorporate environmentally friendly practices into their waste reduction schema.

Creating Shared Value. The concept of shared value (Porter and Kramer, 2011) can be defined as policies and operating practices that enhance the competitiveness of a company while simultaneously advancing the economic and the social conditions in the communities in which it operates. Companies can create economic value by creating societal value. The author suggests three distinct ways to do this: by reconceiving products and markets, redefining productivity in the value chain (Energy use and logistics - Resource use – Procurement – Distribution), and building supportive industry clusters around the company's locations.

The four models presented above provide each of them similar succesfull factors to take into account in order for a company to put in place a green-lean strategy: an integrated and systemic approach both at the operational level, in terms of alignment with the strategic goals of the company and also all along the supply chain. When it comes to the managerial perspective, an agreement seems to exist around the continuous improvement approach, which relies on the lean philosophy and is also supportive of an effective and long term oriented green strategy. The 4 models presented intersect without however converging to an obvious strategic model. In-depth study of an integrated Lean Green strategy could be the subject of a future research programme; the latest Porter concept could form the base.

2.2 The political dimension of lean green management

It's important to define the main drivers for a lean green policy. Mollenkopf et al. (2009) gives us an interesting overview in two parts : internal factors (cost reduction and profitability, commodity risk management, and the preservation of a corporate culture) – external factors (governmental, customer and environmental pressures, a similar focus on continuous innovation and process improvement, and the potential for further profitability through added customer value).

More precisely, standards and directives constitute frameworks in which companies can or should establish their policies, commitments and progress action. The ISO standards defining requirements or giving guidelines on best management practices for the company often follow the structure of the ISO 9001 management system (quality management) and ISO 14001 (environmental management). The table below specifies the main characteristics of the ISO 9000 and ISO 14000 standards (Castka and Balzanova, 2008).

Here we find again the overlapping and convergent view as a source of synergy between quality and environmental management systems, focused on the Environmental Management System under the international standards ISO 14000 (Kleindorfer et al., 2005).

Toyota is a prime example of a firm that has successfully integrated a green and lean supply chain strategy in a global setting, and relying on such international standards. Toyota's commitment has been translated into its ISO certifications and financial investment in quality and environmental research and development (Toyota, 2008; Womack and Jones, 2005). Other contributions have shown that organizations that pursue ISO-9000 quality standards are likely to adopt ISO-14000 environmental standards (King and Lenox, 2001). Again operational business excellence is implicitly or explicitly recognised as a prerequisite for an effective green strategy.

Table 4.A comparison of standards

Type of standard	ISO 9000	ISO 14000
General description	Quality management system	Environment management system
Certification	Yes	Yes
Main contents	.Management responsibility .Resources management .Product execution . Measurement, analysis and improvement	.Environmental policy . Scheduling . Implementation .Verification .Management review

Source: Castka and Balzanova (2008).

On the one hand, the management system standards recenlty implemented by many companies, such as ISO 9001 and ISO 14001 require an organizational commitment to continual improvement. But on the other hand, very few

companies have a policy statement to guide their journey toward lean. By contrast, every organization that uses a management system standard has a policy statement, since the standards all require them. It would be easy to add lean to a company's existing policy statement, identifying it as the preferred means for addressing continual improvement – (Pojasek, 2008).

Recently new domains have been covered by the production of international norms and standards. Thus, the ISO 50001 energy management standard was initiated during the year. In fact, it is estimated that the standard could have an impact on close to 60% of energy usage worldwide. ISO 50001 will offer companies environmental levers that will enable them to step up energy efficiency, reduce costs and improve energy performance.

One issue at stake for companies is to transform an obligation often perceived as restrictive into a "differentiating" offering opportunity.

2.3 Lean green management and the Logistics process (internal / external)

The aim of a Lean supply chain is to reduce any form of losses or absence of added value on cycles, labour, equipment, areas and stocks – for the entire value chain (Corbett and Klassen, 2006). In this section we refer to internal and external logstics (reflecting the Porter Value Chain model) but also to the broadest meaning of Supply Chain, interpreted as the network of interconnected actors participating to the transformation and delivery process for a given product. Accordingly, we include contributions dealing with the traditional logistics and transport decisions as well as contributions referring to the global flow of materials and information between the different actors of the supply chain.

It has been argued that a Lean strategy based on the "Just-in-Time" principle (and therefore small batches) leads to negative impact on the environment: more transport, more packaging and more handling operations. On the other hand, a green supply chain aims to minimize impact on the environment; it then integrates the consolidation of flows, optimization of loads, sharing of resources and the use of clean means of transport – (de Brito et al., 2008). Studies were conducted on the conditions for achieving optimum global performance for the company (Mollenkopf et al., 2009). So-called sustainable production, not only integrates optimisation of the resources used (materials, energy) but also the reduction of any form of loss and forms the basis of a lean green supply chain.

As far as the supply chain in terms of a network of interdependent actors is concerned, the circular economy concept is developing. Originally conceptualised by Braugart et al. (2007), in their famous book « From cradle to cradle design », it contributes towards the achievement of "zero waste": waste is used as a resource to produce another product or, more generally, is used in another value chain; every object has a second life! The circular economy is therefore opposed to wastage (Braungart et al., 2007; Kumar and Putnam, 2008). The objective is to apply the principal of a natural ecosystem to industrial production (Braungart et al., 2007). This new concept leads to the reinvention of industrial processes to produce clean solutions and create industry where everything is reused – either returned to the soil in the form of non-toxic (biodegradable), biological nutrients or returned to industry in the form of "technical nutrients" as raw materials for other products that can be indefinitely recycled. A chain of interdependency is therefore constructed within which the manufacturer, its suppliers and customers all have joint responsibility for the non-toxicity of their activity; these clusters of manufacturers are therefore communities that are organized to use one another's waste. This new economic model is expected to be profitable: growth and ecology are no longer opposed but fuel one another. Analysis of the impact of implementation of the circular economy in precursor industrial sectors shows its advantages and opportunities (reduction of the raw materials used and energy consumed, etc.), provided requirements are integrated at the design stage (Kumar and Putnam, 2008). This new model has been considered a real factor of growth (Pujari, 2006). For high-tech materials with a short life cycle, the second-hand market is essential: this model then appears particularly appropriate (Zhilei and Wei, 2011).

2.4 Impact of lean green management on the "Manufacturing" operating process

It was in the field of production that the concept of lean manufacturing, the precursor of all lean-inspired models, was developed. The aim of lean manufacturing is to speed up production flows by reducing non-added value, in the

context of a continuous improvement process. Lean offers organizations a toolbox full of methods that can be used to eliminate waste from business processes. Lean practitioners traditionally have focused on what they refer to as the "Eight Deadly Wastes": defects, overproduction, waiting, not utilizing people's creativity, transport, inventory, motion, and excessive processing (Pojasek, 2008). The following practices have become essential in reference companies: set-up reduction, inventory and waste reduction, kanban pull signals – supplier partnerships – continuous improvement program - total quality management (TQM) – foolproof (poka-yoke) or design for assembly (DFA) systems – total preventive maintenance (TPM) – standard operating procedures (SOPs) – statiscal process control (SPC) (Shah and Ward, 2007; Conti et al., 2006).

The study of King and Lenox (2001) on lean production systems concluded that lean production was complementary to environmental performance and often lowered the marginal cost of pollution reduction. The study of Rothenberg et al. (2001) also re-emphasized the association between lean production and environmental benefits. The increasing use of the ''lean'' and ''six sigma'' manufacturing and process management techniques presents a significant opportunity for a reduction in environmental impacts, through improved efficiency (Langenwalter, 2006). Lean and green is kin to process excellence (Kleindorfer et al., 2005).

Industrial engineering is the fraction of engineering that focuses on process im-provement through the management of people, operations and technology. Through various points of industrial engineering applications, industries can create a proactive approach to reduce the impact to the environment. Lean manufacturing is the business model and collection of tactical methods that emphasize eliminating non-valueadded activities (waste) while delivering quality products at lowest cost with greater efficiency. In conjunction, six goals of green engineering are: select low environmental impact materials, avoid toxic or hazardous materials, choose cleaner production processes, maximize energy and water efficiencies, design for waste minimization, design for recyclability and reuse of material. With these concepts in mind, lean manufacturing is a link to green engineering. Industrial engineers design and lead strategic interdisciplinary projects that strive to prevent or reduce the im-pact of manufacturing process activities. Implementing methods and leadership processes that emphasize green manufacturing practices, that identify and eliminate waste will maximize the value of manufactured products and minimize environmental impact (Franchetti M et al., 2009).

In light of the various studies conducted, there is a widespread consensus on the advantages of an integrated ''lean green'' approach in Production.

2.5 Lean green management and the "Sales and Marketing" operating process

It is not in the marketing field that we find a high number of works having tried to combine the green approach and the lean approach together. Maybe because traditionally marketing focus is about market development and value creation without a real culture for process (and product) optimization. Green Marketing integrates several activities : Green attitudes and responses, Green product development, Green segmentation, Green promotion, Green logistics, Eco-labeling, Green brand position, Green pricing (Leonidou, 2011). Therefore, marketing action very clearly has to go beyond simple communication (via ecolabels, for example) in favour of in-depth analysis of the environmental needs of consumers (Polonsky, 2011; Rex and Baumann, 2007).

A promising field for the lean green marketing is offered by the increasing servi-ciarisation of products. The trend is to integrate the "Product Service System" concept, with the objective being not only to sell a product but also a service associated with it (Geng et al., 2011). This orientation therefore satisfies the Lean Management principle, aimed at maximizing customer added value, at the same time reducing the materiality of the product and therefore the related wastage. This transition from selling products to providing services offers potential economic and environmental benefits. In turn, this requires a corresponding management shift from simple product volumes to the explicit recognition of complex interlinkages between design, consumption, and efficiency that create function and value for customers. This is a natural outgrowth of industrial ecology, with its holistic view of material and energy flows and the concomitant aim to reduce the environmental impact of products from cradle to grave (Corbett and Klassen, 2006).

Recent common use examples are present in our daily life, such as Velib in Paris (www.velib.paris.fr) and similar forms of provision of a product in exchange for payment for using the product, which enables ownership rights to be replaced with user rights. This also comes down to better use of products and less impact on the environment.

As for the "Services" activity within the value chain, as it is usually a not strategic one, it has not received any specific contribution in the literature, at the best of our knowledge. It is reasonable to think that any initiative aimed at improving such process and eliminating wastes and redundancies may be beneficial from the lean and green perspective.

2.6 Lean green management and the "Purchasing" support process

It has been shown that deployment of Lean management leads to heavy involvement of the Purchasing function in coordination of the Suppliers Development Plan. Accordingly, it has been acknowledged that the involvement of suppliers ("extended company" players) constitutes a key factor of the major success of Lean Management (Panizzolo, 1998). Asking suppliers to take part in your organization's lean activities—and encouraging them to take up the lean cause in their own businesses—is a good way to develop the value chain. Working with the purchasing function can help lean practitioners gather key information and standardize improvements (Pojasek, 2008).

To adopt green purchasing practices, the purchasing function is involved in product life cycle analysis, design facilitating recycling, reuse of the product and a reduction in the resources consumed (Carter et al., 1998; Min and Galle, 2001). Walton et al. (1998) identified five areas that directly link purchasing with environmental performance in the furniture industry : materials used, processes used for product design, supplier process improvement, supplier evaluation, and inbound logistics processes (Corbett and Klassen, 2006). The implementation of a green purchasing strategy can be explained by a number of factors. Firstly, exogenous factors can put pressure on the company: regulations, customer requests and the implementation of environment-related investment. Secondly, wishes from inside the company may set a virtuous process in motion: commitment by Top management can thus be a factor prior to the development of veritable collaboration with suppliers from an environmental standpoint (Yen and Yen, 2011).

"Lean supply arrangements" demand high levels of information sharing, rapid performance improvements with suppliers and minimal transaction costs (Dyer, 1997; Lamming, 1993). This type of relationship may provide the proper interorganizational arrangement to foster environmental supply chain practices of their suppliers (Simpson and Power, 2005). Improvements in manufacturing systems can lead to direct and indirect benefits for environmental management, usually in the form of waste reduction (Simpson and Power, 2005; Mollenkopf and al., 2010).

2.7 Lean green management and the "Product Engineering" support process

The application of lean management leads to a product that meets customer requirements, whether explicit or implicit. Implementation of the value analysis, completed by customer-receptive design, enables an attractive product to be taken to market at the right cost. And integration of the green attitude of the market completes the value of the product: a reduction in "gross" raw materials, a reduction in energy consumption during its production and use, the use of easily-recyclable materials, easily separable materials, modular design, easy to dismantle and an increased service life (de Ron, 1998). In fact, performance in terms of innovation and eco-design practices are closely linked (Santolaria et al., 2011).

The need for environmentally conscious designing is becoming increasingly important due to these points: there is an environmental impact for all product designs ; there is an environmental impact for all manufacturing processes ; it is important to get the design right at the beginning (to be « lean »). The designer must think about potential environmental impacts at all design stages (Franchetti et al., 2009). We are now well aware of the best practices for eco-design: selection of materials with low ecological impact, a reduction in the quantity of materials used, the optimization of production techniques from an environmental standpoint, the optimization of distribution, a reduction of the ecological impact during use, optimization of its service life, optimization of the end-of-life phase and, finally, the development of new concepts that may go as far as dematerialization (Chulvi and Vidal, 2011).

A company may even aim at certifying its products: the ecolabel seal of approval is a potential advantage to win customer confidence (Houe and Grabot, 2009). Over and above eco-design, eco-innovation is aimed at eliminating toxic substances, using recycled and recyclable materials (via a dedicated recycling setup), using renewable forms of energy, using water in a rational, non-polluting manner in production processes, switching from "under" to "over" cycling and no longer proposing a product but a service (Braungart et al., 2007). As already mentioned in Paragraph 2.5, eco-design is moving towards the dematerialization of the product (Orsato, 2006). In the context of a new business model, companies can propose a solution extended to take in the entire life cycle of the system (Kujala et al., 2011).

Beyond the performance of the product taken to the market (innovation, the right cost, low impact on the environment), the performance of the new product development process is crucial. Reduction in the development time for new products is a major issue at stake as it gives the possibility of gaining a decisive competitive edge. To speed up development processes, the tasks of various sectors are carried out at the same time rather than in a sequence. Thus, in a Lean spirit, "doing it right first time but with maximum anticipation" is the principle associated with this, underlying any action to maintain control over this process. Lean green integration in product engineering would in fact consist of integrating environmental requirements at the earliest possible stage; this is why control must be maintained over eco-design methods: Design for Recycling, Disassembly, Reuse, Remanufacturing, Sustainability (Michelini and Razzoli, 2004). Eco-design must be mastered at the earliest stage by applying LCP (Life Cycle Planning) methodology (Kobayashi, 2006). To guarantee the environmental performance of new products, eco-design tools must be systematically integrated into the new product development process: check-list by product life cycle phase, design guides and MET (Material, Energy, Toxicity) matrix (Knight and Jenkins, 2009).

2.8 Lean green management and the "Human Resource Management" support process

It is important to note that human resources development is a fundamental pillar of Lean Management. Lean management implies heavy involvement of all personnel in problem resolution approaches (Shah et al., 2007). Other work has also emphasized that the model for greening production indubitably proves the relationship between worker involvement and the greening of production (Rao, 2004). This involvement of personnel encourages team work and therefore motivation. Respect for personnel is an essential strong value, reflected by an appropriate level of salary, an organization stimulating teamwork, the development of individual and collective responsibility, the reinforcement of skills and motivating managerial practices (recognition, sense of worth) (de Treville, 2006). Despite the doubts sometimes expressed (Kamata et al., 2008), Lean Production is not inherently stressful and worker well-being is not deterministic. It depends heavily on management choices in designing and operating lean systems (Conti et al., 2006)

Althouh the lean management recommands multi-functional teams (Anand et al., 2009), environmental wastes are often neglected by lean practitioners, who may view environmental issues as not belonging in their domain. What's worse, environmental professionals historically have not been involved in their organizations' lean programs. This omission has led to cross-boundary problems. By refusing to pay attention to environmental wastes, discharges, and emissions, lean programs can inadvertently create more of them. All too often, environmental managers only learn about these new wastes after the fact. Fortunately, lean-to-green initiatives are now seeking to change this situation. Environmental Health and Safety professionals are starting to get more involved in lean efforts. It is important to ensure coordination between lean practitioners and the environmental professionals who are responsible for ISO 14001–driven process improvement (Pojasek, 2008).

As an extension to this progress, a new profile of engineer is emerging from efficient companies – the "lean green engineer". Basically, the lean engineer eliminates any form of waste and reduces process variability. In addition to his lean management skills, a "lean green engineer" creates products that are acceptable from an environmental viewpoint and can be produced in a factory creating zero waste – (Black and Philipps, 2010). Lean Green integration into skills management is still to be consolidated in companies.

2.9 Lean green management and the "Corporate Infrastructures" support process

The “Infrastructures” process covers a wide range of activities in companies: buildings, energy and utilities (electricity, water, air), waste and the information system. All these activities interface with environmental concerns at different levels:

– Development of low-consumption buildings, with positive energy and the integration of new Smart Grid technology (Gaoa et al., 2011)

– Improvement in company energy efficiency (Kannan and Boie, 2003). Gains can reach 25% (Gordic et al., 2010)

– Optimization of water treatment: recovery of rainwater, local treatment of waste water

– Waste management – in relation to all the stages of this process (Demirbas, 2011), companies obviously have potential to make progress with action to recycle, reduce and reuse waste.

Facility owners and project teams often struggle to engage “green” or “sustainable” requirements on building projects and can incur additional project costs as a result. Investments in high performance building features can be paid back through operational savings, by adopting the lean principles (Lapinski et al. 2006). Lean Green integration to conduct infrastructure projects is therefore beneficial.

Focussing on information systems enables this viewpoint to be consolidated. Concerning the information system, integrated software facilitates remote work and therefore has an impact on the process cycle and costs, the environment and quality of life. In addition, the development of “cloud computing” fosters a reduction in energy consumption (pooled servers and therefore the elimination of air-conditioned computer rooms). The information systems relating to human resources and supply chain management help to improve the sustainable management of a company (Dao et al., 2011).

2.10 Lean green management and the continuous improvement process

After having discussed the implications of a lean green approach at the level of each elementary activity in the value chain, here we aim at introducing a common transversal managerial approach which is widely considered as a critical lever for successful implementation of lean and green practices, no matter the value chain activity should be concerned with them. We refer to the continuous improvement approach.

Lean is a powerful force for process improvement. It works best—and generates the most value—when it is linked to programs that create a demand for continual improvement (Pojasek, 2008). Continuous improvement is of strategic importance but is proving difficult to implement (Bessant et al., 2001). The key factors of success for long-term continuous improvement were studied recently (Glover et al. 2011). It is proving essential to structure management of the continuous improvement process: it is based on an organization involving intermediate and field supervision, the deployment of objectives, the coordination of both innovation projects and progress workstreams “in little steps”, the provision of working methods and extensive personnel mobilization (Anand et al., 2009). The successful mobilization of personnel has a direct impact on the result of a Lean transformation (Losonci et al., 2011). The success of continuous improvement approaches has, however, not been proved, with only 11% of companies declaring they were satisfied in 2006, according to Mendelbaum (2006). There is therefore still a long way to go. It should be noted that environmental management enables the contribution of the continuous improvement process to company competitiveness to be reinforced (Yang et al., 2010). Companies that adopt widely used management system standards such as ISO 9001, ISO 14001 must commit to achieving compliance with legal requirements and using a prevention-based approach to management. More importantly, they must commit to continual improvement. These management system standards do not prescribe specific methods for generating improvement. That’s where lean comes in. Lean can serve as a practical method for achieving continuous improvement. Using lean on environmental projects will help create a cooperative approach to continual improvement. Management system standards have requirements for implementing corrective action (see, e.g., ISO 14001 Section 4.5.3) and the best foundation for corrective action is root cause analysis, which seeks to understand the ultimate source of the problem

to be addressed. ; Lean is well suited to root cause analysis because it is designed to identify waste of all types (Pojasek, 2008).

From a methodological standpoint, Toyota's 5Rs programme (Refine, Reduce, Reuse, Recycle, Retrieve energy) can establish a framework to reduce any form of loss (Black and Phillips, 2010). As a supplement, both green and lean strategies require similar methodologies of external auditing and ongoing reviews (Parker, 2008). Also, the lean emphasis on rework elimination requires efficient systems to reduce generation of undesired by-products, thus creating an environmental benefit (Womack et al., 1990; Friedman, 2008; Mollenkopf et al., 2010). To conclude this section, we could say that to take into account the environmental aspects in all activities of the value chain, may boost the continuous improvement process, a major pilar of Lean management.

3. Impact of lean green management on company performance

On the one hand, lean manufacturing has an impact on performance perceived by customers (shorter lead time, lower price, better quality) (Shah and Ward, 2003) and on financial performance via the improvement in process efficiency (Fullerton et al., 2003). On the top of that, Lean (just in time, waste minimization and flow management) effects are significantly related to operational performance (Quick deliver compare competitor, Unit cost of product relative to competitors, Overall productivity, Overall customer satisfactions) (Rahman et al., 2010).

On the other hand, environmental management alone does not necessarily improve a company's financial performance or its business. Recent work has shown that the main obstacles to the setup of a green supply chain include high costs and a lack of clear reference basis to be used for the implementation of a green supply chain and analysis of its impact on performance (Carbone and Moatti, 2009). However, other work defends the argument that combining green management with lean manufacturing is proving pertinent (Yang et al., 2011). Numerous studies have shown positive relationships between environmental efficiency and other performance metrics such as quality and cost (Rothenberg et al., 2001). When tied to other ingrained continuous improvement methods like six sigma or ISO, this measure can show significant progress on a year-to-year basis (Rothenberg et al., 2005). Market-oriented environmental management improves sales turnover (Schaltegger and Synnestvedt, 2002). A green supply chain does lead to increased competitiveness and better economic performance (Rao and Holt, 2005). The "Green Waste Reduction Techniques" induce better operational and global performances : costs, lead times, quality, market position, benefits (Bergmiller and McCright, 2009).

Whenever we deal with impact of no matter which managerial initiative onto the company performance, it is important to think about the managerial tools needed to monitor and control their implementation. As for the monitoring system, for leading and controlling environmental and lean initiatives within a company, several works have developed frameworks and tools. Thus a balanced indicator chart can be used, meeting the requirements of the various stakeholders: it can measure economic, environmental and social performance (O'Connor and Spangenberg, 2008). For environmental performance in manufacturing, these four indicators have been proposed: regulatory / gross emission (total chemicals released, total solid waste) / efficiency (energy, water and resource use per unit) / life cycle. On another level, the setup of a network of performance indicators can guarantee the application of best practices for eco-design (Cerdan et al., 2009). To a broader extent, it has been proposed that there are different methods for assessing a supply chain. For example, metrics for evaluating a lean and green supply chain management are : supply chain ROA (return on asset), customer satisfaction, and Life Cycle Assessment (LCA) (Kainuma and Tawara, 2006).

It's important to demonstrate the impact of Lean green management to the company performances. The literature review brings out the need for complementary research, to define the links between the implementation of best practices per activity of the value chain and performances (operational & global).

4. Conclusion and research outlook

Our literature review allowed us to assess several research directions which may contribute on the one hand, at elucidating the link between a green and a lean approach, in terms of their impact on a firm overall performance and,

on the other hand, in paving the way towards the conception of renewed tools for implementing both lean and green management in companies.

In light of this state of the art, the outlook for research is based on the integrated Lean Green management model, aimed at balanced economic, environmental and social performance. First of all, Lean management optimises the economic performance of the value chain, by incresing value for the customer, and by seeking to eliminate any non-added-value slowing down the transformation of the material into a finished product. In addition, lean green management optimises the environmental performance of the value chain by optimizing the efficiency of materials, energy and water in response to other company stakeholders (suppliers, citizens, associations, nearby residents and the Authorities).

One of the percieved differences in the literature between lean and green approaches is that green actually designs the product or process with the environment as a "constraint" while lean-green creates a process with the view of the environment as a "valuable resource" and not a constraint. Accordingly, lean should be viewed as a supporter of the environment and a bridge into the ultimate goal of green management (Franchetti et al. 2009). Lean-to-green should not simply be a "reincarnated" lean program. Instead, it needs to rely on a cooperative effort driven by everyone throughout the company. Managers' interest in lean-to-green will be sustained if they see it as a valuable approach and if deployment leads to definitive results and objective evidence of improvement - Pojasek RB (2008). Lean, green engineers pave the way for the future - Black JT (2010).

The table 5 shows that recent articles dealing with the lean green integration, written since 2005, are not really "fully" integrated.

Table 5. Synthesis of recent articles dealing with the lean green integration

			Nightingale		Porter (Main activities)			Porter (Support activities)					
Year	Authors	Article Category	Strategy	Policy	Production	Logistics	Marketing Sales & Services	Purchasing	R&D	Human Ressources	Infrastruc-ture	Continous improvement	Impact on performances
2005	Kleindorfer et al.	Literature Review	X	X	X	X			X				X
2005	Simpson, Power	Research paper			X	X		X					X
2006	Corbett, Klassen	Research paper	X	X	X	X	X	X					X
2006	Kainuma, Tawara	Research paper				X							X
2008	Pojasek	Methodology study	X	X	X			X		X		X	X
2009	Bergmiller	Survey		X	X								X
2009	Farish	Case study	X	X	X							X	X
2009	Franchetti et al.	Case study			X	X		X	X	X	X		X
2010	Mollenkopf et al.	Conceptual Paper	X	X	X	X		X					X
2010	Black, Phillips	Methodology study			X					X			
2011	Yang et al.	Research paper			X								X

It would therefore appear that there are interesting avenues of research and application for the preparation of an integrated model, at the crossroads of lean and green principles, aligned with general company strategies, broken down into tools and techniques for application to every activity in the value chain, without nonetheless neglecting a systemic, integrated vision within companies and beyond, throughout the entire supply chain.

This integrated Lean Green management model could be refined on the following 4 levels:

Strategy. Could integrated Lean Green management be a pertinent response to an optimum value creation strategy? How could this model be aligned with general company strategies, or even the Supply Chain?

Methodology to improve process. What will be the approach encapsulating the best practices of lean green management? Who would be the stakeholders directly affected and in what manner? In the management of Lean workstreams, the highlighting of non-added-value is based on the construction of VMS mapping (Value Stream

Mapping) (Hines and Rich, 1997). In the management of Lean workstreams, what simple methods would there be to highlight sources of improving the efficiency of materials, energy and water for the entire value chain?

Performance. How would integrated Lean Green management affect the facets of company performance: economic, environmental or even social? What pertinent operating performance indicator network should be established within the company? Would it be a factor to give the continuous improvement process a dynamic boost? Would the model have to be pertinently segmented according to company typology (process/assembly industry – service company)?

Human resources. Is integrated Lean Green management a factor for the motivation of personnel? How could all the functions of the company be affected?

This preliminary work to analyze literature on the basis of lean green issues, for each of the value chain activities, therefore opens up the way for us towards applied research to develop a model to steer lean green approaches. More in-depth work would enable us to reinforce our line of reasoning in order to demonstrate the advantage of a strategy combining economic and environmental performance, backed by all the functions of a company. If this Lean Green model could be considered a pragmatic manner of tackling Sustainable Development principles, then many companies would move beyond the "display" stage to integrate them into a reactive winning strategy. In other words, many companies could abandon "greenwashing" in favour of actual "lean green management".

5. References

Alves A.C., Dinis-Carvalho J., Sousa R.M., 2012. Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. The Learning Organization. Vol. 19, No. 3, pp. 219-237.

Anand G., Ward P., Tatikonda M., Schilling D., 2009. Dynamic capabilities through continuous improvement infrastructure. Journal of Operations Management, Vol. (27), pp. 444–461

Bergmiller G.G., McCright P.R.,2009. Parallel Models for Lean and Green Operations. Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference, Miami, FL

Bessant J., Caffyn S., Gallagher M.,2001. An evolutionay model of continuous improvement beha-viour. Technovation 21 (2001) pp. 67–77

Black J.T., Phillips D., 2010. The lean to green evolution. Industrial Engineer, June, pp. 46-51

Bowen F.E., Cousins P.O., Lamming R.C., Faruk A.C., 2001. The role of supply management capabilities in green supply. Production and Operations Management, Vol. 10 No. 2, pp. 174-189

Braungart M., McDonough W., Bollinger A., 2007. Cradle-to-cradle design : creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. Journal of Cleaner Production 15, pp. 1337-1348

Carbone V., Moatti V. , 2011. Towards greener supply chains: an institutional perspective. International Journal of Logistics: Research & Applications, June, Vol. 14 Issue 3, p179-197

Carter C.R., Ellram L.M., Ready K.J., 1998. Environmental purchasing: benchmarking our German counterparts. Int J Purchasing Mater Manage, pp. 37-52

Castka P., Balzanova M., 2008. ISO 26000 and supply chains – On the diffusion of the Social Res-ponsability Standard – Int. J / Production Economics 111, pp. 274–286

Cerdan C., Gazulla C., Raugei M., Martinez E., Fullana-i-Palmer P., 2009. Proposal for new quatitative eco-design indicators : a first case study. Journal of Cleaner Production 17, pp. 1638–1643

Chulvi V., Vidal R., 2011. Usefulness of evolution lines in eco-design. Procedia Engineering, Vol. 9, 135–144

Conti R., Angelis J., Cooper C., Faragher B., Gill C., 2006 - The effects of lean production on worker job stress - International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 No. 9, pp. 1013-1038

Corbett C.J., Klassen R.D., 2006. Extending the horizons : environmental excellence as key to im-proving operations. Manufacturing & Service Operations Management, Vol 8 N°1 Winter, pp. 5–22

Dao V., Langella I., Carbo J., 2011. From green to sustainability : Information Technology and an integrated sustainability framework. Journal of Strategic Information Systems Vol. 20.

de Brito M.P., Carbone V., Blanquart C.M.,2008. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe : organisation and performance. Int. J. Production Economics, Vol.114 N°2, pp. 534-553

de Ron Ad J., 1998. Sustainable production: The ultimate result of a continuous improvement. International Journal of Production Economics, Volumes 56-57, 20 September, pp. 99-110

de Treville S., Antonakis J., 2006. Could lean production job design intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. Journal of Operations Management 24, pp. 99–123

Demirbas A., 2011. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. Energy Conversion and Management 52, pp. 1280–1287

Drazin R., Van de Ven A., 1985. Alternative Forms of Fit in Contingency Theory. Administrative Science Quarterly, 30(4), pp 514-539

Dyer J.H., 1997. Effective interim collaboration: how firms minimize transaction costs and maximize transaction value. Strategic Management Journal, Vol. 18 No.7, pp. 535-556

Faisal M.N., 2010. Sustainable supply chains: a study of interaction among the enablers. Business Process Management Journal, Vol. 16 No. 3, pp. 508-529

Farish M., 2009. Plants that are green. Engineering & technology, 14 - 27 February, pp. 68-69

Florida R., 1996. Lean and Green: the move to environmentally conscious manufacturing. California Management review, Vol. 39

Franchetti M., Bedal K., Ulloa J., Grodek S., 2009. Lean and green : Industrial engineering methods are natural stepping stones to green engineering. Industrial Engineer, September, pp. 24-29

Friedman P., 2008. Leaning toward green: green your supply chain with lean practices - available at: http://outsourced-logistics.com/operations_strategy/leaning_toward_green

Fullerton R., McWatters C., Fawson C., 2003. An examination of the relationships between JIT and financial performance. Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 4, July, pp. 383–404

Gaoa J. , Xiao Y., Liu J., Liang W., Chenc C., 2011. A survey of communication/networking in Smart Grids. Future Generation Computer Systems.

Geng X., Chu X., Xue D., Zhang Z., 2001. A systematic decision-making approach for the optimal product–service system planning. Expert Systems with Applications Vol. 38.

Glover W., Farris J., VanAken E. , Doolen T., 2011. Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: an empirical study. Int. J. Production Economics 132 , pp. 197–213

Gordic D., Babic M., Jovicic N., Sustersic V., Koncalovic D., Jelic D., 2010. Development of energy management system. Case study of Serbian car manufacturer. Energy Conversion and Management 51, pp. 2783–2790

Guide V.D.R. Jr. - Van Wassenhove L.N., 2003. Business Aspects of Closed-Loop Supply Chains. International Management Series, Vol. 2. The Carnegie Bosch Institute, Pittsburgh, PA.

Hines P., Holweg M., Rich N., 2004. Learning to evolve: a review of contemporary lean Thinking. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24 No. 10, pp. 994-1011.

Houe R., Grabot B., 2009. Assessing the compliance of a product with an eco-label : from standards to contraints. Int. J. Production Economics 121, pp. 21–38

Kainuma Y., Tawara N., 2006. A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. Int. J. Production Economics, Vol. 101, pp. 99–108

Kamata S., Jobin P., L'Hénoret A., 2008. Toyota : l'usine du désespoir. Broché

Kannan R., Boie W., 2003. Energy management practices in SME. A case study of a bakery in Germany- Energy Conversion and Management 44, pp. 945–959

King A., Lenox M., 2001. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. Production and Operations Management, Vol. 10 No. 3, pp. 244-256

Kleindorfer P.R., Singhal K., Van Wassenhove L.N., 2005. Sustainable Operations Management. Production and operations management - Vol. 14, No. 4, Winter, pp. 482–492

Knight P., Jenkins J.O., 2009. Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners pers-pective. Journal of Cleaner Production, Volume 17, Issue 5, March, pp. 549–558

Kobayashi H., 2006. A systematic approach to eco-innovative product design based on life cycle planning - Advanced Engineering Informatics, Volume 20, Issue 2, April, pp. 113–125

Kujala S., Kujala J., Turkulainen V., Artto K., Aaltonen P., Wilkström K., 2011. Factors influencing the choice of solution-specific business models- International Journal of Project Management.

Kumar S., Putnam V., 2008. Cradle to cradle : Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. Int. J. Production Economics 115, pp. 305– 315

Lamming R.,1993. Beyond Partnership: Strategies for Innovation and Lean Supply - Prentice-Hall, New York, NY.

Lapinski R., Horman M.J., Riley RR., 2006. Lean Processes for Sustainable Project Delivery. Journal of construction engineering and management, October, pp. 1083-1091

Leonidou C.N., Leonidou L.C., 2011. Research into environmental marketing/management: a bibliographic analysis. European Journal of Marketing, Vol. 45 No. 1/2, pp. 68-103

Liker J.K., 2004. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufac-turer. McGraw-Hill, New York.

Losonci D., Demeter K., Jenei I., 2011 – Factors influencing employee perceptions in lean transforma-tions – Int. J. Production Economics 131, pp. 30-43

Mendelbaum G., 2006. Keep your eye on the ball. APIC Magazine, January

Michelini R.C., Razzoli R.P., 2004. Product-service eco-design : knowledge-based infrastructures. Journal of Cleaner Production 12, pp. 415–428

Min H., Galle W.P., 2001. Green purchasing pratices of US firms. International Journal of Operations & Production Management, Vol 21 N°9, pp. 1222-1238

Mollenkopf D., Stolze H., Tate W.L., Ueltschy M., 2009. Green, lean, and global supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 40 No. 1/2 , pp. 14-41

Monden Y., 1983. Toyota Production System. Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers, Norcross, GA

Nightingale D.J., Rhodes D.H., 2004. Enterprise Systems Architecting: Emerging Art and Science within Engineering System. MIT Engineering Systems Symposium, March 2004.

Nightingale D.J., 2009. Principles of Entreprise Systems, Second International Symposium on Engineering Systems, MIT, Cambridge, Massuchusetts, June 15-17

Norman W., MacDonald C., 2004. Getting to the bottom of 'triple bottom line - Business Ethics Quarterly

O'Connor M., Spangenberg J., 2008. A methodology for CSR reporting: assuring a representative diversity of indicators across stakeholders, scales, sites and performance issues - Journal of Cleaner Production 16, pp. 1399-1415

Ohno T., 1988. Toyota Production System – Beyond Large Scale Production. Productivity Press, Cambride MA

Orsato R., 2006. Competitive Environmental Strategies : when doest it pay to be green? California Management Review, Vol 48 N°2, pp. 127-143

Parker D., 2008. Holden's drive for green, lean supply chains. Manufacture's Monthly, November, p. 16.

Panizzolo R.,1998. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. Int. J. Production Economics 55 (1998), pp. 223-240

Pettersen J., 2009. Defining lean production: some conceptual and practical issues. The TQM Journal, Vol. 21 No. 2, pp. 127-142

Pojasek R.B., 2008. Framing Your Lean-to-Green Effort. Environmental Quality Management, Autumn 2008 , pp. 85-93

Polonsky M.J., 2011. Transformative green marketing: Impediments and opportunities. Journal of Business Research, Vol. 64, pp. 1311–1319

Porter M., 1980. Competitive Strategy : Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York, NY : The Free Press

Porter M., 1985. Competitive Advantage : Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press, London

Porter M., 1991. Towards a Dynamic Theory of Strategy. Strategic Management Journal, Vol.12, pp. 95-117

Porter M., Kramer M.R., 2011. Creating Shared Value. Connecting company success and community benefit – and unleash a wave of innovation and growth. Harvard Business Review, January–February, pp. 62-77

Pujari D., 2006. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. Technovation 26, pp. 76-85

Rahman S., Laosirihongthong T., Sohal A.S., 2010. Imact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21 No. 7, pp. 839-852

Rao P., 2004. Greening production: a South-East Asian experience. International Journal of Ope-rations & Production Management, Vol. 24 No. 3, pp. 289-320

Rao P., Holt D., 2005. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 No. 9, pp. 898-916.

Rex E., Baumann H., 2007. Beyond ecolabels: what green marketing can learn from conventional marketing. Journal of Cleaner Production, Vol. 15, pp. 567 - 576

Rhodes D.H., Ross A.M., Nightingale D.J., 2009. Architecting the System of Systems Enterprise: Enabling Constructs and Methods from the Field of Engineering Systems", 3rd Annual IEEE Systems Conference.

Rothenberg S., Pil F., Maxwell J.,2001. Lean, green, and the quest for superior performance. Production and Operations Management, Vol. 10 N°3, pp. 228-243

Rothenberg S., Schenck B., Maxwell J., 2005. Lessons from benchmarking environmental performance at automobile assembly plants. Benchmarking: An International Journal, Vol. 12 No. 1, pp. 5-15

Santolaria M., Oliver-Solà J., Gasol Carles M., Morales-Pinzon T., Rieredevall J., 2011. Eco-design in innovation driven companies : perception, predictions and the main drivers of integration. The spanish example. Journal of Cleaner Production, pp. 1-9

Schaltegger S., Synnestvedt T., 2002. The link between `green' and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance. Journal of Environmental Management 65, pp. 339-346

Shah R., Ward P., 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance - Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 2, March, pp. 129–149

Shah R., Ward P., 2007. Defining and developing measures of lean production. Journal of Operations Management, Volume 25, Issue 4, June (2007), pp. 785–805

Schonberger R.J., 1982. Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity. Free Press, New York, NY.

Shingo S., 1989. A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press, Cambridge, MA.

Simpson D.F., Power D.J., 2005 - Use the supply relationship to develop lean and green suppliers - Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 10 No. 1, pp. 60–68

Svensson G., 2007. Aspects of sustainable supply chain management (SSCM): conceptual frame-work and empirical example. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 12 No. 4.

Toyota. 2008 North America Environmental Report: Challenge, Commitment, Progress, Toyota Motor North America, Washington, DC.

Vachon S., Klassen R.D., 2006. Extending green practices across the supply chain. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 No. 7, pp. 795-821

Walton SV., Handfield R.B., Melnyck S.A, 1998. The green supply chain : integrating suppliers into environmental management processes. International Journal of Purchasing & Materials Management, Vol. 34 N°2, pp. 2-11

Yang M.G., Hong P., Modi S., 2011. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. International Journal of Production Economics, Volume 129, Issue 2, February, pp. 210–220

Womack J.P., Jones D.T., Roos D., 1990. The Machine that Changed the World. Harper Collins Publishers, New York.

Womack J.P., Jones D.T., 1994. From Lean Production to the Lean Entreprise – Harvard Business Review 72, pp. 93-103

Womack J.P., Jones D.T., 2005. Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. The Free Press, New York, NY.

Zhilei Y, Wei W, 2011. The research on pricing strategy for perishable high-tech products based on circular economy. Energy Procedia 5, pp. 1842–1846

Norme NF ISO 26000 – Lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale (octobre 2010)

Norme NF ISO 14001 - Lignes directrices du Système de Management Environnemental – (décembre 2004)

Norme ISO 50001:2011, Systèmes de management de l'énergie — Exigences et recommandations de mise en oeuvre

Article présenté à Green Supply Chain 2012, le 22 juin 2012

- International Workshop on Green Supply Chain 2012, June 21 – 22 – Arras. University of Artois – Article présenté : The impact of lean-green management onto the firm operational performances – A literature review.

International Workshop
on Green Supply Chain

GSC' 2012

June 21 - 22, 2012

ARRAS- FRANCE

The impact of lean-green management onto the firm operational performances – A literature review*

Alain FERCOQ [a], Samir LAMOURI [a],
Valentina CARBONE [b]

[a] *Arts et Métiers ParisTech, LCPI, Paris, France*

[b] *ESCP Europe, Paris*

Abstract

In this paper we focus our attention on the link between environmental concern (green) and lean management. Very different views exist in the literature on such link: on the one hand, green approaches have been considered as conflicting with traditional lean models as they may require additional resources and investment. On the other hand, they have been presented as complementary as for those environmental measures that also lead to cost reduction (waste reduction, load optimization in transportation, energy use reduction…). To the best of our knowledge a comprehensive literature review, analyzing such conflicting and/or convergent link between green strategies and lean management is still missing. We aim at carrying out a systemic literature analysis, referring to the impact of "green-lean" management onto main activities composing a company value chain (Porter, 1985) and subsequently onto the firm operational performance.

Key words: Lean green management; Lean management; Environmental management; Chain of value, operational performance

1 Introduction

Since the Eighties, companies in developed countries have been facing increasingly sharp competition. In this context, where customers have become more demanding and more versatile, Lean Management has been widely adopted. The objectives targeted are numerous; they are summarized in reference works [1,2,3,4] : reduce waste and improve value, make products with fewer defects to precise customer desires, customer focus (high quality, low cost, short time), robust production operation, cost reduction [5].

As an extension of initial work [3], the characteristics of Lean Management have been amply described and the key success factors for its implementation specified [6,7,8, 9]. Lean management does not only have an impact on manufacturing; it covers the entire company [10]. The involvement of customers and suppliers ("extended company" players) constitutes a key factor of the major success of Lean Management [11]. A Lean company is an integrated entity that efficiently and effectively creates value for its various stakeholders [12]. Some virtues are unquestionable: speeding up of cycles both improves service to

* This paper was not presented at any other revue. Corresponding author A. Fercoq. Tel. +00 33 6 09 58 67 74 Fax +33 1 44 24 63 59
Email addresses: alain.fercoq@ensam.eu (Alain Fercoq), samir.lamouri@ensam.eu (Samir Lamouri), vcarbone@escpeurope.eu (Valentina Carbone).

customers and reduces operating values (stocks and unfinished products); the improvement in quality and productivity reduces the cost of products and services. On the other hand, other forms of impact are controversial: over and above economic performance, is the human dimension taken sufficiently into account to avoid stress at work? While human resources development is a fundamental pillar, the application of Lean Manufacturing does not necessarily lead to the motivation of personnel [13]. Moreover, does the reduction of batch sizes (in a "just-in-time" production logic) not lead to inefficient logistics from an environmental standpoint?

During the last decades, such environmental concerns have increasingly become critical issues within our societies and economies. Since the end of the Eighties, the sustainable development concept (WCED 1987) defined as "Development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs", has aroused growing interest. Can sustainable development principles be considered as a vector of innovation and therefore long-term performance for companies? A sustainable enterprise is the one that contributes to sustainable development by simultaneously delivering economic, social, and environmental benefits or what has been termed "the triple bottom line" [14]. Currently, there are a number of more or less isolated and to some extent replicated views in the literature that strive to address aspects of sustainable business practices and theory, such as [15] : supply chain environmental management, green purchasing strategies, environmental purchasing, green or environmental marketing, environmental product differentiation, reverse logistics, environmental management, life-cycle assessment, ISO 14000-certifications [16].

At first, several consumers are becoming more environmentally conscious, and that reflects on the companies from which they purchase. Moreover, with the Earth's limited resources, companies are more conscious of their carbon footprint, and there has been a movement to create more environmentally friendly decisions. In being more environmentally conscious, companies can experience cost reductions by using less and producing to a more efficient scale [17]. Phrases such as "lean is green" are increasingly commonplace [18]. Steve Hope (general manager Toyota Motor Europe) states that the whole company should be "green, clean and lean" : accordingly Toyota is the first company to achieve a "zero waste to landfill" in the worldwide automotive industry [19].

It's the reason why we focus our attention on the link between environmental concern (green) and lean management. Very different views exist in the literature on such link: on the one hand, green approaches have been considered as conflicting with traditional lean models as they may require additional resources and investment. On the other hand, they have been presented as complementary as for those environmental measures that also lead to cost reduction (waste reduction, load optimization in transportation, energy use reduction…). Several authors have written about whether the lean and green approach is simple in practice, how best to achieve it and what its effects on performance are [20, 21]. Further, a few companies, such as WalMart, General Motors or Intel, are often cited as successful examples of combining lean and green approaches.

However, to the best of our knowledge a comprehensive literature review, analyzing such conflicting and/or convergent link between green strategies and lean management is still missing. We aim at carrying out a systemic literature analysis, referring to the impact of "green-lean" management onto the main activities composing a company value chain [22] and subsequently onto the firm operational performance. We relied on known databases providing access to scholar publications, such as "EBSCO Business Source – EMERALD - Elsevier Science Direct". We selected high ranked Journals in the field of Operations and Supply Chain Management. We carried out a systemic research with the "lean green" key words either in the title or the abstract of the articles). Finally, we selected 57 papers, as for their consistency with our research question.

Firstly, we chose the main activities of the Porter's chain of value (Figure 1) to carry out the literature analysis.

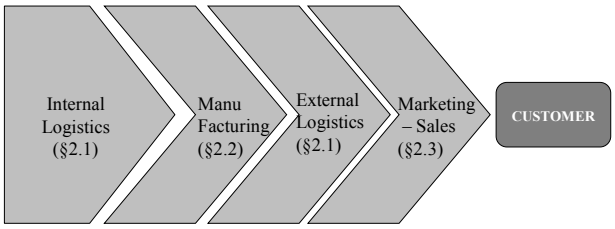


Fig. 1. the main activities composing a company value chain [22]

Secondly, we propose a consolidating overview of the lean green approach, underscoring the managerial approach specific to lean management and continuous improvement, which we also consider as the essential slant for green approaches, in view of sustainable superior performances. In Section 4, we summarize the research carried out on the impact of lean green management on company operational performance. Finally, in our conclusions, we also examine the outlook for future research.

2 Analysis of lean green management according to "Porter" framework

2.1 Lean green management and the Logistics process (internal / external)

The aim of a Lean supply chain is to reduce any form of losses or absence of added value on cycles, labour, equipment, areas and stocks – for the entire value chain [18]. In this section we refer to internal and external logistics (reflecting the Porter Value Chain model) but also to the broadest meaning of Supply Chain, interpreted as the network of interconnected actors participating to the transformation and delivery process for a given product. Accordingly, we include contributions dealing with the traditional logistics and transport decisions as well as contributions referring to the global flow of materials and information between the different actors of the supply chain.

It has been argued that a Lean strategy based on the "Just-in-Time" principle (and therefore small batches) leads to negative impact on the environment: more transport, more packaging and more handling operations. On the other hand, a green supply chain aims to minimize impact on the environment; it then integrates the consolidation of flows, optimization of loads, sharing of resources and the use of clean means of transport [23]. Studies were conducted on the conditions for achieving optimum global performance for the company [24]. So-called sustainable production, not only integrates optimisation of the resources used (materials, energy) but also the reduction of any form of loss and forms the basis of a lean green supply chain.

As far as the supply chain in terms of a network of interdependent actors is concerned, the circular economy concept is developing. Originally conceptualised by [25], in their famous book « From cradle to cradle design », it contributes towards the achievement of "zero waste": waste is used as a resource to produce another product or, more generally, is used in another value chain; every object has a second life! The circular economy is therefore opposed to wastage [25, 26]. The objective is to apply the principal of a natural ecosystem to industrial production [25]. This new concept leads to the reinvention of industrial processes to produce clean solutions and create industry where everything is reused – either returned to the soil in the form of non-toxic (biodegradable), biological nutrients or returned to industry in the form of "technical nutrients" as raw materials for other products that can be indefinitely recycled. A chain of interdependency is therefore constructed within which the manufacturer, its suppliers and customers all have joint responsibility for the non-toxicity of their activity; these clusters of manufacturers are therefore communities that are organized to use one another's waste. This new economic model is expected to be profitable: growth and ecology are no longer opposed but fuel one another. Analysis of the impact of implementation of the circular economy in precursor industrial sectors shows its advantages and opportunities (reduction of the raw materials used and energy consumed, etc.), provided requirements are integrated at the design stage [26]. This new model has been

considered a real factor of growth [27]. For high-tech materials with a short life cycle, the second-hand market is essential: this model then appears particularly appropriate [28].

2.2 Impact of lean green management on the "Manufacturing" operating process

It was in the field of production that the concept of lean manufacturing, the precursor of all lean-inspired models, was developed. The aim of lean manufacturing is to speed up production flows by reducing non-added value, in the context of a continuous improvement process. Lean offers organizations a toolbox full of methods that can be used to eliminate waste from business processes. Lean practitioners traditionally have focused on what they refer to as the "Eight Deadly Wastes": defects, overproduction, waiting, not utilizing people's creativity, transport, inventory, motion, and excessive processing [29]. The following practices have become essential in reference companies: set-up reduction, inventory and waste reduction, kanban pull signals – supplier partnerships – continuous improvement program - total quality management (TQM) – foolproof (poka-yoke) or design for assembly (DFA) systems – total preventive maintenance (TPM) – standard operating procedures (SOPs) – statiscal process control (SPC) [8,30].

Lean manufacturing leads to improved environmental management practice [31]. The study of King and Lenox [32] on lean production systems concluded that lean production was complementary to environmental performance and often lowered the marginal cost of pollution reduction. The study of Rothenberg et al. [33] also re-emphasized the association between lean production and environmental benefits. The increasing use of the ''lean'' and ''six sigma'' manufacturing and process management techniques presents a significant opportunity for a reduction in environmental impacts, through improved efficiency. Lean and green is kin to process excellence [34].

Industrial engineering is the fraction of engineering that focuses on process improvement through the management of people, operations and technology. Through various points of industrial engineering applications, industries can create a proactive approach to reduce the impact to the environment. Lean manufacturing is the business model and collection of tactical methods that emphasize eliminating non-value added activities (waste) while delivering quality products at lowest cost with greater efficiency. In conjunction, six goals of green engineering are: select low environmental impact materials, avoid toxic or hazardous materials, choose cleaner production processes, maximize energy and water efficiencies, design for waste minimization, design for recyclability and reuse of material. With these concepts in mind, lean manufacturing is a link to green engineering. Industrial engineers design and lead strategic interdisciplinary projects that strive to prevent or reduce the impact of manufacturing process activities. Implementing methods and leadership processes that emphasize green manufacturing practices, that identify and eliminate waste will maximize the value of manufactured products and minimize environmental impact [17].

In light of the various studies conducted, there is a widespread consensus on the advantages of an integrated ''lean green'' approach in Production.

2.3 Lean green management and the "Marketing and Sales" operating process

Green Marketing integrates several activities: Green attitudes and responses, Green product development, Green segmentation, Green promotion, Green logistics, Eco-labeling, Green brand position, Green pricing [35]. Therefore, marketing action very clearly has to go beyond simple communication (via ecolabels, for example) in favour of in-depth analysis of the environmental needs of consumers [36, 37].

A promising field for the lean green marketing is offered by the increasing "serviciarisation" of products. The trend is to integrate the "Product Service System" concept, with the objective being not only to sell a product but also a service associated with it [38]. This orientation therefore satisfies the Lean Management principle, aimed at maximizing customer added value, at the same time reducing the materiality of the product and therefore the related wastage. This transition from selling products to providing services offers potential economic and environmental benefits. In turn, this requires a corresponding management shift from simple product volumes to the explicit recognition of complex interlinkages between design, consumption, and efficiency that create function and value for customers. This is a natural outgrowth of industrial ecology, with its holistic view of material and energy flows and the concomitant aim to reduce the environmental impact of products from cradle to grave [18].

Recent common use examples are present in our daily life, such as Velib in Paris (www.velib.paris.fr) and similar forms of provision of a product in exchange for payment for using the product, which enables ownership rights to be replaced with user rights. This also comes down to better use of products and less impact on the environment.

After having discussed the implications of a lean green approach at the level of he main activities composing a company value chain, here we aim at introducing a common transversal managerial approach which is widely considered as a critical lever for successful implementation of lean and green practices, no matter the value chain activity should be concerned with them. We refer to the continuous improvement approach.

Lean is a powerful force for process improvement. It works best—and generates the most value—when it is linked to programs that create a demand for continual improvement [29]. Continuous improvement is of strategic importance but is proving difficult to implement [39]. The key factors of success for long-term continuous improvement were studied recently [40]. It is proving essential to structure management of the continuous improvement process; it is based on an organization involving intermediate and field supervision, the deployment of objectives, the coordination of both innovation projects and progress workstreams "in little steps", the provision of working methods and extensive personnel mobilization [41]. The successful mobilization of personnel has a direct impact on the result of a Lean transformation [42]. The success of continuous improvement approaches has, however, not been proved, with only 11% of companies declaring they were satisfied in 2006, according to [43]. There is therefore still a long way to go. It should be noted that environmental management enables the contribution of the continuous improvement process to company competitiveness to be reinforced [9]. Companies that adopt widely used management system standards such as ISO 9001, ISO 14001 must commit to achieving compliance with legal requirements and using a prevention-based approach to management. More importantly, they must commit to continual improvement. These management system standards do not prescribe specific methods for generating improvement. That's where lean comes in. Lean can serve as a practical method for achieving continuous improvement. Using lean on environmental projects will help create a cooperative approach to continual improvement. Management system standards have requirements for implementing corrective action (see, e.g., ISO 14001 Section 4.5.3) and the best foundation for corrective action is root cause analysis, which seeks to understand the ultimate source of the problem to be addressed. Lean is well suited to root cause analysis because it is designed to identify waste of all types [29].

From a methodological standpoint, Toyota's 5Rs programm (Refine, Reduce, Reuse, Recycle, Retrieve energy) can establish a framework to reduce any form of loss [44]. As a supplement, both green and lean strategies require similar methodologies of external auditing and ongoing reviews [45]. Also, the lean emphasis on rework elimination requires efficient systems to reduce generation of undesired by-products, thus creating an environmental benefit [7, 46, 24]. Therefore, Lean Green management surely boost the continuous improvement process, a major pilar of Lean management.

4 Impact of lean green management onto company operational performance

On the one hand, lean manufacturing has an impact on performance perceived by customers (shorter lead time, lower price, better quality) [47] and on financial performance via the improvement in process efficiency [48]. On the top of that, Lean (just in time, waste minimization and flow management) effects are significantly related to operational performance (Quick deliver compare competitor, Unit cost of product relative to competitors, Overall productivity, Overall customer satisfactions) [49].

On the other hand, environmental management alone does not necessarily improve a company's financial performance or its business. Recent work has shown that the main obstacles to the setup of a green supply chain include high costs and a lack of clear reference basis to be used for the implementation of a green supply chain and analysis of its impact on performance [50]. However, other work defends the argument that combining green management with lean manufacturing is proving pertinent [9]. Numerous studies have shown positive relationships between environmental efficiency and other performance metrics such as quality and cost [33]. When tied to other ingrained continuous improvement methods like six sigma or ISO, this measure can show significant progress on a year-to-year basis [51]. Market-oriented environmental management improves sales turnover [52]. A green supply chain does lead to increased competitiveness and better economic performance [53]. The "Green Waste Reduction Techniques" induce better operational and global performances: costs, lead times, quality, market position, benefits [54].

Whenever we deal with impact of no matter which managerial initiative onto the company performance, it is important to think about the managerial tools needed to monitor and control their implementation. As for the monitoring system, for leading and controlling environmental and lean initiatives within a company, several works have developed frameworks and tools. Thus a balanced indicator chart can be used, meeting the requirements of the various stakeholders: it can measure economic, environmental and social performance [55]. For environmental performance in manufacturing, these four indicators have been proposed: regulatory / gross emission (total chemicals released, total solid waste) / efficiency (energy, water and resource use per unit) / life cycle. On another level, the setup of a network of performance indicators can guarantee the application of best practices for eco-design [56]. To a broader extent, it has been proposed that there are different methods for assessing a supply chain. For example, metrics for evaluating a lean and green supply chain management are: supply chain ROA (return on asset), customer satisfaction, and Life Cycle Assessment (LCA) metrics [57].

It's important to demonstrate the impact of Lean green management to the company performances. The literature review brings out the need for complementary research, to define the links between the implementation of best practices for main activities of the value chain and operational performances.

5 Epilogue

Our literature review allowed us to assess several research directions which may contribute on the one hand, at elucidating the link between a green and a lean approach, in terms of their impact on a firm performance and, on the other hand, in paving the way towards the conception of renewed tools for implementing both lean and green management in companies.

In light of this state of the art, the outlook for research is based on the integrated Lean Green management model. First of all, Lean management optimises the economic performance of the value chain, by incresing value for the customer, and by seeking to eliminate any non- added-value slowing down the transformation of the material into a finished product. In addition, lean green management optimises the environmental performance of the value chain by optimizing the efficiency of materials, energy and water.

One of the percieved differences in the literature between lean and green approaches is that green actually designs the product or process with the environment as a "constraint" while lean-green creates a process with the view of the environment as a "valuable resource" and not a constraint. Accordingly, lean should be viewed as a supporter of the environment and a bridge into the ultimate goal of green management [17]. Lean-to-green should not simply be a "reincarnated" lean program. Instead, it needs to rely on a cooperative effort driven by everyone throughout the company. Managers' interest in lean-to-green will be sustained if they see it as a valuable approach and if deployment leads to definitive results and objective evidence of improvement [29]. Lean, green engineers pave the way for the future [44].

The table 1 shows that recent articles dealing with the lean green integration, written since 2005, are not really "fully" integrated.

Table 1. Synthesis of recent articles dealing with the lean green integration

			Porter (Main activities)				
Year	Authors	Article Category	Manufacturing	Logistics	Marketing & Sales	Continous improvement	Impact on performances
2005	[34] Kleindorfer et al.	Literature Review	X	X			X
2005	[31] Simpson, Power	Research paper	X	X			X
2006	[18] Corbett, Klassen	Research paper	X	X	X		X
2006	[57] Kainuma, Tawara	Research paper		X			X
2008	[29] Pojasek	Methodology study	X			X	X
2009	[54] Bergmiller	Survey	X				X
2009	[19] Farish	Case study	X			X	X
2009	[17] Franchetti et al.	Case study	X	X			X
2010	[24] Mollenkopf et al.	Conceptual Paper	X	X			X
2010	[44] Black, Phillips	Methodology study	X				
2011	[9] Yang et al.	Research paper	X				X

It would therefore appear that there are complementary research and application for the preparation of an integrated model, at the crossroads of lean and green principles, throughout the main activities of a company. This integrated Lean Green management model could be refined on the following 3 levels:

Methodology. What will be the approach encapsulating the best practices of lean green management? In the management of Lean workstreams, the highlighting of non-added-value is based on the construction of VMS mapping (Value Stream

Mapping) [58]. In the management of Lean workstreams, what simple methods would there be to highlight sources of improving the efficiency of materials, energy and water for the operational value chain?

Performance. How would integrated Lean Green management affect the facets of company operational performance? What pertinent operating performance indicator network should be established within the company? Would it be a factor to give the continuous improvement process a dynamic boost? Would the model have to be pertinently segmented according to company typology (process/assembly industry – service company)?

Human resources. Is integrated Lean Green management a factor for the motivation of personnel? How could all the functions of the company be affected?

This preliminary work to analyze literature on the basis of lean green issues, for the main value chain activities, therefore opens up the way for us towards applied research to develop a model to steer lean green approaches. More in-depth work would enable us to reinforce our line of reasoning in order to demonstrate the advantage of a strategy combining economic and environmental performance, backed by the main functions of a company. If this Lean Green model could be considered a pragmatic manner of tackling Sustainable Development principles, then many companies would move beyond the "display" stage to integrate them into a reactive winning strategy. In other words, many companies could abandon "greenwashing" in favour of actual "lean green management".

6 References

[1] Jeffrey K. Liker. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York, 2004.
[2] Shigeo Shingo. A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press, Cambridge, MA, 1989.
[3] Taiichi Ohno. Toyota Production System – Beyond Large Scale Production. Productivity Press, Cambride MA, 1988.
[4] Richard J. Schonberger. Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity. Free Press, New York, NY, 1982
[5] Jostein Pettersen. Defining lean production: some conceptual and practical issues. The TQM Journal, Vol. 21 No. 2, pp. 127-142, 2009.
[6] Yasuhiro Monden. Toyota Production System. Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers, Norcross, GA, 1983.
[7] James P. Womack, Daniel T. Jones , Daniel Roos. The Machine that Changed the World. Harper Collins Publishers, New York, 1990.
[8] Rachna Shah, Peter T. Ward. Defining and developing measures of lean production. Journal of Operations Management, Volume 25, Issue 4, June (2007), pp. 785–805, 2007.
[9] Ma Ga(Mark)Yang, Paul Hong, Sachin B. Modi. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. International Journal of Production Economics, Volume 129, Issue 2, February, pp. 210–220, 2011
[10] James P. Womack, Daniel T. Jones. From Lean Production to the Lean Entreprise – Harvard Business Review 72, pp. 93-103, 1994.
[11] Roberto Panizzolo. Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers. The relevance of relationships management. Int. J. Production Economics 55 (1998), pp. 223-240, 1998.
[12] Deborah Nightingale. Principles of Entreprise Systems, Second International Symposium on Engineering Systems, MIT, Cambridge, Massuchusetts, June 15-17, 2009.
[13] Suzanne de Treville, John Antonakis. Could lean production job design intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. Journal of Operations Management 24, pp. 99–123, 2006.
[14] Wayne Norman and Chris MacDonald. Getting to the bottom of 'triple bottom line - Business Ethics Quarterly, Vol. 14, 2004.
[15] Göran Svensson. Aspects of sustainable supply chain management (SSCM): conceptual frame-work and empirical example. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 12 No. 4, 2007.
[16] Mohd Nishat Faisal. Sustainable supply chains: a study of interaction among the enablers. Business Process Management Journal, Vol. 16 No. 3, pp. 508-529, 2010.
[17] Matthew Franchetti, Kyle Bedal, Jenny Ulloa, and Selena Grodek. Lean and green : Industrial engineering methods are natural stepping stones to green engineering. Industrial Engineer, September, pp. 24-29, 2009.
[18] Charles J. Corbett, Robert D. Klassen. Extending the horizons : environmental excellence as key to im-proving operations. Manufacturing & Service Operations Management, Vol 8 N°1 Winter, pp. 5–22, 2006.
[19] Mike Farish. Plants that are green. Engineering & technology, 14 - 27 February, pp. 68-69, 2009.

[20] Richard Florida. Lean and Green: the move to environmentally conscious manufacturing. California Management review, Vol. 39, 1996.
[21] Frances E. Bowen, Paul D. Cousins, Richard C. Lamming, Adam C. Faruk. The role of supply management capabilities in green supply. Production and Operations Management, Vol. 10 No. 2, pp. 174-189, 2001.
[22] Michael Porter. Competitive Strategy : Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York, NY : The Free Press, 1980.
[23] Marisa P. de Brito, Valentina Carbone, Corinne Meunier Blanquart. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe : organisation and performance. Int. J. Production Economics, Vol.114 N°2, pp. 534-553, 2008.
[24] Diane Mollenkopf, Hannah Stolze, Wendy L. Tate, Monique Ueltschy. Green, lean, and global supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 40 No. 1/2, pp. 14-41, 2009.
[25] Michael Braungart, William McDonough, Andrew Bollinger. Cradle-to-cradle design : creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. Journal of Cleaner Production 15, pp. 1337-1348, 2007.
[26] Sameer Kumar, Valora Putnam. Cradle to cradle : Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. Int. J. Production Economics 115, pp. 305– 315, 2008.
[27] Devashish Pujari. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. Technovation, Vol. 26 Issue 1, p76-85,.2006.
[28] Yang Zhilei, Wang Wei. The research on pricing strategy for perishable high-tech products based on circular economy. Energy Procedia 5, pp. 1842–1846, 2011.
[29] Robert B. Pojasek. Framing Your Lean-to-Green Effort. Environmental Quality Management, Autumn 2008, pp. 85-93, 2008.
[30] Robert Conti, Jannis Angelis, Cary Cooper, Brian Faragher, Colin Gill. The effects of lean production on worker job stress - International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 No. 9, pp. 1013-1038, 2006.
[31] Andrew Dayna F. Simpson, Damien J. Power. Use the supply relationship to develop lean and green suppliers - Supply Chain Management: An International Journal, 10/1, pp. 60–68, 2005
[32] Andrew A. King, Michael J. Lenox. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. Production and Operations Management, Vol. 10 No. 3, pp. 244-256, 2001
[33] Sandra Rothenberg, Frits K. Pil, James Maxwell, 2001. Lean, green, and the quest for superior performance. Production and Operations Management, Vol. 10 N°3, pp. 228-243, 2001.
[34] Paul R. Kleindorfer P.R., Kalyan Singhal, Luk N. Van Wassenhove. Sustainable Operations Management. Production and operations management - Vol. 14, No. 4, Winter, pp. 482–492, 2005.
[35] Constantinos N. Leonidou, Leonidas C. Leonidou. Research into environmental marketing/management: a bibliographic analysis. European Journal of Marketing, Vol. 45 No. 1/2, pp. 68-103, 2011
[36] Michael Jay Polonsky. Transformative green marketing: Impediments and opportunities. Journal of Business Research, Vol. 64, pp. 1311–1319, 2011.
[37] Emma Rex, Henrikke Baumann H. Beyond ecolabels: what green marketing can learn from conventional marketing. Journal of Cleaner Production, Vol. 15, pp. 567 – 576, 2007.
[38] Xiuli Geng, Xuening Chu, Deyi Xue, Zaifang Zhang. A systematic decision-making approach for the optimal product–service system planning. Expert Systems with Applications Vol. 38, 2001.
[39] John Bessant, Sarah Caffyn S., Maeve Gallagher. An evolutionay model of continuous improvement behaviour. Technovation 21 (2001) pp. 67–77, 2001.
[40] Wiljeana J. Glover, Jennifer A. Farris, Eileen M. VanAken, Toni L. Doolen. Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: An empirical study. Int. J.ProductionEconomics132, 197–213, 2011.
[41] Gopesh Anand, Peter T. Ward, Mohan V. Tatikonda, David A. Schilling. Dynamic capabilities through continuous improvement infrastructure. Journal of Operations Management, Vol. (27), pp. 444–461, 2009.
[42] David Losonci, Krisztina Demeter, Istva´n Jenei I. Factors influencing employee perceptions in lean transforma-tions – Int. J. Production Economics 131, pp. 30-43, 2011.
[43] Gerry Mendelbaum. Keep your eye on the ball. APIC Magazine, January, 2006.
[44] J.T. Black, D. Phillips. The lean to green evolution. Industrial Engineer, June, pp. 46-51, 2010
[45] Derek Parker. "Holden's drive for green, lean supply chains", Manufacture's Monthly, November, p. 16, 2008.
[46] Phil Friedman. Leaning toward green: green your supply chain with lean practices. Outsourced Logistics; Nov2008, Vol. 1 Issue 6, p16-17, 2008.
[47] Rachna Shah, Peter T. Ward. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance - Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 2, March, pp. 129–149, 2003.
[48] Rosemary R. Fullerton, Cheryl S. McWatters, Chris Fawson. An examination of the relationships between JIT and financial performance. Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 4, July, pp. 383–404, 2003.
[49] Shams Rahman, Tritos Laosirihongthong, Amrik S. Sohal. Imact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21 No. 7, pp. 839-852, 2010.

[50] Valentina Carbone, Valérie Moatti. Towards greener supply chains: an institutional perspective. International Journal of Logistics: Research & Applications, June, Vol. 14 Issue 3, p179-197, 2011.
[51] Sandra Rothenberg, Brian Schenck, James Maxwell. Lessons from benchmarking environmental performance at automobile assembly plants. Benchmarking: An International Journal, Vol. 12 No. 1, pp. 5-15, 2005.
[52] Stefan Schaltegger, Terje Synnestvedt. The link between `green' and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance. Journal of Environmental Management 65, pp. 339-346, 2002.
[53] Purba Rao, Diane Holt. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 No. 9, pp. 898-916, 2005.
[54] Gary G. Bergmiller, Paul R. McCright. Parallel Models for Lean and Green Operations. Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference, Miami, FL, 2009
[55] Martin O'Connor, Joachim H. Spangenberg. A methodology for CSR reporting: assuring a representative diversity of indicators across stakeholders, scales, sites and performance issues - Journal of Cleaner Production 16, pp. 1399-1415, 2008.
[56] Carlos Cerdan, Cristina Gazulla, Marco Raugei, Eva Martinez, Pere Fullana-i-Palmer. Proposal for new quatitative eco-design indicators : a first case study. Journal of Cleaner Production 17, pp. 1638–1643, 2009.
[57] Yasutaka Kainumaa, Nobuhiko Tawara. A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. Int. J. Production Economics, Vol. 101, pp. 99–108, 2006.
[58] Peter Hines, Nick Rich. Learning to evolve: a review of contemporary lean Thinking. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24 No. 10, pp. 994-1011, 2004.

Article présenté à MIM 2013, le 20 juin 2013

- IFAC MIM 2013 on Manufacturing modeling, Management and Control – June 19-21. St Petersburg (Russia) – Article présenté : A model of waste management, as an application of lean-green in manufacturing

Combining lean and green in manufacturing: a model of waste management

Fercoq, A.*, Lamouri, S.*, Carbone, V., Lelièvre, A.***, Lemieux, A.A.******

**Arts & Métiers ParisTech, Paris, France (Tel: 00336 07 23 00 12; e-mail: alain.fercoq@ensam.eu – samir.lamouri@ensam.eu).*
***ESCP Europe, Paris, France (e-mail: valentina.carbone@gmail.com*
****Exxelia company, Paris, France (e-mail : adrien.lelievre@exxelia.com)*
***** Ecole Polytechnique, Montréal, Canada (e-mail: andree-anne.lemieux@ensam.eu)*

Abstract: In this paper, we focus our attention on the modeling of waste management as an application of environmental concern (green) integrated with lean manufacturing. The literature confirms the convergence between the two concepts, for waste reduction. Nevertheless, there are interesting avenues of research in the development of an integrated model, at the crossroads of lean and green principles. So, we propose a framework in three levels for optimizing a waste minimization program: an integrated improvement process (level 1), a strategic matrix and an integrated toolkit (level 2), and finally an "advanced 3R (Reduction / Reuse / Recovery)" method (level 3).

Keywords: Lean Manufacturing - Waste treatment – Model management - Environmental engineering.

1. INTRODUCTION

Since the Eighties, companies in developed countries have been facing increasingly sharp competition. In this context, where customers have become more demanding and more versatile, Lean Manufacturing has been widely adopted. The targeted objectives are numerous; they are summarized in reference works (Ohno, 1988; Liker, 2004): reduce waste and improve value, make products with fewer defects, customer focus (high quality, low cost, short time), robust production operations, cost reduction (Pettersen, 2009)..

More recently, environmental and social concerns have increasingly become critical issues within our societies and economies. Since the end of the Eighties, the sustainable development concept (WCED 1987) defined as "Development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs", has aroused growing interest. A sustainable enterprise is the one that contributes to sustainable development by simultaneously delivering economic, social, and environmental benefits or what has been termed "the triple bottom line" (Norman and MacDonald, 2004). The recognition of the debilitating effects of environmental pollutions has put the industries and communities on alert to the impending doom if appropriate action is not taken in time.

Manufacturers can simultaneously adopt these twin strategies of 'Lean and Green' and create an environmental stance that is a driver for reduced costs and risks, increased revenues, and improved brand image; phrases such as "lean is green" are increasingly commonplace (Corbett and Klassen, 2006).. Combining green management with lean manufacturing is proving pertinent (Yang et al., 2011).

In an environmental improvement plan, several issues can be taken into account: carbon dioxide (CO2) emissions, emissions of volatile organic compounds (VOC), waste generation, water use (Yu et al., 2009). The two last ones are very common to any industry, and more precisely, waste generation is the closest area to the lean manufacturing concept, focused on the reduction of any type of redundancy. Lean practitioners traditionally have focused on what they refer to as the seven forms of waste: over-production, defects, unnecessary inventory, inappropriate processing, excessive transportation, waiting, and unnecessary motion (Pepper and Spedding, 2009). Environmental waste can be considered as an additional one. Otherwise, primary resources become more and more scarce and consequently expensive. To reduce their consumption is a critical stake for any company.

It's the reason why we focus our attention on waste management. Accordingly this article deals with an integrated model focused on waste management, at the crossroads of lean and green principle; this model aims to develop an improvement plan to reduce waste treatment costs, and at the same time improve environmental and social impacts. The remainder of the paper is organised as follows. Section 2 presents a literature review oriented on lean green management in manufacturing and waste management. Section 3 presents our waste management framework as an application of lean-green principles in manufacturing. The framework is structured in three key levels which are : an integrated improvement process (level 1), a strategic matrix and an integrated toolkit (level 2), an "advanced 3R (Reduction / Reuse / Recovery)" method (level 3). The paper concludes in section 4 by underlying our contribution and our future research activities in this area.

2. THE LITERATURE REVIEW

2.1 Lean green management in manufacturing

On the one hand, lean manufacturing focuses on elimination of waste within the firm's production system through continuous improvement and process changes for reducing non-value added activities or elimination of wastes (Womack et al., 1990; Florida, 1996). On the other hand, a cleaner production, introduced by UNEP in 1989, is defined as continuous application of an integrated preventive environmental strategy applied to products, processes and services addressing the causes of pollution. This approach aims to prevent pollution at its very source as opposed to the end of the pipe solution practiced in many places (Purba Rao, 2004). Pollution prevention is on the highest step of the green supply chain (Wang and Gupta, 2011).

Concerning the integration of the two concepts, many researchers deal with the lean green manufacturing : Florida, 1996; Kleindorfer et al.,2005; Simpson and Power, 2005; Corbett and Klassen, 2006; Pojaseck, 2008; Bergmiller, 2009; Mollenkopf and al., 2010; Yang et al.,2011. They emphasize the great convergence; lean and green is keen to process excellence (Kleindorfer et al., 2005). King and Lenox (2001) investigate the hypothesis that lean production reduces the marginal cost of environmental management and, consequently results in enhanced environmental performance. Their research concludes that lean production is complementary to improvements in environmental performance and it often lowers the marginal cost of pollution reduction thus enhancing competitiveness. And more recently, the convergence between the two concepts has been again underlined : lean orientation may also help firms to adopt environmental management practices which aim at reducing waste and pollutant ejection (Yang et al., 2011).

To wrap up, a widespread agreement exists in the literature around the convergence between lean

manufacturing and green management; nevertheless, to the best of our knowledge, a concrete model to improve both environmental performance and competitivity is still missing. It would therefore appear that there are interesting avenues of research and application for the development of an integrated model, at the crossroads of lean and green principles.

2.2 Waste management

In the waste management literature, a widespread agreement exists around the hierarchal nature of the alternative waste management options, although slightly different hierarchies have been proposes (figure 1). These hierarchies set out the priorities for waste management. In addition, conceptual frameworks for waste minimization have been developed. A three-step sequential approach is described by Musee et al. (2007) : waste source identification and quantification, qualitative evaluation of waste causes and finally feasible derivation of alternatives for waste minimization.

Authors	Steps						
Allen, D.M. (1994)	Disposal this is the least attractive waste management option, usually landfill or incineration.	Recovery the recovery of value or energy from waste materials, this incorporates material recycling, composting and the recovery of energy from waste.		Reuse this involves putting objects back into use so they do not enter the waste stream.	Reduction the main priority for sustainable waste management involving the reduction or minimisation of waste at source.		Elimination (total elimination of waste by radical process changes, usually an unrealistic expectation)
Petek and Glavic (1996)	Disposal		Recycling Treatment		Waste minimization by source Reduction	Prevention (at design stage)	Elimination
Mohan Das Gandhi et al. (2006)	Disposal without energy recovery	Disposal With energy recovery	Recycle	Reuse	Reduce		
Black and Phillips (2010)		Retrieve energy	Recycle	Reuse	Reduce		Refine

Fig.1. The waste hierarchy

Similarly, Darlington et al. (2009) have proposed a waste analysis methodology tailored to the specific requirements of food manufacturing, which consists of: waste inventory analysis to highlight and monitor the sources of waste throughout the production processes, cost and environmental impact analysis to perform a cost analysis and to prioritize the importance of cost management, Reduce–recycle–disposal analysis to highlight a detailed step-by-step solution for reducing, reusing and recycling and safe disposal of the waste. To support such a framework, Darlington et al. (2009) elaborate a set of tools for waste minimization: IDEF0 representation, a physical flow and an input (raw materials) / output (wastes) diagram through the various stages of manufacturing. Other researchers (Maxime et al. 2006, Hogland and Stenis 2000) produce a quite similar deliverable: input and output flows, solid residues fluxes, flow of material and energy.

Reading through this literature stream, we believe that there are some opportunities to complete methods and tools, in order to make them more effective, relying on lean concepts. This will be highlighted in the next section, where we introduce a model of waste management as an application of lean-green principles to manufacturing.

3. THE MODELLING OF WASTE MANAGEMENT AS AN APPLICATION OF LEAN GREEN INTEGRATION

Primary resources become more and more scarce and consequently expensive. The reduction of their consumption stands as a critical stake for any company. In addition, regulations are becoming more and more tight and therefore, the costs of waste treatment are steadily increasing. On the top of that, their social impacts must also be reduced. Accordingly, the objective of implementing an improvement plan for companies to reduce waste becomes a priority. A robust method is needed to ensure effective results. The modelling of waste management as an application of lean-green principles to manufacturing aims to put forward such a method.

As a starting point, we propose to analyse the existing research on structured methods, in two ways, firstly the Continuous Improvement process, and secondly, the Business Process Improvement (or Re-engineering).

Bessant et al. (1994) say that CI needs to be managed as a process rather than a single event. In particular it involves a learning cycle, moving from identification, through exploration and selection of improvement suggestions to implementation and review. A typical and widely used example is the Deming wheel-*plan, do, check, act*-but many other variants are in use. Moreover, Six Sigma brings structure to process improvement by providing the user with a more detailed outline of Deming's plan-do-check-act cycle by guiding the initiative through a five stage cycle of define-measure-analyse-improve-control (DMAIC) (Pepper and Spedding, 2009).

On the other hand, the research of Zellner (2011) in his structured evaluation of Business Process Improvement, is very helpful. To support the implementation of BPI, Adesola and Baines (2005) suggest a generic and practical methodology named model-based and integrated process improvement (MIPI). Vakola et al. (1998) bring in an another point of view, a generic model derived from a literature review and an assessment of best practices: it conceptualises BPR as a cycle of successive steps and as an ongoing process.

Merging and developing further the previous methods, gives us the opportunity to propose a robust model – see the figure 2. The strategic aspect integrated at the beginning is important to give a direction to the expected improvements, which is consistent with the

overall objectives of the company. The following steps (tactical activities) define the structure and the roadmap to follow for an efficient achievement of the expected outcomes.

Methods	Authors	STEPS						
CI process (Deming)	Bessant et al. (1994)	Plan			Do			Check - Act
Business Process Improvement	Vakola et al. (1998)	Develop business vision and process objectives	Understand existing processes and identify process for redesign	Identify change levers			Implement the new process	Evaluate the new process & ongoing continuous improvement
Business Process Improvement	Adesola and Baines (2005)	Assess readiness (develop strategy for change)	Outline process under review	Detailed data collection	Form model of current process	Assess and redesign process	Implement improved process	Review process
6 Sigma	Pepper and Spedding, (2009)	Define		Mesure	Analyse	Improve		Control
The waste management	Muse et al. (2007) Darlington (2009)		Waste source identification	Quantification qualitative evaluation	Reduce–recycle–disposal analysis			
The integrated improvement process for waste management	Fercoq et al. (2012)	Strategy for waste management	Identify wastes source	Mesure wastes - Quantification , qualitative evaluation	Analyse wastes	Improve wastes process	Implement the new wastes process	Control (evaluate the performance & ongoing continuous improvement)

Fig.2. The integrated improvement process for waste management (model – level 1).

Here it follows a description of these two layers of the model, the strategic one (why?) and the tactical framework (how?).

3.1 A strategic framework (why?)

The company must have a statement, which makes it clear the main strategic objectives to pursue within its environmental strategy. The vision statement can help communicate to employees/customers where the company is looking to go. This statement should have the support and commitment of all managers (Khan et al., 2007). Setting clear strategic targets and communicating them across the organization is thus a prerequisite for CI success; the absence of such direction can lead to a lack of focus within CI and, over time, a lack of motivation as people reflect that their efforts do not seem to be getting anywhere (Bessant et al., 1994). Dias Sardinha and al. (2003) highlights six environmental strategic objectives that may guide performance evaluation: pollution control / regulatory compliance, pollution prevention, eco-efficiency, eco-innovation, (eco)-ethics, sustainability. According to Orsato (2006), eco-efficiency is one of the 4 competitive environmental strategies; on the one hand, it reduces costs and on the other hand, it optimizes the organizational processes.

According to these previous studies, eco-efficiency can be considered as a base for the modelling of waste management. The concept of lean manufacturing is similar to eco-efficiency, because it tries to minimize non-value adding activities and to reduce resources use, thereby increasing efficiency (Rao, 2004). Eco-efficiency aims to reduce the consumption of resources (e.g. energy, water and raw materials), as well as the impact on the natural environment (e.g. air and waterborne emissions, waste disposal and dispersion of harmful substances), while maintaining or enhancing the value of the manufactured product (producing an equivalent amount, or even more) (Maxime et al., 2006). The matrix below synthetize our strategic framework; it is decomposed in two axes: on the one hand the stakes (economic versus human), on the other hand the perimeter (internal versus external).

		Perimeter	
		Internal	External
Stakes	Economic	Eco-efficiency	Eco-partnership
	Human	Eco-responsability	Eco-sharing

Fig.3. The strategic matrix (model / level 2)

Concerning the Eco-responsability strategy, the importance of employee involvement in adopting environmental practices has been highlighted in existing research (Florida, 1996). Lean manufacturing creates, within an organization, the orientation to increase employee responsibility and involve employees in waste reduction efforts (Shah and Ward). Such lean orientation may also help firms to adopt environmental management practices which aim at reducing wastes and pollutants (Yang et al., 2011). So, about the human impacts, lean and green are clearly convergent. More precisely, eco-responsability can reinforce the motivation of workers because everyone is engaged in the same eco-friendly action (to reduce waste at its source, to improve sorting, for instance). Being involved in environmental improvement can be strongly meaningful, and according to the fifth level of motivational hierarchy, Work/life harmony, where the drive is to achieve a sense of fulfillment in balancing work and life responsibilities (Stum, 2001), this induces motivation, even well-being.

About the Eco-partnership strategy, RAO (2004) emphasizes the importance of supplier integration. Similarly, the concept of shared value (Porter and Kramer, 2011) can be taken into account to reinforce the improvement of external social aspects. Companies can create economic value by creating societal value. The authors suggest both to redefine productivity in the value chain, and to build supportive industry clusters around the company's locations. Moreover, the circular economy is a good practice to implement. Originally conceptualized by Braungart and al. (2007) in their famous book « From cradle to cradle design », it contributes towards the achievement of "zero waste": waste is used as a resource to produce another product or, more generally, is used in another value chain; every object has a second life! The circular economy is therefore opposed to wastage. The concept of eco-partnership merges these aspects. Furthermore, suppliers (of waste treatment) involvement in a waste progress plan can boost the results, because a more

accurate sorting induces a reduction of waste treatment. Every stakeholder can be involved, even the customers. A strategic alliance both upstream and downstream can lead to the expansion of a much bigger energy industry (Wang and Gupta, 2011).

Concerning the Eco-sharing strategy, it is at the crossing of worker's motivation and the social positive impact of the company. The transformation of waste into donation, through social rehabilitation association, for instance, is one of its characteristics. Instead of dropping waste, workers sort and donate them which induces motivation because of a positive and supportive behaviour sense. Even if the aim of eco-sharing is not to earn money, it improves indirectly the operational performance of the company, thanks to the well-being of workers .

To conclude this paragraph, a company has different reasons for engaging a progress plan to reduce waste. Behaving as a sustainable enterprise may become more and more a strategic goal. That's the clue of our strategic matrix, preliminary to any tactical consideration.

3.2 A tactical framework (How?)

The first level of the model for waste management, previously described, provide us with a framework to progress efficiently. Beyond the strategic step, it is needed to precise methodological tools to use, systematically for some of them, optional for the others. CI requires a supporting toolkit (Bessant et al., 1994). Over a procedure model (order of activities to be fulfilled), the definition of techniques (way of generating results) is one of the mandatory elements of a method (Leist and Zellner, 2006). The matrix (figure 4) integrates, on the one hand tools mentioned in the literature review (waste management tools), and on the other hand tools from lean production; these ones are visual and are conducted in team work. It induces a better involvement of workers. These "lean green" tools will allow for an optimization of the waste minimization programme.

	The integrated toolkit for waste management	
The steps of the Integrated Model for Waste Management	Waste management tools – Darlington et al. (2009) Maxime et al. (2006)	Lean (and Six Sigma*) tools - Bhuiyan et al. (2006)
Identify wastes source	. inputs (raw materials) / outputs (wastes) diagram	. 5 Whys/2 How's . Pareto
Mesure wastes (Quantification, qualitative evaluation)	. IDEF0 representation . Physical flow / solid residues fluxes	. Process mapping . Spaghetti chart
Analyse wastes	Reduce / Re-use / Recover hierarchy	. Fishbone . Root Cause Analysis . Cp/Cpk (process capability assessment)
Improve wastes process		5S, Visual Management, Poka-Yoke, Standard work, DOE, SPC, FMEA, Variable effect analysis

Fig.4. The integrated toolkit (model – level 2)

More precisely, we suggest to focus on the "Reduce / Re-use / Recover" hierarchy. To complete the waste hierarchy, we propose an "advanced 3R" method to help companies in their improvement plan. The "advanced 3R" breaks down the improvement into internal and external actions. This segmentation is a link to the previously defined strategy. According to figure 5, the analysis of waste must absolutely start by the Reducing step with internal actions, thanks to the lean manufacturing tools. And then, the improvement is focused on the waste reuse. After the three first steps (phase 1 / internal actions), the external solutions (phase 2) are studied from recovery to reduction. This movement in 2 phases combines both continuous improvement and breakthrough improvement, as recommended by Harrington (1995). Thanks to this structured sequence, the action plan is optimized (minimum expenses for maximum profit)

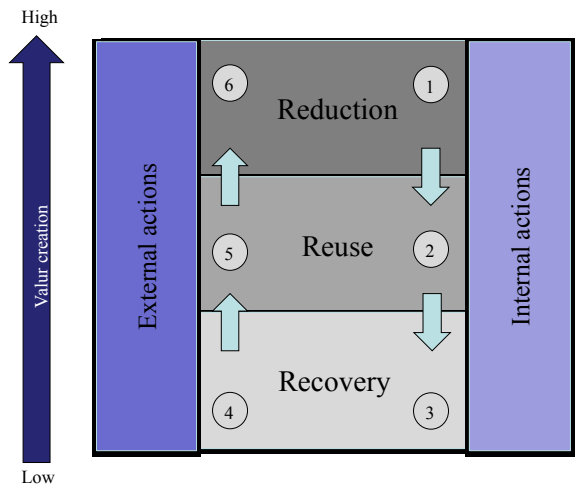


Fig.5. The "advanced 3R" method (model – level 3)

The benefits of the "advanced 3R" model have been studied in two case studies (simulations with students from Arts & Métiers ParisTech during a waste minimization programme). For each case study, after

having learnt about the problem (objective, waste to reduce) during a first phase, the student was free to propose suggestions (relying exclusively on the waste hierarchy). Then, during a second phase, the "Advanced 3R" method was presented to student; consequently, they were then able to brainstorm and suggest other solutions, building from the new methodological tool. The matrix below presents the comparisons between the two phases, for each case study. The highlighted gaps are strongly profitable, thanks to the internal actions, essentially.

Company profile / Stategy / objective	Waste	Without "advanced 3R" method – Firt suggestions	With"Advanced 3R" Method/internal actions	With"Advanced 3R" Method/external actions	Gap between solution A and solution B + C (With"Advanced 3R")
Electronics industry (components) / Eco-efficiency / treatment cost reduction	Rinsing bath (initial treatment cost = 28k€)	Solution A – Step 4 (Recovery – external action) .Action : integration of recycling process (investment) . Profit : 8 k€ / year . Expenses : 40k€	Solution B – Step 1 & 2 (Reduction + reuse + recovery) Action 1 : modification of the rinsing process (the water for the 2nd rinse is reused for the 1rst rinse) Action 2 : evaporation of rinsing water . Profit : 18 k€/year . Expenses : 5 k€	Solution C – Step 4 (Recovery) Action : waste is collected less frequently and is mutualised with a partner . Profit : 2 k€ / year . Expenses : /	. More profit (multiplied by 2,5) . Less expenses (divided by 8)
Food industry (chocolate) / Eco-efficiency / treatment cost reduction	Cask for evacuation of material waste (initial cost = 15k€)	Solution A – Step 5 (Reuse – external action) . Action : Reuse of casks . Profit : 2 k€ / year . Expenses : /	Solution B – Step 1 (Reduction) Action : packaging modification (from cask to cardboard big box) . Profit : 8 k€ / year . Expenses : /	Solution C – Step 4 (Recovery) Action : recycling of cardboard big box . Profit : 2 k€ / year . Expenses : /	. More profit (multiplied by 5)

Fig.6. The case studies

Following such preliminary results derived from the two case studies, the "Advanced 3R" model is very helpful to improve waste management, as it allows for a more structured and segmented approach to the waste management problem. Of course, preventive actions are strongly preferred to "end-of-pipe" actions. Nevertheless, before engaging external action, internal actions must be precisely scanned.

3.3 An overview of the model of waste management

The framework of the model in three levels is summarized in the matrix below. Level 1 is an application of Business Process Improvement principles to waste management. Level 2 is splitted up into a strategic and a tactical layer. This strategic definition cannot be overlooked, because waste management can be a meaningful field. In addition, it's helpful to use methodological tools to support the previous improvement process and the "advanced 3R" seems to be a valid option.

Level 1	The integrated improvement process	A process in seven phases : Strategy – Identify – Measure – Analyse – Improve – Implement - Control
Level 2	The strategic matrix	4 possible objectives for the improvement plan : Eco-efficiency - Eco-responsability - Eco-parternship - Eco-sharing
Lev 2	The integrated toolkit	"Lean green" tools, for the phases "Identify – Mesure – Analyse – Improve"
Level 3	The "advanced 3R" method	A six steps sequence, for Analyse and Ielmprove phases

Fig.7. The synthesis of the model of waste management

4. CONCLUSIONS AND RESEARCH OUTLOOK

This article presents a model for waste management as an application of environmental concern (green) to lean manufacturing. This model in three levels may bring in consistent improvement to a waste minimization programme. Nevertheless, complementary research to this preliminary work will demonstrate more precisely the relevance of the model. Statistical studies (Variable effect analysis, Design of experiment) must be carried out, to demonstrate for instance the impact of eco-efficiency onto worker motivation, the impact of the "advanced 3R" method onto the costs of waste treatment. This more in-depth work would enable us also to precise the impact of a waste improvement plan onto the different facets of company performance: economic, environmental and social. Finally, this model for waste management could be expanded to energy efficiency improvement and to water consumption reduction. We foresee interesting avenues of research in this field for the next years.

REFERENCES

Adesola, S. and Baines, T. (2005). Developing and evaluating a methodology for business process improvement. *Business Process Management Journal*, Vol. 11 No. 1, pp. 37-46.

Allen, D.M. (1994). Waste minimisation and treatment: an overview of technologies. *Greener Management International*, Vol. 5, January, pp. 22-28.

Bates, M.P. and Phillips, P.S. (1999). Sustainable waste management in the food and drink industry. *British Food Journal*, Vol. 101 No. 8, pp. 580-589.

Bergmiller, G.G., McCright, P.R. (2009). Parallel Models for Lean and Green Operations. *Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference*, Miami, FL

Bessant, J., Caffyn, S., Gilbert, J., Harding R. and Webb, S. (1994). Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, Vol. 14(1), pp.17-29.

Black, J.T. and Phillips, D. (2010). The lean to green evolution. *Industrial Engineer*, June, pp. 46-51.

Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design : creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product

and system design. *Journal of Cleaner Production,* Vol. 15, pp. 1337-1348.

Bhuiyan, N., Baghel, A., Wilson, J. (2006). A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55 No. 8, pp. 671-687.

Caffyn, S. (1999). Development of a continuous improvement self-assessment tool. *International Journal of Operations &Production Management*,Vol. 19 No. 11, pp. 1138-1153.

Corbett, C.J., Klassen, R.D. (2006). Extending the horizons : environmental excellence as key to improving operations. *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol 8 N°1 Winter, pp. 5–22.

Darlington, R., Staikos, T. and Rahimifard, S. (2009). Analytical methods for waste minimization in the convenience food industry. *Waste Management*, Vol. 29, pp.1274–1281.

de Ron, Ad J. (1998). Sustainable production: The ultimate result of a continuous improvement. *International Journal of Production Economics*, Volumes 56-57, 20 September, pp. 99-110.

Dias Sardinha, I., Reijnders, L. and Antunes, P. (2003). From environmental performance evaluation to to eco-efficiency and sustainability balanced scored cards. *Environmental quality management*, Vol. Winter, pp. 51-63.

Florida, R. (1996). Lean and Green: the move to environmentally conscious manufacturing. *California Management review*, Vol. 39, pp. 80-105.

Harrington, H.J. (1995). Continuous versus breakthrough improvement, finding the right answer. *Business Process Re-engineering & Management Journal*, Vol. 1 No. 3, pp. 31-49.

Hogland, W. and Stenis, J. (2000). Assessment and system analysis of industrial waste management. *Waste Management*, Vol. 20, pp.537-543.

Kainuma, Y., Tawara, N. (2006). A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. *Int. J. Production Economics*, Vol. 101, pp. 99–108.

Khan, Z., Rajeev, K., Bali, R.K. and Wickramasinghe, N. (2007). Developing a BPI framework and PAM for SMEs. *Industrial Management & Data Systems*. Vol. 107 No. 3, pp. 345-360.

King, A., Lenox, M. (2001). Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, Vol. 10 No. 3, pp. 244-256.

Kleindorfer, P.R., Singhal, K., Van Wassenhove, L.N. (2005). Sustainable Operations Management. *Production and operations management* - Vol. 14, No. 4, Winter, pp. 482–492.

Leist, S. and Zellner, G. (2006). Evaluation of current architecture frameworks". *ACM Symposium on Applied Computing (SAC), Bourgogne University, Dijon*, pp. 1546-53.

Liker, J.K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York.

Maxime, D., le Marcotte M. and Arcand, Y. (2006). Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14, pp. 636-648.

Mohan Das Gandhi, N., Selladurai, V. and Santhi, P. (2006).Unsustainable development to sustainable development: a conceptual model. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 17 No. 6, pp. 654-672.

Mollenkopf, D., Stolze, H., Tate, W.L., Ueltschy, M. (2009). Green, lean, and global supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 40 No. 1/2 , pp. 14-41.

Musee, N., Lorenzen, L. and Aldrich, C. (2007). Cellar waste minimization in the wine industry: a systems approach. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, pp. 417-431.

Norman, W., MacDonald, C. (2004). Getting to the bottom of triple bottom line - *Business Ethics Quarterly*

Ohno, T. (1988). Toyota Production System – Beyond Large Scale Production. *Productivity Press, Cambride MA.*

Orsato, R. (2006). Competitive Environmental Strategies : when doest it pay to be green? *California Management Review*, Vol 48 N°2, pp. 127-143.

Pepper, M.P.J. and Spedding, T.A. (2009). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 27 No. 2, pp. 138-155.

Petek, J. and Glavic, P. (1996). An integral approach to waste minimization in process industries. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 17, pp.169-188.

Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, Vol. 21 No. 2, pp. 127-142.

Pojasek, R.B. (2008). Framing Your Lean-to-Green Effort. *Environmental Quality Management*, Autumn 2008 , pp. 85-93.

Porter, M., Kramer, M.R. (2011). Creating Shared Value. Connecting company success and community benefit – and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, January–February, pp. 62-77.

Rao, P. (2004). Greening production: a South-East Asian experience. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24 No. 3, pp. 289-320.

Shah, R., Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance -

Journal of Operations Management, Volume 21, Issue 2, March, pp. 129–149.

Simpson, D.F., Power, D.J. (2005) - Use the supply relationship to develop lean and green suppliers - *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 10 No. 1, pp. 60–68.

Stum, D.L. (2001). Maslow revisited: building the employee commitment pyramid. *Strategy & leadership*, Vol. 29,N°4, pp. 4-9.

Vakola, M. and Rezgui, Y. (2000).Critique of existing business process re-engineering methodologies - The development and implementation of a new methodology. *Business Process Management Journal*, Vol. 6 No. 3, pp. 238-250.

Yang, M.G., Hong, P., Modi, S. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, Volume 129, Issue 2, February, pp. 210–220.

Yu, V., Ting, H., Wu, Y.C.J. (2009). Assessing the greenness effort for European firms, A resource efficiency perspective. *Management Decision*, Vol. 47 No. 7, pp. 1065-1079.

Wang, H.F., Gupta S.M. (2011). Green Supply Chain Management : Product Life Cycle Approach, chapter 1. *Mc Graw Hill, New York.*

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (1990). The Machine that Changed the World. *Harper Collins Publishers, New York.*

Zellner, G. (2011). A structured evaluation of business process improvement approaches. *Business Process Management Journal*, Vol. 17 No. 2, pp. 203-237.

Article soumis le 15 octobre 2013, pour la revue Journal of Cleaner Production

- Article Journal of Cleaner Production “Lean Green integration focused on waste reduction techniques in manufacturing, a quantitative study”

Lean Green integration focused on waste reduction techniques in manufacturing, a quantitative study

Alain Fercoq*, Samir Lamouri*, Valentina Carbone**

*Arts et Métiers ParisTech

** ESCP Europe

Abstract: This paper proposes a quantitative study about Lean Green integration focused on waste reduction techniques within manufacturing processes. The literature confirms the convergence of the concepts of Lean Manufacturing and Green Supply Chain Management. More precisely, Waste Reduction Techniques (WRT) are considered one of the main attributes of the overlap between Lean and Green paradigms. This offers interesting research perspectives in the development of a quantitative study of WRT, especially for a solid waste minimization program in manufacturing. The present study, by means of the Design of Experiment tool, measures the influence of the Seven Deadly Wastes (muda) of Lean Management, the 3R Hierarchy (Reduction / Reuse / Recovery), the combination of these two methods, and the use of a Lean Green matrix on solid waste management performance. The results of this paper outline a hierarchy of progress factors for a waste minimization program in manufacturing.

Keywords: Green Supply Chain Management- Lean Manufacturing - 3R (Reduction / Reuse / Recovery) Hierarchy - Waste Reduction Techniques

1 - Introduction

Since the Eighties, companies in industrialized countries have been faced with increasingly sharp competition. In this context, in which customers have become more demanding, Lean Manufacturing has become widely adopted. Reference works (Ohno, 1988; Liker, 2004) have been summarized by Petterson (2009): Lean Manufacturing reduces waste and improves value, reduces product defects, and is customer focused (high quality, low cost, short lead times). Accordingly, a Lean company is an integrated entity that efficiently and effectively creates value for its various stakeholders (Nightingale, 2009).

More recently, environmental and social concerns have become increasingly critical within our societies and economies. Since the end of the Eighties, the sustainable development concept (WCED 1987), defined as "development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs," has aroused growing interest. A sustainable enterprise is one that contributes to sustainable development by simultaneously delivering economic, social, and environmental benefits or what has been termed "the triple bottom line" (Elkington, 1998; Norman and MacDonald, 2004). Among the major concerns brought up by the sustainability movement is the recognition of the debilitating effects of environmental pollution, which has put industries and communities on alert to impending doom if appropriate action is not taken in time.

Manufacturers can simultaneously adopt the combined strategies of "Lean and Green" in order to create an environmental stance that is a driver for reduced costs and risks, increased revenue, and improved brand image; phrases such as "lean is green" have become increasingly conventional (Corbett and Klassen, 2006). Steve Hope (general manager of Toyota Motor Europe) states that the whole company should be "green, clean and lean"; accordingly, Toyota has been the first company to achieve "zero waste to landfill" in the worldwide automotive industry (Farish, 2009). Bergmiller and McCright (2009a) identify the correlation between Green operations and Lean results. They found that Lean companies that implement Green practices achieve better Lean results than companies that do not. Lean not only serves as a catalyst, but also is synergistic for the Green strategy. This means that Lean is beneficial for Green practices and the implementation of Green practices in turn has a positive influence on existing business practices (Dües et al., 2013). Combining green management with Lean Manufacturing is proving to be pertinent (Yang et al., 2011).

In an environmental improvement plan, several issues can be taken into account: carbon dioxide (CO2) or volatile organic compounds (VOC) emissions, waste generation and water use (Yu et al., 2009). The latter two are very common in any industry, and more precisely, waste generation is the area that is closest to the Lean Manufacturing concept, which is focused on the reduction of any type of excess. Lean practitioners traditionally have focused on what they refer to as the seven forms of waste: over-production, defects, unnecessary inventory, inappropriate processing, excessive transportation, waiting, and unnecessary motion (Pepper and Spedding, 2009). Environmental waste can be considered an additional one. Bicheno (2000) identifies wasted materials as one of the "new" wastes. Furthermore, natural resources are overused, leading to environmental harm (Wang and Gupta, 2011). Primary resources have become more and more scarce and, consequently, expensive. Reducing the consumption of these is a key objective for most companies. This is why the works presented focus on waste management. Accordingly, this article deals with a quantitative study about Lean Green integration with a focus on solid waste management in manufacturing. It completes the recent work from Dües (2013), which deals with this relationship and links Lean and Green supply chain management practices, where it is highlighted that Lean and Green overlap especially through waste reduction techniques (WRT). Beyond qualitative research, there are some interesting perspectives on research in the development of a quantitative study about WRT.

This paper contributes to Lean Green research in two ways. First, by means of the Design of Experiment tool, this study measures the influence of the 7 deadly wastes (muda) of Lean Management, the 3R hierarchy (Reduction / Reuse / Recovery) and the combination of these two methods on waste management performance. Second, it demonstrates that the integration of the two methods through the use of a Lean Green matrix strengthens the relevance of a solid waste progress plan.

There are five additional sections in this paper. First, the literature review and hypotheses are presented in three parts: Lean Manufacturing, Waste Management, and Lean Green management in manufacturing. Next, in Section 3, the quantitative methodology is detailed. In Section 4, data collection and results are presented. Furthermore, in the next section, experimental results are interpreted. Finally, the paper concludes with Section 6, which underlines our contributions and the future research activities in this area.

2 - Literature review and research hypotheses

According to the topic of this paper, a literature review is proposed in three sections: Lean Manufacturing, Waste Management, and Lean Green Management in manufacturing. For each one, a research hypothesis is stated.

2.1. Lean Manufacturing

Lean offers organizations a toolbox of methods that can be used to eliminate waste from business processes. Lean practitioners traditionally have focused on what they refer to as the "Seven Deadly Wastes": defects, overproduction, waiting, transport, inventory, motion, and excessive processing, Pojasek RB (2008). The matrix below (Table 1) illustrates the link between deadly wastes (commonly called muda) and solid wastes from US EPA (2007). For instance, overproduction induces extra products that may spoil or become obsolete, requiring disposal. Beyond this qualitative approach, it is interesting to measure the impact of the use of "muda" on a program to reduce waste in the manufacturing sector; this original quantitative study would confirm the support of Lean to conduct an environmental approach.

Thus, the first hypothesis is formulated as,

H1 – A deadly wastes (or muda) analysis optimizes a progress plan to reduce the amount of waste incinerated.

Table. 1. Lean and solid wastes impacts (US EPA, 2007)

Deadly wastes (muda)	Solid wastes impacts
Over production	Extra products may spoil or become obsolete requiring disposal
	Extra hazardous materials used result in extra waste disposal.
Inventory	More packaging to store work-in-process (WIP)
	Waste from deterioration or damage to stored WIP
Transportation and motion	More packaging required to protect components during movement
Defects	Defective components require recycling or disposal
Over processing	Unnecessary processing increases wastes
Waiting	Potential material spoilage or component damage causing waste

2.2. Waste management

The production of waste and its disposal through end-of-pipe means (e.g., landfill, incineration or off site treatment) is an increasingly undesirable outcome for firms and their stakeholders. Landfill disposal generates costs for the firm in transport and disposal fees. It also represents an opportunity cost from the loss of material that

has potential reuse value. Waste reduction, rather than waste disposal, offers a range of benefits to a firm's environmental and financial performance (King and Lenox, 2002). Reducing waste in processes or reusing waste as raw material can reduce costs for firms (Doonan et al., 2005). Recently, Simpson (2012) demonstrates that firms' investments in resources that allow them to improve their waste reduction performance have implications in terms of competitive advantage.

In the waste management literature, a widespread agreement exists around the hierarchal nature of the waste management alternatives, although slightly different hierarchies have been proposed (Table 2).

Table. 2. The waste hierarchy

Source	Least preferred					Most preferred	
Allen, D.M. (1994), Morris et al. (1998)	Disposal	Recovery		Reuse	Reduction		Elimination
Petek and Glavic (1996)	Disposal		Recycling treatment		Waste minimization by source Reduction	Prevention (at design stage)	Elimination
Mohan Das Gandhi et al. (2006)	Disposal without energy recovery	Disposal with energy recovery	Recycle	Reuse	Reduce		
EPA (2006)	Landfilling - Incineration	Ressource recovery	Recycling	Reuse	Source reduction		
Black and Phillips (2010)		Retrieve energy	Recycle	Reuse	Reduce		Refine
Schroeder and Robinson (2010)	Landfill	Burn of energy	Recycle	Reuse	Reduce		Eliminate

These hierarchies set out the priorities for waste management. As early as 1994, Allen defined the 5 steps of a waste hierarchy. Firstly, disposal, usually landfill or incineration, is the least attractive waste management option; the second step is the recovery of value or energy from waste materials. This incorporates material recycling, composting and the recovery of energy from waste. Thirdly, reuse involves putting objects back into use so they do not enter the waste stream. Reduction is the main priority for sustainable waste management, involving the reduction or minimization of waste at the source. The final aim is the total elimination of waste by radical process changes (usually an unrealistic expectation). This hierarchy of action is commonly called "3R" (Reduction, Reuse, Recovery). More recently, Dan Azimi Jibrila et al. (2012) state that the 3R hierarchy is a strategic approach to Solid Waste Management (SWM). The practices of 3R comprise different measures and skillful techniques in order to minimize the volume of discarded waste materials. Waste management hierarchy is the internationally accepted policy for waste management practice, and emphasizes reducing waste at the source (Schroeder, D.M. and Robinson, A.G, 2010).

As such, the 3R hierarchy can be regarded as a reference method to operate a waste management progress plan. In addition, conceptual frameworks for waste minimization have been developed. Hicks et al. (2004) present a generic functional model for modeling the material and flow of waste from both a physical and cumulative cost perspective. A three-step sequential approach is described by Musee et al. (2007): waste source identification and quantification, qualitative evaluation of waste causes, and finally, a feasible derivation of alternatives for waste minimization. Similarly, Darlington et al. (2009) have proposed a waste analysis methodology tailored to the specific requirements of food manufacturing, which consists of: waste inventory analysis to highlight and monitor the sources of waste throughout the production processes, cost and environmental impact analysis to perform a cost analysis and to prioritize the importance of cost management, reduce–recycle–disposal analysis to highlight a detailed step-by-step solution for reducing, reusing, recycling and safe disposal of the waste. To support such a framework, Darlington et al. (2009) elaborate upon a set of tools for waste minimization: IDEF0 (Integrated Definition method) representation, a physical flow and an input (raw materials) / output (wastes) diagram through the various stages of manufacturing. Other researchers (Maxime et al. 2006; Hogland and Stenis, 2000) produce a similar deliverable: input and output flows, solid residues fluxes, flow of material and energy.

So, a large number of studies develop optimization methods, but without proposing a quantitative study of the impact of the 3R hierarchy or from another particular tool to minimize solid wastes in manufacturing. This is why in this paper the impact of the 3R hierarchy on a waste minimization program is precisely measured versus the "7 deadly wastes" of lean management.

Thus, our second hypothesis is,

H2 - As a reference method, the 3R hierarchy is a better tool than the "7 deadly wastes" of Lean Management to minimize solid wastes in manufacturing.

2.3. Lean Green management in manufacturing

Lean Manufacturing focuses on the elimination of waste within the production system through continuous improvement and process changes for reducing non-value added activities (Womack et al., 1990; Florida, 1996). On the other hand, a cleaner production, introduced by UNEP in 1989, is defined as a continuous implementation of an integrated preventive environmental strategy applied to products, processes and services addressing the causes of pollution. This approach aims to prevent pollution at its very source, as opposed to the end of the pipe solution practiced in many industries (Purba Rao, 2004).

Regarding the integration of the concepts of Lean and Green, many researchers study it within the manufacturing context: Florida, 1996; King and Lenox, 2001; Kleindorfer et al.,2005; Simpson and Power, 2005; Corbett and Klassen, 2006; Pojaseck, 2008; Bergmiller, 2009; Mollenkopf and al., 2010; Carvalho et al, 2011; Yang et al.,2011; Hajmohammad et al., 2013. They emphasize the great convergence. King and Lenox (2001) state that lean production reduces the marginal cost of environmental management and consequently results in enhanced environmental performance. Their research concludes that lean production is complementary to improvements in environmental performance and it often lowers the marginal cost of pollution reduction, enhancing competitiveness. Using lean on environmental projects will help create a cooperative approach to continual improvement (Pojaseck, 2008). The objective of lean is to generate a system that is efficient and well organized and devoted to continuous improvement and the elimination of all forms of waste; so, the potential for benefits to a firm's environmental management practice is high (Simpson and Power, 2005). The ability of the operations/manufacturing area to support environmental management tends to be greater when the company adopts Lean Manufacturing practices (González-Benito and González-Benito, 2008). In addition, Franchetti M et al. (2009) specify that Lean Manufacturing is a link to green engineering. More recently, the convergence between the two concepts has again been underlined: lean orientation may also help firms adopt environmental management practices that aim to reduce waste and pollutant ejection (Yang et al., 2011). Furthermore, research from Hajmohammad et al. (2013) indicates that a suitable route to facilitate the implementation and adoption of environmental practices and to improve the plant's environmental performance is by setting an adequate operating context based on Lean Management principles. Finally, more recently, Dües et al. (2013) have shown that the overlap of the Lean and Green paradigms is constituted in the following common attributes: waste and waste reduction techniques, people and organization, lead time reduction, supply chain relationship as well as KPI built around service level

attributes. Figure 1 shows the concept of waste within the Lean and the Green approaches and their overlapping areas.

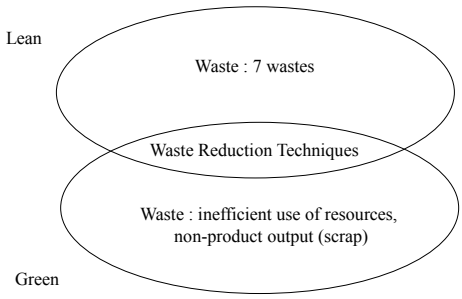


Fig. 1. Overlap of Lean and Green Paradigms (Dües et al, 2013)

In summary, the literature review emphasizes the convergence of the two approaches. The recent study from Dües et al. (2013) specifies the integration of Lean Green on the WRT. However, it is qualitative, so it is of interest to continue this work by proposing quantitative developments.

Therefore, our third hypothesis is,

H3 - The combination of the two methodological levers (3R hierarchy, lean deadly wastes) is more efficient, and therefore induces better performance for solid waste reduction than the 3R Hierarchy alone.

Beyond the joint use of the two previous methods, the stronger integration of the 3R (Reduction / Reuse / Recovery) process and the deadly wastes (muda) of Lean Management could be relevant. Consequently, a matrix linking the deadly wastes and 3R is proposed. Table 3 embodies a potentially appropriate method to address the waste progress plan. For example, the deadly waste "transportation and motion" is connected to Reduction thanks to an optimum implantation, to Reuse thanks to reusable packaging and to Recovery thanks to a pooling waste transport. This structured checklist, according to the seven muda, is a relevant method for stimulating creativity. Each theme of muda induces a systematic reflection phase for waste reduction. This matrix is a tool that may lead to stronger Lean-Green integration and implementation.

Table. 3. The Lean 3R matrix

		3R		
Deadly wastes (muda)	Lean	1 - Reduction	2 - Re-use	3 - Recovery
Over production	. Piloting rules mastered can produce just the right amount	X		
	. The over production is donated to charities		X	
Inventory	. Mastering inventory management rules suppress obsolete material / products	X		
	. Process optimization upstream of inventory reduces its level just necessary	X		
Transportation and motion	. An optimum implantation reduces packaging	X		
	. Re-usable packaging are implemented		X	
	. Internal recycling reduces transport			X
	. Pooling waste transport reduces environmental impact per tonne of waste			X
Defects	. Control of important parameters (setting mode, control card, poka-yoke) reduces defects	X		
	. Scraps are re-integrated into the process as a raw material		X	
	. A segmentation quality can re-use waste by-product		X	
Over processing	. The products are made at the right level of quality required	X		
	. Process control optimizes material efficiency	X		
	. Strict rules allow the use of the right amount of material	X		
Waiting	. Reducing work-in-progress prevents damage to the material / product	X		

Therefore, our final hypothesis is,

H4 – A Lean 3R matrix combining the deadly wastes and the 3R Hierarchy positively affect the performance of a waste minimization program.

To conclude, the different hypotheses expressed are summarized in the following diagram (Figure 2), which presents the hierarchy of progress levels for a waste minimization program in manufacturing.

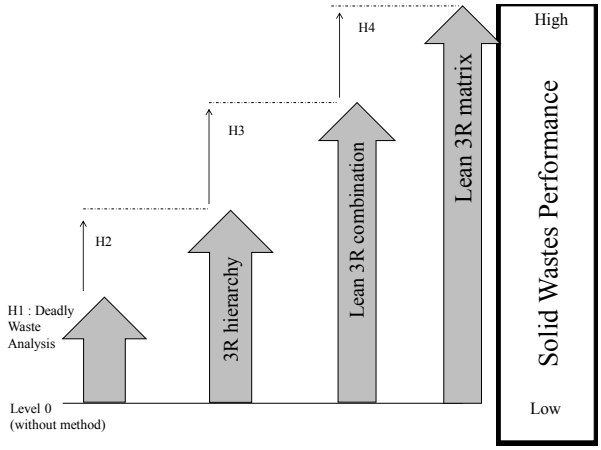


Fig. 2. Research framework

3 – Methodology

3.1. Introduction

In accordance with the positivist research, in order to test the proposed hypotheses, a quantitative experimental research is preferred. Yin (2009) explores the various methods of research, which are reviewed in Table 4.

Table 4. Methods of research Yin (2009)

Method	Form of research question	Requires control of behavioral events	Focuses on contemporary events
Experiment	how, why?	yes	yes
Survey	who, what, where, how many, how much?	no	yes
Archival analysis	who, what, where, how many, how much?	no	yes/no
History	how, why?	no	no
Case study	how, why?	no	yes

The hypotheses in the previous paragraph aim to understand how different factors (7 muda analysis, 3R Hierarchy, a combination of the two methodological levers) have an impact on the performance of a solid waste management program (reducing the amount of waste incinerated). Moreover, the problem posed is a quantitative study, which induces a control of behavioral events in focusing on contemporary events. As a result, in the proposed scenario, an experiment is preferred to a case study. In addition, Savall and Zardet (2004) argue that a quantitative experimental research measures the causal effect of a studied object. Specifically, a Design of Experiment study is a powerful statistical technique to determine the optimal factors setting off a process (Antony, 2001). The process of performing an experiment follows eight steps according to Antony's research (Figure 3).

Step 1 – Formulation of the problem

Step 2 – Identification of the output performances

Step 3 – Identification of control factors (and their levels)

Step 4 – Design of an appropriate orthogonal array

Step 5 – Preparation of the experiment

Step 6 – Running of the experiment

Step 7 – Statistical analysis

Step 8 – Interpretation of experimental results

Fig. 3. The process of performing an experiment

Each step is defined more precisely in the following paragraphs.

To test the various hypotheses, an experiment is conducted in two stages. It involves a group of 55 students from Arts & Métiers ParisTech. Each student must provide two progress actions for two industrial case studies. The students are divided into groups; each of them uses a specific method of solid waste reduction. To separately analyze the combination and integration of Lean Green, an experimental process in two times is chosen. Firstly, a full factorial design of experiments is used to test all combinations between two factors (deadly wastes and 3R hierarchy). Secondly, an additional experiment measuring the impact of the use of the Lean 3R matrix is conducted. The following paragraphs specify the experimental approach.

3.2. Formulation of the problem and identification of the output performances

The objective of the study is to investigate the factors impacting the relevance of an improvement plan to reduce waste. The multi-criteria selection is one of the recommended tools in deciding whether to choose an optimization action (Monteil et al., 1985). Two major criteria are used to assess the proposed solutions in an improvement plan: on the one hand the performance, and on the other hand the implementation of actions. O'Connor (2008) proposes a list of indicators about solid wastes: volume of treated wastes, means devoted to handle wastes, recycling quota. The volume of treated wastes reduction is chosen as the environmental performance indicator for the study. The implementation of actions is commonly linked to the lead-time and the cost. For any business, the ideal situation is to find actions with low investment or high return on investment, which can be implemented in a short time.

3.3. Identification of control factors (and their levels)

Regarding the full factorial design of experiments, two factors with two levels are tested. According to the research framework, factor A is Lean Management linked to the solid wastes management and factor B is the 3R (Reduction / Reuse / Recovery) process. For each factor, two levels are chosen; on the one hand, level 1 induces the use of a method, and on the other hand, level 2 does not require any method. As for the additional experiment, factor C regards the implementation of the Lean 3R matrix.

3.4. Design of an appropriate orthogonal array

The choice is a full factorial design of experiments; it strategically studies all combinations of factor levels without multiplying the trials, since only two factors are considered in our study. The matrix with 4 trials (2 factors for 2 levels) structures the plan (Table 5). The comprehensive plan also allows for the study of interactions.

Table 5. The orthogonal array

Combination (test number)	Factor A (lean)	Factor B (3R)
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

3.5. Preparation of the experiment

A testing protocol specifies all the details of the experiment. It involves 55 students from Arts & Métiers ParisTech, 44 for the first part of the experiment and 11 for the additional test. All students have a Lean and Green Management culture; they have trained in a 6-hour course on the principles and tools of Lean Management and Green Management. They must address two case studies (Table 6). These two industrial cases come from a wastes minimization program in an electronics industry (components). For each case study, two solutions are required.

Table.6. The case studies

Case study	Area	Process	Solid waste
1	Workshop surface treatment by electrolytic deposition made by dipping pieces in baths containing metal particles to deposit	Rinsing step: it is necessary to remove excess electrolyte and prepare parts for subsequent processing, it is done by two successive tanks of X liters. The two bins are emptied 2 times a week (Wednesday and Friday).	The rinse water (waste "hazardous") is the most expensive waste for the company (X k € / year); it is processed by an external specialist.
2	Workshop impregnating resin, after winding up as a stack.	The components are immersed in an impregnation tank, filled with epoxy resin, before a final stage of polymerization.	The epoxy resin is a costly waste for the company (Y k € / year - No. 2 in the Pareto costs). It is treated by an external company specialized.

For each test (or combination) of the orthogonal matrix, the sub-groups of 11 students comprising the population are randomly compounded. Table 7 defines each level per factor A and B.

Table. 7. The definition of level per factor

Level definition	Factor A (lean)	Factor B (3R)
Level 1	lean and solid wastes impacts (US EPA, 2007) - fig. 1.	The waste hierarchy - fig. 2.
Level 2	No specific method (just sensibilisation)	No specific method (just sensibilisation)

The number of measurements per combination of factors is 11, as mentioned above, and the mean and variability of the results for a test can be evaluated satisfactorily. Statistically, for a parent population considered infinite, our sample size of n = 55 students allows us to make conclusions with a confidence level of 95% (t = 1.96), a margin of error of 13,2 % ($e = t\sqrt{p(1-p)/n}$), for a success probability p of 0.5 (proportion of the elements of the parent population that have a particular property).

3.6. Running of the experiment with appropriate data collection

All students are in the same room. Five groups are composed according to the combinations that will be assessed (four for the full factorial design of experiments, and another one for the additional experiment measuring the impact of the use of the Lean 3R matrix). A document presenting the two case studies is given to each student. In addition, a listing detailing factors A, B and C is given to each student, depending on the combination to which the student belongs. An overview explains the context (a waste minimization program), and the objective (for two case studies, offer two suggestions to optimize the wastes in order of priority that would be desirable to implement). Students have 15 minutes to treat the two cases.

3.7. Measurement protocol

The measurement protocol defines precisely how to evaluate the proposed solutions. A rating scale of 9 boxes has been developed (Table 8). It meets two important criteria for evaluating a progress plan: namely, the impact on the expected performance (reducing the volume of waste) and ease of implementation of improvement actions, characterized by the cost and time. For each case study, the possible responses and their position in the grid have been qualified by a committee (consisting of a university professor, a PhD and an industrial manager). Student responses are measured blind. Each response is compared to the reference grid, which is standard and gives rise to a note. The top two responses are retained and the overall score is derived.

Table. 8. The proposed performance quotation

	Improvement action implementation		
Impact	Difficult	Medium	Easy
Strong	3	6	9
Medium	2	4	6
Weak	0	1	2

Tables 9 and 10 indicate, for each case study, the reference solutions adopted by the committee.

Table. 9. Reference solution (case 1)

3R	Lean	Implementation	Score	Action
Reduction	over-processing	easy	9	Replace the first container by the second one and change water only for the first container
Reduction	over-processing	easy	6	Increase interval between two renewals of rinse water
Reduction	over-production	difficult	4	Reduce capacity of containers to limit the volume used
Reduction	over-production	difficult	4	Optimize the number of liters of water used to rinse
Reduction	over-processing	difficult	2	Minimize excess electrolyte having to empty the bins once a week
Re-use	over-production	difficult	2	Reuse the electrolyte
Recovery	defects	easy	2	Recover metal particles
Recovery	defects	difficult	1	Recycle internally and not externally

Table. 10. Reference solution (case 2)

3R	Lean	Implementation	Score	Action
Reduction	over-processing	easy	9	Optimization of batch size (relative to the tank)
Reduction	over-processing	easy	9	Always fill the tank
Reduction	over-processing	easy	9	Adjust the resin tank size, according to components that must be immersed
Re-use	defects	difficult	4	Reuse resin in another process
Reduction	over-processing	difficult	3	Reduce the amount of resin used, optimizing the process
Reduction	over-processing	difficult	3	Reduce the capacity of tank to limit the volume used
Recovery	defects	difficult	1	Recycle internally and not externally

4 – Data collection and results

First, results of the full factorial design of the experiments are presented. The test results are summarized in Tables 11 and 12.

Table. 11. Case study 1 - Results

Case 1 - Rinse water	Test Number	Factor A (Lean)	Factor B (3R)	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10	n°11
	1	1	1	4	5	5	11	13	6	8	10	10	8	2
	2	1	2	4	2	8	2	2	6	6	0	2	2	8
	3	2	1	2	11	2	6	4	8	4	6	10	2	2
	4	2	2	2	0	3	10	0	0	2	0	2	4	2

Table. 12. Case study 2 - Results

Case 2 - Epoxy resin	Test Number	Factor A (Lean)	Factor B (3R)	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10	n°11
	1	1	1	9	7	4	9	3	0	3	9	9	0	9
	2	1	2	0	3	1	0	4	7	9	0	4	0	0
	3	2	1	13	7	13	3	7	0	3	0	7	0	4
	4	2	2	4	5	1	7	0	3	4	0	0	4	0

For each test, the effect of factors on the measured value and the variability of measured characteristics are studied. According to Taguchi (1986), to analyze the variability, the Signal to Noise Ratio (S/N) is chosen; it simultaneously takes into account the desirable value (signal) to achieve and undesirable variability of this value (noise) to fight. The signal / noise ratio was calculated using the formula: $S / N (dB) = -10\log((1/moy^2)(1 + 3 s^2/moy^2))$, because the goal is to maximize the effect (Taguchi, 1986). In addition, the AB interaction between factors, and the analysis of variance (ANOVA) are studied. The case study results are presented in tables that follow: Case Study 1 / rinse water (Tables 13 and 14), Case Study 2 / epoxy resin (Tables 15 and 16).

Table. 13. Case study 1 – Statistical analysis (impact on measured value and S/N ratio)

Case 1									
						Impact on measured value		Impact on S/N max ratio	
Test Number	Mean	SD	S/N	Sum Sq	Factor	Level 1	Level 2	Level 1	Level 2
1	7,5	3,4	15,38	124,00	A	0,95	-0,95	3,17	-3,17
2	3,8	2,8	7,56	83,20	B	1,64	-1,64	4,80	-4,80
3	5,2	3,3	10,82	120,60	AB	0,18	-0,18	-0,89	0,89
4	2,3	2,9	-0,57	92,60		A1B1	A1B2	A1B1	A1B2
	4,7		8,30	420,40		A2B2	A2B1	A2B2	A2B1

Table. 14. Case study 1 – Statistical analysis (ANOVA)

	df	Gross Sum Sq	Variance	F=Vf/Vr	Net Sum Sq	Contribution %	F	Risk	F	Risk
Factor A	1	40,09	40,09	3,91	29,84	5,16%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Factor B	1	117,82	117,82	11,49**	107,56	18,60%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Residuals	41	420,40	10,25		440,91	76,24%				
Total	43	578,31			578,31					

Table. 15. Case study 2 – Statistical analysis (impact on measured value and S/N ratio)

Case 2									
						Impact on measured value		Impact on S/N max ratio	
Test Number	Mean	SD	S/N	Sum Sq	Factor	Level 1	Level 2	Level 1	Level 2
1	5,6	3,7	11,39	152,40	A	0,11	-0,11	0,20	-0,20
2	2,5	3,2	0,58	110,80	B	1,43	-1,43	4,34	-4,34
3	5,2	4,7	8,85	246,00	AB	0,11	-0,11	1,06	-1,06
4	2,5	2,5	2,30	66,80		A1B1	A1B2	A1B1	A1B2
	4,0		5,78	576,00		A2B2	A2B1	A2B2	A2B1

Table. 16. Case study 2 – Statistical analysis (ANOVA)

	df	Gross Sum Sq	Variance	F=Vf/Vr	Net Sum Sq	% contribution	F value	Risk	F	Risk
Factor A	1	0,57	0,57	0,04	-13,48	-2,02%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Factor B	1	90,20	90,20	6,42*	76,16	11,42%	8,757	0,5%	4,067	5,0%
Residuals	41	576,00	14,05		604,10	90,60%				
Total	43	666,77								

For the first case study, the factors A1 and B1 on the measured value are influential (respectively + 0.95 and +1,64 compared to the average); they greatly increase the S / N ratio (respectively + 3,17 and +4,8 compared to the average). In addition, the combination of both A1 and B1 accentuate the performance: + 2,8 on the measured value and + 7,08 on the S / N ratio. It should be noted that the interaction between A and B is low (+ 0,18 on the measured value and - 0,89 on the S / N ratio). The ANOVA study shows that factors A and B contributes to 23%; so others factors are influent.

For the second case study, the factors A1 and B1 on the measured value are influential (respectively + 0.11 and 1,43 compared to the average); in addition, they greatly increase the S / N ratio (respectively + 0,2 and 4,43 compared to the average). In addition, the combination of both A1 and B1 accentuate the performance: + 1,6 on the measured value and + 5,61 on the S / N ratio. It should be noted that the interaction between A and B is low (+ 0,11 on the measured value and +1,06 on the S / N ratio). The ANOVA study shows that factors A and B contribute to 9%; so other factors are influential; this clearly confirms the results of the first case study. This result will be used in the discussion in the next paragraph.

To summarize the results of the full factorial design of experiments, we can say that the application of the deadly wastes (or muda) analysis (hypothesis H1) and the 3R method (hypothesis H2) can propose relevant measures for reducing the amount of waste incinerated. Hypotheses H1 and H2 are validated, although other factors may also influence the expected performance. The results put forward the fact that the combination of both A1 and B1 increase the performance; so, hypothesis H3 is validated.

Concerning the additional experiment measuring the impact of the use of the Lean 3R matrix, the results and statistical analysis are summarized in Table 17 and Table 18.

Table. 17. Lean Green integration complementary testing - results

Test Number	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10	n°11
Case 1	6	8	6	2	4	10	7	15	5	7	13
Case 2	7	9	10	13	13	13	10	8	5	0	0

Table. 18. Lean Green integration complementary testing - Statistical analysis (impact on measured value and S/N ratio)

	Mean	SD	S/N	Sum Sq
Case 1	7,5	3,8	15,07	161,40
Case 2	8,0	4,7	14,96	244,20

This complementary test demonstrates that the "integrated Lean 3R" method reinforces the performance of a waste minimization program in manufacturing in case 2. Indeed, the results of the measured value increase in comparison with the average (+ 2,8 for the case study 1, and + 4 for the case study 2); the results about the S/N ratio have also increased (+ 6,77 for the case study 1, and + 9,18 for the case study 2). Thus, hypothesis H4 is partially confirmed.

Table 19 and Figures 4 and 5 illustrated below summarize the influence of factors on waste performance in order of importance of impact; a clear hierarchy has thus emerged from the study and reinforces the research framework (Figure 2).

Table. 19. Summary of the influence of factors on waste performance.

	Case study 1		Case study 2	
Impact on	measured value	S/N ratio	measured value	S/N ratio
Integrated Lean 3R matrix	2,8	6,77	4	9,18
Combined Lean and 3R methods	2,8	7,08	1,6	5,61
3R hierarchy	1,64	4,8	1,43	4,34
The deadly wastes of Lean (muda)	0,95	3,17	0,11	0,2

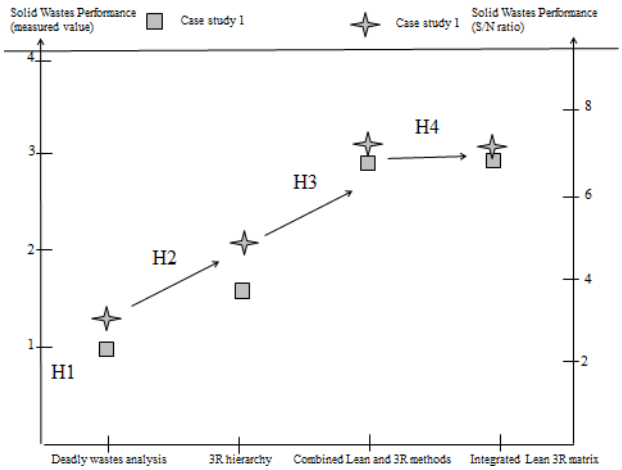


Figure 4. Summary of the influence of factors on waste performance – Case study 1

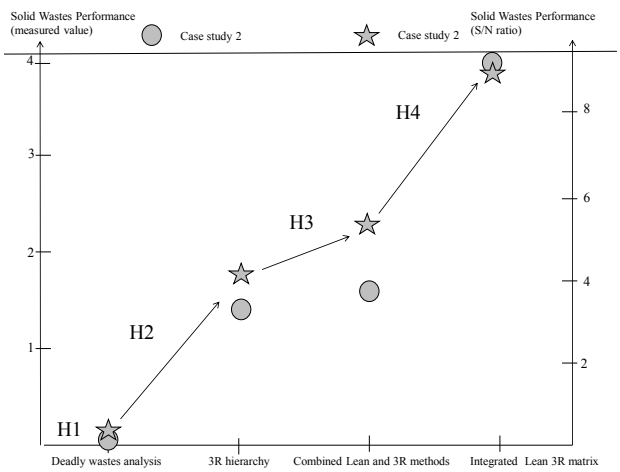


Figure 5. Summary of the influence of factors on waste performance – Case study 2

5 – Discussion

Lean and green are keen to process excellence (Kleindorfer et al., 2005). Concerning the integration of these two concepts, many researchers have dealt with Lean Green Manufacturing starting from the end of nineties (Florida, 1996) to the present time (Carvalho et al, 2011; Yang et al.,2011; Hajmohammad et al., 2013); they emphasize the great convergence. According to the results, this research confirms these studies.

On the one hand, Lean Management has a positive impact on environmental performance. Work on Lean insists on searching for non-value added and suggests the use of the Seven Deadly Wastes (Ohno, 1988; Womack et al., 1990; Florida, 1996; Liker, 2004; Pettersen, 2009). The results of our study confirm the impact of deadly wastes on the performance of a waste minimization program in manufacturing (+ 0,95 on measured value, for the case study 1, and + 0,11 on measured value, for the case study 2). On the other hand, the 3R Hierarchy is considered the method of reference for reducing solid wastes. The results of our study confirm the impact of the 3R Hierarchy on a progress plan to reduce wastes (+ 1,64 on measured value, for the case study 1, and + 1,43 on measured value, for the case study 2). Moreover, the results of this research indicate that the combination of the two methods reinforces the relevance of a wastes progress plan in manufacturing (+ 2,80 on measured value, for the case study 1, and + 1,60 on measured value, for the case study 2). The Lean 3R matrix is a structured tool that embodies the integration Lean Green. This checklist, according to the "seven muda," is a relevant method of creativity. The results of our study confirm the positive impact of the integrated matrix (on measured value, + 2,8 for the case study 1, and + 4 for the case study 2 - on S/N ratio, + 6,77 for the case study 1, and + 9,18 for the case study 2). Each theme of muda induces a systematic reflection phase for waste reduction. Therefore, it strengthens the environmental performance, and more precisely the reduction of incinerated wastes. As such, this study outlines the recent work from Dües et al. (2013), which shows that waste reduction techniques are one of the overlaps in the Lean and Green paradigm.

However, the study demonstrates that other factors improve the performance of a waste minimization program in manufacturing. Indeed, the three tested methods (3R hierarchy, deadly wastes, matrix Lean Green) are analogue (checklists, analysis grids), which certainly favorably influence the results. In addition, other progress tools complete the search for solutions to this type of case: fishbone, root cause analysis / 5 why. Their implicit control enhances the performance improvement plan to reduce solid waste. Moreover, the implicit use of heuristic methods based on historical experience or even the culture of creativity tools by project team members can be considered possible influencing factors.

6 – Conclusions, limitations and future research

This study extends and embodies the work from Dües et al. (2013) about Waste Reduction Techniques (WRT). The results of this paper demonstrate, with a quantitative approach thanks to a Design Of Experiment tool, that the combination of the 3R Hierarchy and the Deadly Wastes (muda) of Lean Management reinforces the performance of a waste minimization program in manufacturing. More specifically, the study of the integration of the two methods through the use of a Lean Green matrix strengthens the relevance of a waste progress plan. At the beginning of an improvement plan to reduce waste, this method gives structured guidance, completing the referral process of 3R. It must, however, be completed by

methodologies to find root causes, thus leading to better solutions. Finally, this matrix is a relevant realization of Lean Green integration, and more specifically, a structured application of Waste Reduction Techniques (WRT) to optimize solid waste performance.

Nevertheless, research that is complementary to this preliminary work will demonstrate more precisely the relevance of the integrated Lean 3R tool as an application of WRT. Savall (2004) recommends studying the possible transposition of experimental research, so it would be appropriate to test the matrix in different industrial contexts. A priority would be to target economic sectors where the volume of waste generated in production is important and where the potential for waste recovery or reduction is high. The organic waste reduction in retailing could be considered, for example. Moreover, according to Wang and Gupta (2011), Green Supply Chain Management induces optimization of engineering, procurement, logistics, customer relationships and end-of-life management beyond production. In particular, an extension to the product design phase could be of interest to complete the work of Kuik et al. (2011). Therefore, a study of various processes could be of interest. Finally, the WRT application could be expanded to energy efficiency improvement and to water consumption reduction. Thus, we foresee interesting avenues of research in this field in the upcoming years. Complementary studies to this preliminary work will demonstrate more precisely the relevance of the integrated Lean Green matrix throughout the life cycle of a product, regardless of economic activity, for different kinds of environmental wastes (solid waste, water, energy).

References

Allen, D.-M., 1994. Waste minimization and treatment: an overview of technologies. Greener Management International 5 (1), 22-28.

Antony, J., Antony, F.-J., 2001. Teaching the Taguchi method to industrial engineers. Work Study 50, 141 – 149.

Bergmiller, G.-G., McCright, P.-R., 2009a. Parallel Models for Lean and Green Operations. Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, Miami, FL.

Bergmiller, G.-G., McCright, P.-R., 2009b. Are Lean and Green Programs Synergistic? Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference, Miami, FL.

Bicheno, J., 2000. The Lean Toolbox, 2nd Edition. PICSIE Books, Buckingham, England.

Black, J.-T, Phillips, D., 2010. The lean to green evolution. Industrial Engineer (6), 46-51.

Carvalho, H., Duarte, S., Machado, V.-C., 2011. Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. International Journal of Lean Six Sigma 2, 151 – 179.

Chiappetta Jabbour, C.-J., Lopes de Sousa Jabbour, A.-B., Govindan, K., Alves Teixeira, A., de Souza Freitas, .W.-R., 2013. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. Journal of Cleaner Production 47, 129-140.

Corbett, C.-J., Klassen, R.-D., 2006. Extending the horizons : environmental excellence as key to improving operations. Manufacturing & Service Operations Management 8 (1), 5–22.

Dan Azimi Jibrila, J., Bin Sipan, I., Sapric, M. , Aliyu Shikad, S. , Abdullah, M.-I. & S., 2012. 3R's Critical Success Factor in Solid Waste Management System for Higher Educational Institutions. Procedia - Social and Behavioral Sciences 65, 626 – 631.

Darlington, R., Staikos, T., Rahimifard, S. , 2009. Analytical methods for waste minimization in the convenience food industry. Waste Management 29, 1274–1281.

Doonan, J., Lanoie, P., Laplante, B., 2005. Determinants of environmental performance in the Canadian pulp and paper industry: an assessment from inside the industry. Ecological Economics 55 (1), 73–84.

Dues, C.-M., Tan, K.-H., Lim, M., 2013. Green as the new lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. Journal of Cleaner Production 40, 93-100.

Elkington, J., 1998. Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. Environmental Quality Management, 8(1), 37-51.

EPA, United States Environmental Protection Agency, 2006. The Lean and Environment Toolkit. Available at: http://www.epa.gov/lean/environment/toolkits/index.htm (accessed 18.09.13.).

Farish, M., 2009. Plants that are green. Engineering & technology, 14 (2), pp. 68-69.

Florida, R., 1996. Lean and Green: the move to environmentally conscious manufacturing. California Management review 39, 80-105.

Franchetti, M., Bedal, K., Ulloa, J., Grodek, S., 2009. Lean and green: industrial engineering methods are natural stepping stones to green engineering. Industrial Engineer (9), 24-29.

Hajmohammad, S., Vachon, S., Klassen, R.-D., Gavronski, I., 2013. Lean management and supply management: their role in green practices and performance. Journal of Cleaner Production 39 (3), 12- 320.

Hicks, C., Heidricha, O, McGovern T., Donnelly T., 2004. A functional model of supply chains and waste. Int. J. Production Economics 89, 165–174.

Hogland, W. and Stenis, J., 2000. Assessment and system analysis of industrial waste management. Waste Management 20, 537-543.

King, A., Lenox, M., 2001. Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. Production and Operations Management 10 (3), 244-256.

Kleindorfer, P.-R., Singhal, K., Van Wassenhove, L.-N., 2005. Sustainable Operations Management. Production and operations management 14 (4), 482–492.-

Kuik, S.-S., Nagalingam S.-V., Amer Y., 2011. Sustainable supply chain for collaborative manufacturing. Journal of Manufacturing Technology Management 22 (8), 984-1001.

Liker, J.-K., 2004. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York.

Maxime, D., le Marcotte M. and Arcand, Y, 2006. Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. Journal of Cleaner Production, 14, 636-648.

Mohan Das Gandhi, N., Selladurai, V. and Santhi, P. , 2006.Unsustainable development to sustainable development: a conceptual model. Management of Environmental Quality: An International Journal 17 (6), 654-672.

Mollenkopf, D., Stolze, H., Tate, W.-L., Ueltschy, M., 2009. Green, lean, and global supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 40 (1), 14-41.

Monteil B., Périgord M., Raveleau, 1985. Les outils des cercles et de l'amélioration de la qualité, 78-79. – Les éditions d'organisation

Musee, N., Lorenzen, L. and Aldrich, C., 2007. Cellar waste minimization in the wine industry: a systems approach. Journal of Cleaner Production 15, 417-431.

Nightingale, D.-J., 2009. Principles of Entreprise Systems. Second International Symposium on Engineering Systems, MIT, Cambridge, Massuchusetts, June 15-17.

Norman, W., MacDonald, C., 2004. Getting to the bottom of triple bottom line - Business Ethics Quarterly.

O'Connor, M. , Spangenberg, J.-H., 2008. A methodology for CSR reporting: assuring a representative diversity ofindicators across stakeholders, scales, sites and performance issues. Journal of Cleaner Production 16. 1399-1415.

Ohno, T, 1988. Toyota Production System – Beyond Large Scale Production. Productivity Press, Cambride MA.

Pepper, M.-P.-J. and Spedding, T.-A., 2009. The evolution of lean Six Sigma. International Journal of Quality & Reliability Management 27 (2), 138-155.

Petek, J. and Glavic, P., 1996. An integral approach to waste minimization in process industries. Resources, Conservation and Recycling 17, 169-188.

Pettersen, J., 2009. Defining lean production: some conceptual and practical issues. The TQM Journal 21 (2), 127-142.

Pojasek, R.-B., 2008. Framing Your Lean-to-Green Effort. Environmental Quality Management, Autumn, 85-93.

Rao, P., 2004. Greening production: a South-East Asian experience. International Journal of Operations & Production Management 24 (3), 289-320.

Sarkis, J., 2003. A strategic decision framework for green supply chain management. Journal of Cleaner Production 11, 397–409.

Savall, H., Zardet, V., 2004. Recherche en sciences de gestion : approche qualimétrique, observer l'objet complexe. Economica, Paris.

Schroeder, D.-M. , Robinson, A.-G. , 2010. Green is free: Creating sustainable competitive advantage through green excellence. Organizational Dynamics 39, 345-352.

Simpson, D.-F., Power, D.-J., 2005 - Use the supply relationship to develop lean and green suppliers - Supply Chain Management: An International Journal, 10 (1), 60–68.

Taguchi, G., 1986. Introduction to quality engineering. Designing quality into products and processes. Asian Productivity Organization, 1986.

Yang, M.-G., Hong, P., Modi, S., 2011. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. International Journal of Production Economics 129 (2), 210–220.

Yin, R.-K., 2009. Case Study Research, Design and Methods. Applied Social Research Methods Series, Volume 5. Sage.

Yu, V., Ting, H., Wu, Y.-C.-J., 2009. Assessing the greenness effort for European firms, a resource efficiency perspective. Management Decision 47 (7), 1065-1079.

Wang, H.-F., Gupta S.-M., 2011. Green Supply Chain Management : Product Life Cycle Approach. Mc Graw Hill, New York.

World Commission on Environment and Development, 1987. Our Common Future. Available at: http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm (accessed 18.09.13.)

Womack, J., Jones, D., Roos, D., 1990. The Machine that Changed the World. Harper Collins Publishers, New York.

MODELISATION DE L'INTEGRATION LEAN GREEN CENTREE SUR LE MANAGEMENT DES DECHETS,POUR UNE PERFORMANCE EQUILIBREE (ECONOMIQUE, ENVIRONNEMENTALE, SOCIALE)

RESUME : Depuis les années 80, les entreprises des pays développés sont confrontées à une concurrence de plus en plus acérée. Dans ce contexte, l'adoption du Management Lean s'est généralisée. Il vise à accélérer les flux, à réduire les non valeurs ajoutées, dans le cadre d'un processus d'amélioration continue. Par ailleurs, depuis les années 90, le développement durable suscite un intérêt croissant. La responsabilité sociétale des entreprises (RSE) est la contribution des entreprises aux enjeux du développement durable. La démarche consiste pour les entreprises à prendre en compte les impacts sociaux et environnementaux de leur activité pour adopter les meilleures pratiques possibles et contribuer ainsi à l'amélioration de la société et à la protection de l'environnement. Cette étude positionne l'intégration Lean Green au service d'une stratégie de Responsabilité Sociétale de l'Entreprise (RSE). Un premier modèle stratégique Lean Green donne un cadre structuré pour des développements scientifiques ciblés, priorisant telle ou telle performance. Une segmentation selon la performance majeure impactée (économique, sociale) au-delà de la performance environnementale et le périmètre (interne / externe à l'entreprise), est proposée. Quatre stratégies se dégagent alors : l'éco-efficience, l'éco-responsabilisation, l'éco-partenariat, l'éco-solidarité. Chaque stratégie répond à des parties prenantes spécifiques de l'entreprise. Pour l'éco-efficience, une étude quantitative (plan d'expérience) hiérarchise les facteurs impactant la minimisation des déchets en Production et montre l'intérêt d'associer les 2 méthodes : les « 7 muda » du Lean et la hiérarchie 3R (Réduire, Réutiliser, Recycler) du Green. L'exploitation d'une « matrice Lean 3R » est même souhaitable. Pour l'éco-responsabilisation, un modèle de Management Visuel de l'Eco-Performance (MVEP), évalué qualitativement (recherche-intervention) améliore un indice de motivation. Il est révélé que l'intégration d'une dimension écologique dans l'animation d'une performance économique, est favorable à son amélioration.

Mots clés : Management Lean, Management environnemental, Intégration Lean Green, Management des déchets, Responsabilité Sociétale d'Entreprise

MODELING OF INTEGRATION LEAN GREEN FOCUSED ON WASTE MANAGEMENT FOR A BALANCED PERFORMANCE (ECONOMIC, ENVIRONMENTAL, SOCIAL)

ABSTRACT : Since the 80s , companies in developed countries are facing with competition increasingly sharp . In this context, the adoption of lean management has become widespread. It aims to speed up the flow , to reduce non- value added , as part of a continuous improvement process. Moreover, since the 90s , sustainable development is a growing interest . Social responsibility (CSR) is the business contribution to sustainable development issues. The approach is for companies to take into account the social and environmental impacts of their business to adopt the best practices and contribute to the improvement of society and the protection of the environment. This study positions the integration Lean Green serving a strategy Corporate Social Responsibility (CSR) . A first strategic Lean Green model gives a structured framework for targeted scientific developments, prioritizing a particular performance. Segmentation according to the impacted (social, economic) major performance beyond environmental performance and the scope (internal / external to the company) , is proposed. Four strategies emerge then : eco-efficiency , eco-responsibility , eco-partnership , eco- solidarity. Each strategy responds to specific stakeholders of the company. For eco-efficiency, a quantitative study (design of experiment) prioritizes the factors affecting the minimization of waste in production and demonstrates the value of combining the two methods : the Lean "7 muda " and the Green 3Rs hierarchy (reduce, Reuse, Recycle). Operating a "matrix Lean 3R " is desirable. For eco-responsibility, a model of Visual Management of Eco-Performance (VMEP), evaluated qualitatively (intervention research) improves an index of motivation. It is revealed that the integration of environmental considerations into the animation of economic performance , is in favor of improving.

Keywords : Lean Management, Environmental Management, Lean Green Integration, Waste Management, Corporate Social Responsibility.