

Haute Ecole
Groupe ICHEC – ISC Saint-Louis – ISFSC



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

**Projet d'implémentation d'un nouveau système de gestion
d'inventaire et du stock physique en combinant outils
digitaux et lean management au sein de Haemers
Technologies**

Mémoire présenté par :
Nicolas PAILHE

Pour l'obtention du diplôme de :
Master – Ingénieur commercial

Année académique 2018-2019

Promoteur :
François GRISAY

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

Haute Ecole
Groupe ICHEC – ISC Saint-Louis – ISFSC



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

**Projet d'implémentation d'un nouveau système de gestion
d'inventaire et du stock physique en combinant outils
digitaux et lean management au sein de Haemers
Technologies**

Mémoire présenté par :
Nicolas PAILHE

Pour l'obtention du diplôme de :
Master – Ingénieur commercial

Année académique 2018-2019

Promoteur :
François GRISAY

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

Tout d'abord, je tiens sincèrement à exprimer tous mes remerciements à l'ensemble de l'entreprise Haemers Technologies pour m'avoir accueilli et permis de mettre en place ce projet. Haemers Technologies donne une réelle place aux jeunes et leur permet de s'épanouir. Je remercie l'ensemble des employés pour leur bonne humeur et l'ambiance qu'ils mettent quotidiennement dans les bureaux. Je n'aurais pas pu espérer mieux comme première expérience dans le monde professionnel.



Je souhaite également remercier tout particulièrement Madame Sigrid Willame pour m'avoir accompagné et fait confiance tout au long de ce projet mais également pour ses précieux conseils, sa disponibilité et son optimisme à toute épreuve.

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe de projet qui m'a fait confiance et qui s'est donné à 200% pour faire aboutir ce projet. Un merci particulier à Monsieur Elie Jenadri pour être resté plusieurs vendredis jusque 21h30 à m'aider dans la mise en place de ce projet.

Mes remerciements vont également à mon promoteur de mémoire, Monsieur François Grisay pour le temps, les excellents conseils et l'intérêt qu'il porte à mon travail.

Je tiens à remercier tout particulièrement Madame Marion Fontana pour l'aide précieuse qu'elle m'a apporté dans la correction de ce mémoire.

Enfin, ma reconnaissance s'adresse à ma grand-mère et à mon père qui m'ont toujours soutenu et encouragé tout au long de sa rédaction.

Table des matières

Introduction	8
1. Chapitre 1 : Contextualisation du projet	11
1.1 Environnement de la gestion de projet	11
1.2 Contexte théorique.....	15
1.2.1 Enjeu du Supply Chain Management.....	15
1.2.2 Enjeu de la gestion des stocks	17
1.2.3 Enjeu du Lean Management.....	20
1.2.4 Qu'est-ce qu'un code-barres ?	22
2. Chapitre 2 : Description du projet et approche méthodologique.....	28
2.1 Définition du projet	28
2.1.1 Le problème posé par l'entreprise.....	28
2.1.2 Le but et les objectifs du projet	29
2.1.3 Les opportunités	30
2.1.4 Les contraintes.....	31
2.1.5 La faisabilité	32
2.1.6 L'étude de l'existant	33
2.1.7 Les acteurs du projet	35
2.2 Approche méthodologique	38
3. Chapitre 3 : Mise en œuvre du projet	44
3.1 Mise en place du 5S	44
3.2 Mise en place du système de référencement	50
3.3 Mise en place des normes de sécurité.....	52
4. Chapitre 4 : Bilan et perspectives du projet.....	55
4.1 Analyse critique	55
4.1.1 Evaluation du résultat obtenu et degré de satisfaction des objectifs	55
4.1.2 Aperçu des nouvelles fonctionnalités de l'outil fini.....	63
4.1.3 Recensement des difficultés rencontrées	65
4.2 Perspectives futures du projet	70
Conclusion.....	72
Bibliographie	74

Liste des figures et tableaux

Tableaux

1. Acteurs.....	35
2. Résumé de la méthodologie des 5S	42
3. Budget	56
4. Coûts économisés grâce au projet	57
5. Audit 5S	59
6. Résumé du niveau de maturité.....	62

Graphiques

1. Période 1 Radar & Carte de tendance.....	60
2. Période 2 Radar & Carte de tendance	60
3. Période 3 Radar & Carte de tendance	61
4. Période 4 Radar & Carte de tendance	61

Figures

1. Chantiers et partenaires dans le monde	11
2. Smart Burner.....	13
3. Chantier Sicile	14
4. The supply chain network	15
5. Représentation des différentes parties de la supply chain	17
6. Code-barres linéaire et code-barres bidimensionnel.....	23
7. Etiquette RFID	24
8. Fiche RS-232	26
9. Exemple de codes-barres.....	26
10. Photo avant atelier.....	46
11. Photos avant atelier	47
12. Photos panneaux outils	48
13. Référencement des étagères	49
14. Résumé de la méthodologie des 5S	49
15. Etiquette rouge	50
16. Workflow des stocks	51
17. Photo avant/après de l'entrée de l'entrepôt	53
18. Photo d'une protection de rack	54
19. Photo des vélos	70

Introduction

La gestion de projet décrite dans ce mémoire a eu lieu au sein de Haemers Technologies. Cette entreprise agit dans le secteur de la dépollution des sols grâce à une solution thermique. Spécialisée dans le traitement des hydrocarbures, Haemers Technologies traite en grande majorité avec des raffineries pétrolières situées aux quatre coins du globe. L'entrepôt, situé à Neder-Over-Heembeek, est au cœur des activités et une pénurie de stock au moment de l'approvisionnement pour un chantier pourrait être extrêmement nuisible.

Le choix du projet dans cette entreprise est motivé par plusieurs raisons : en premier lieu, la volonté de travailler dans le secteur de la *supply chain* d'une PME mais également l'envie d'approfondir les connaissances acquises lors de mon parcours d'ingénieur commercial dans les domaines de la recherche opérationnelle et de la *supply chain*, le tout au sein d'une entreprise en adéquation avec mes valeurs environnementales.

Les recherches ont montré que si, dans le passé, les entrepôts étaient constamment considérés comme étant des centres de coûts n'apportant jamais de valeur ajoutée, aujourd'hui, ils sont considérés comme un maillon essentiel de la chaîne d'approvisionnement et peuvent faire la différence en termes de concurrence en augmentant la rentabilité de l'entreprise. Bien souvent, les progrès dans le domaine de l'entreposage ont tendance à être liés à l'utilisation accrue de la technologie et de l'automatisation, à la rapidité et à la précision, à l'amélioration de la mesure du rendement et à la gestion efficace des ressources. La gestion des stocks est le processus qui consiste à surveiller efficacement le flux constant d'unités entrant et sortant d'un inventaire.

La mission qui m'a justement été confiée pendant ces 90 jours de stage était de trouver un outil à moindre coût, interactif et moderne, pour la gestion et le suivi du matériel au sein de l'entreprise. Il s'agissait plus précisément de concevoir et d'implémenter un nouveau système de gestion d'inventaire et du stock physique en combinant outils digitaux et *lean management*.

« *Le principe de base en supply management, c'est de garder la complexité, tout en supprimant les complications* », estime Philippe Wieser (2018), directeur de l'Institut

international de management pour la logistique. Selon une étude¹ menée par Deloitte en 2016, une entreprise a cinq fois plus de chances d'être performante financièrement si sa *supply chain* est elle-même performante. En effet, au cours de ces dernières années, la logistique est devenue un facteur de différenciation entre les entreprises.

Le fait de garder la complexité, tout en supprimant les complications peut s'apparenter à du *lean* management. Le concept *lean* est devenu un outil de management de plus en plus universel, grâce à son impact positif sur la performance globale des entreprises. Selon l'entreprise de consultance Batilean², la méthodologie *lean* repose sur 3 idées très simples : créer de la valeur du point de vue des clients, éliminer les choses qui n'apportent pas de valeur au produit final et pousser l'entreprise vers un perfectionnement continu. Le *lean* management peut s'appliquer dans n'importe quel processus commercial ou de production. S'il est aussi populaire c'est parce qu'il se concentre sur l'amélioration de chaque aspect d'un processus de travail et implique tous les niveaux de hiérarchie de l'entreprise.

Ainsi, en appliquant cette méthode, les entreprises sont en mesure de réduire leurs activités inutiles et leur main-d'œuvre peut alors se concentrer sur des activités qui apportent de la valeur. L'entreprise Batilean nous apprend également que lorsque les employés se concentrent sur la création de valeur, ils sont plus productifs et efficaces, car ils ne sont pas distraits par des tâches peu claires, ce qui permet une meilleure utilisation des ressources. En conséquence, l'entreprise sera beaucoup plus flexible et capable de répondre plus rapidement aux exigences des clients. *In fine*, le *lean* management permet de créer un système de production stable avec une meilleure chance d'améliorer la performance globale de l'entreprise.

Une des techniques du *lean* management qui a été utilisée au cours de la mise en place de ce projet et qui sera largement décrite dans ce mémoire est la méthode des 5S. Cette méthode est un outil du *lean* management qui aide à réduire le gaspillage d'efforts. En appliquant les 5S, en triant, en ordonnant, en nettoyant, en standardisant les procédures et en améliorant sans cesse ces procédures, le temps consacré à la recherche de matériel a diminué et cela a permis de créer un milieu de travail beaucoup plus efficace et performant, ce qui a entraîné une économie des coûts non négligeable ainsi qu'une augmentation du bien-être chez les employés.

¹ Testard, M., Canu, A., Cornier, C., Jacopy, A-L., (2016). Supply Chain Trends 2016, Le nouveau visage de la Supply Chain. Neuilly-sur-Seine : Deloitte. Récupéré de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fpc/Documents/services/supply-chain-et-achats/deloitte_supply-chain-trends-2016_jan-16.pdf

² Batilean est une entreprise de consultance en *lean* management. (2019). Récupéré de <https://www.batilean.fr>

Le projet a donc pu être séparé en deux sous-projets. Dans un premier temps, il s'agissait de réorganiser l'entrepôt physique pour le rendre compatible avec le nouveau système de référencement en ayant recours à des techniques de *lean* management. Ensuite, dans un deuxième temps, le projet consistait à développer un système digital de gestion des stocks via un logiciel et un système de codes-barres afin d'identifier, de référencer et de suivre le matériel.

Ce mémoire se présente en quatre grandes parties. Tout d'abord, il s'agira de contextualiser le projet en le replaçant dans son environnement théorique et pratique. La seconde partie visera à décrire le projet et à expliquer l'approche méthodologique sur laquelle il s'appuie. Ensuite, sur base de la théorie et en tenant compte des contraintes imposées, la troisième partie présentera toute la mise en œuvre du projet. Enfin, le dernier chapitre dressera une évaluation du résultat obtenu, les degrés de satisfaction pour chaque objectif ainsi qu'une mise en avant des perspectives futures du projet.

1. Chapitre 1 : Contextualisation du projet

Ce premier chapitre a pour objectif de présenter l'entreprise et l'environnement dans lequel elle évolue. Il se constitue de deux sous-parties. La première s'attachera à décrire l'entreprise et à exposer l'environnement de la gestion de projet. La seconde partie consistera à décrire le contexte théorique qui entoure le projet et notamment les enjeux du *Supply Chain Management*, de la gestion des stocks et du *Lean Management*. Cette partie expliquera aussi ce qu'est un code-barres.

1.1. Environnement de la gestion de projet

Haemers Technologies est une société belge fondée en 2015 par Jan Haemers. L'équipe est composée de personnes travaillant dans le domaine de la dépollution thermique depuis de nombreuses années. L'histoire d'Haemers Technologies remonte à leur filiale américaine TPS Technologies Inc., qui a commencé la réhabilitation thermique des sols en 1989 à Adelanto, en Californie, avec la construction et l'exploitation de l'une des premières installations fixes de désorption thermique à basse température pour les sols contaminés par le pétrole. Depuis, les équipes de Haemers Technologies ont réalisé avec succès plus de 50 projets d'assainissement *in situ*³ et 200 *on-site*⁴ sur quatre continents, traité plus de 8 000 000 tonnes de sol dans des installations de traitement fixes, en utilisant des technologies d'assainissement thermique *in situ* et/ou *on site*.



Figure 1 - Chantiers et partenaires dans le monde (Source : Haemers Technologies. (2019). *Chantiers et partenaires dans le monde*. Récupéré le 8 mars 2019 du serveur interne de l'entreprise.)

³ Les techniques *in situ* sont directement effectuées dans le sol par des procédés qui permettent de traiter les polluants sans excavation.

⁴ Traitements après excavation des terres mais sur le site même (contrairement à l'*ex-situ*).

L'entreprise travaille exclusivement avec des industries. On fait généralement appel à Haemers Technologies après le démantèlement d'une usine dont l'activité est polluante. Outre l'aspect écologique de la dépollution du sol, cette dernière permet de respecter les normes environnementales pour éviter tout danger à l'homme mais elle permet surtout de revaloriser le terrain du client. La mission de l'entreprise est donc de dépolluer le monde par des technologies propres de dépollution des sols et de restaurer la valeur des propriétés de leurs clients.

Leur expérience a toujours stimulé l'innovation. Les ingénieurs de Haemers Technologies sont les inventeurs des premiers systèmes thermiques mobiles et de la technologie « *Smart Burners* », réduisant les coûts et l'impact environnemental du traitement thermique et augmentant son applicabilité aux projets *in situ* et aux sites distants. Nombre de brevets ont été mis en œuvre avec succès par leur équipe de projets sur une large gamme d'hydrocarbures, de composés chlorés, persistants et semi-volatils.

Haemers Technologies Group est composé de HAEMERS Technologies SA et L&C SA (anciennement Deep Green SA). Les projets actuels sont tous basés sur leurs propres technologies brevetées. L'entreprise met en œuvre ces technologies à la fois directement et par l'intermédiaire d'un réseau de détenteurs de licences, qui sont des partenaires parfaitement formés à la technologie de Haemers Technologies, qui les mettent en œuvre sur leurs propres marchés locaux.

Leur compétence principale est la mise au point et l'application de technologies thermiques pour l'assainissement des sols fortement contaminés. Haemers Technologies travaille principalement avec ses « *Smart Burners* » qui ont été conçus par ses propres ingénieurs. Cette technologie se décompose en deux phases principales. Premièrement, le sol est chauffé par des tubes chauffants en acier inoxydable à une température où les contaminants se vaporisent. Il est important de noter que le gaz naturel qui permet de chauffer le sol par conduction tourne uniquement en circuit fermé. Les gaz pollués sont extraits via un tube perforé dans lequel on crée une dépression grâce à un ventilateur en surface. Les gaz pollués sont extraits et les contaminants sont recyclés. Les gaz contenant uniquement des hydrocarbures sont directement insérés et brûlés dans le brûleur qui permet de chauffer le tube à conduction. Les gaz qui contiennent du mercure ou du chlore sont traités ultérieurement dans un SVE⁵ (cf. *Figure 2*).

⁵ Soil Vapor Extraction

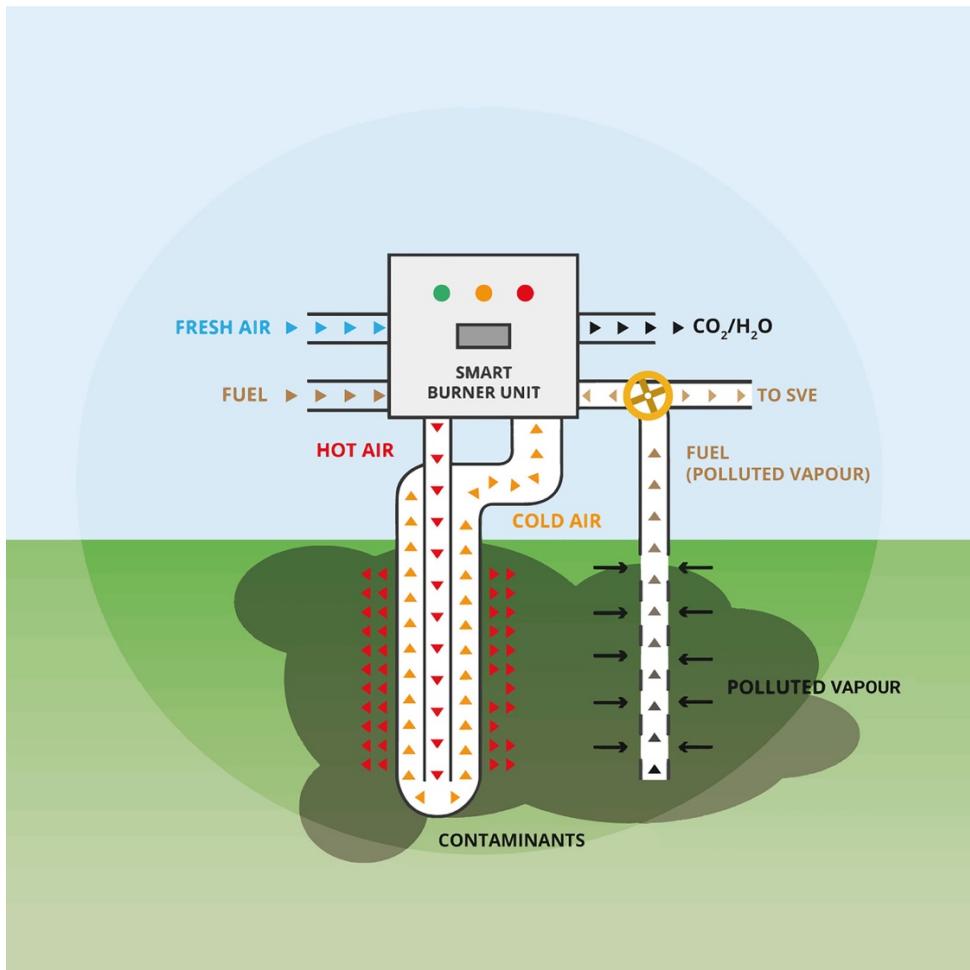


Figure 2 – Smart Burner (Source : Haemers Technologies. (2018). *Smart Burners*. Récupéré le 29 octobre 2018 de <https://haemers-technologies.com/smartburners/>)

Il est intéressant de noter que le rayon d'action d'un « *Smart Burner* » est d'environ un mètre. Cela signifie donc que plusieurs centaines de brûleurs sont parfois nécessaires pour dépolluer une large parcelle d'un terrain pollué. Comme nous pouvons le constater sur la *Figure 3*, cela représente énormément de matériel et un temps de montage et de démontage assez conséquent. En effet, un chantier peut durer entre trois mois et deux ans, ce qui reste rapide dans le domaine de la dépollution des sols. Plusieurs installations sont montées sur les chantiers grâce à des containers dans lesquels on met des bureaux, des vestiaires, un stock de matériel et un petit atelier pour assembler des pièces ou pour en réparer. Tout ceci nécessite la tenue d'un inventaire continu pour connaître la localisation de chaque article dans le monde et éviter les pertes de matériel onéreux.

Vous pouvez également constater sur la *Figure 3* qu'une chape de béton est coulée sur la parcelle à dépolluer. Cela permet de rendre la parcelle hermétique afin d'éviter d'une part, que les gaz d'hydrocarbures sortent par un autre endroit que le tube perforé et d'autre part, pour éviter les infiltrations d'eaux via la pluie. En effet, il faut

savoir que selon la composition du sol, certains chantiers mettent plusieurs semaines ou mois avant de pouvoir atteindre une température dans le sol supérieur à 100° C. Tant que toute l'eau présente dans le sol n'a pas été évaporée, il est impossible d'obtenir les 450°C à 600°C nécessaires pour atteindre le point d'ébullition des hydrocarbures et commencer la dépollution à proprement parler. De plus, cela permet aux collaborateurs travaillant pendant plusieurs mois sur le chantier de travailler dans des conditions relativement propres et non dans une boue constante.



Figure 3 - Chantier Sicile (Source : Haemers Technologies. (2018). Chantier Gela photo 17. Récupéré le 8 mars 2019 du serveur interne de l'entreprise.)

La flexibilité de leur technologie « *Smart Burners* » permet de traiter des sites distants, mais aussi les sous-sols des bâtiments. La taille des sites peut varier considérablement, de terrains très petits à certains de plusieurs milliers de mètres carrés. L'entreprise apporte ainsi des solutions finales fiables pour les problèmes majeurs auxquels sont confrontées, par exemple, les sociétés pétrolières et gazières ainsi que les sociétés immobilières.

Haemers Technologies emploie actuellement 51 personnes de 16 nationalités différentes pour un chiffre d'affaires de 5 446 900 euros en 2017. La vision de l'entreprise est de devenir le leader mondial dans les technologies durables de dépollution des sols par voie thermique, en collaboration avec un réseau dense de licenciés appliquant leurs technologies.

Haemers Technologies est concurrencée principalement par 4 entreprises dans le domaine de la dépollution des sols via une solution thermique à conduction *in-situ*. Son plus grand concurrent est Cascade Thermal avec 993 employés pour un chiffre d'affaires de 237 millions de dollars. Cependant, cette entreprise travaille principalement aux Etats-Unis. GRS Valtech, filiale du groupe Veolia, est le deuxième grand concurrent de Haemers Technologies avec 213 employés pour un chiffre d'affaires de 47,3 millions d'euros. Enfin, Geo Remediation Company et TRS Europe sont les deux derniers concurrents qui ferment la liste.

1.2. Contexte théorique

1.2.1. Enjeu du *Supply Chain Management (SCM)*⁶

La logistique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement ne sont pas des idées nouvelles. De la construction des pyramides jusqu'à nos jours, il n'y a eu que peu de changements dans les principes relatifs à la chaîne logistique et à la gestion des stocks. La mission du *Supply Chain Management* est de servir les clients de la manière la plus rentable possible. La façon dont une entreprise sert ses clients est devenue une dimension concurrentielle non négligeable. Il est donc indispensable de prendre en compte la logistique dans un contexte commercial plus large et de la considérer comme bien plus qu'un ensemble d'outils et de techniques.

La logistique se définit essentiellement comme étant une orientation, un ensemble de processus et un cadre de planification qui vise à créer un plan unique pour la circulation des produits et de l'information au sein d'une entreprise. La gestion de la chaîne d'approvisionnement s'appuie sur ce cadre et cherche à établir des liens et une coordination entre les processus des différentes parties en lien avec la logistique comme montré dans la *Figure 4*.

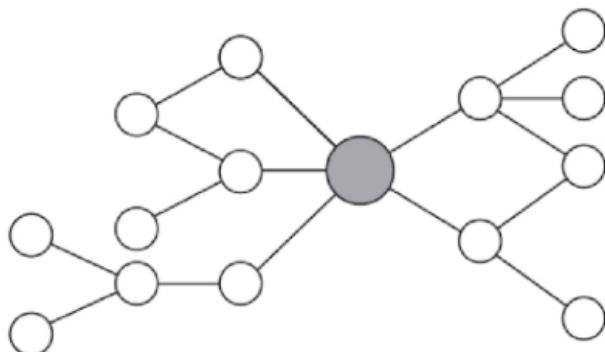


Figure 4 - The supply chain network (source : Christopher, M. (1992). *Logistics and supply chain management* (5^e édition). Londres : Editions Financial times)

⁶ Gestion de la chaîne d'approvisionnement

Ainsi, selon un exemple donné par Martin Christopher⁷ (1992), l'un des objectifs du *Supply Chain Management* pourrait être de réduire ou d'éliminer les stocks-tampons qui existent entre les parties d'une chaîne logistique par le partage d'informations concernant la demande et les niveaux actuels des stocks.

Martin Christopher explique dans son ouvrage que traditionnellement, il a été suggéré que le principal moyen de réduire les coûts était d'accroître le volume des ventes et en particulier d'accroître la part de marché. Cependant, la recherche d'économies d'échelle par l'augmentation des volumes ne conduit pas toujours à une amélioration de la rentabilité, nuance-t-il. En effet, de nos jours, une grande partie du coût unitaire d'un produit se situe au sein de la chaîne logistique. Il semblerait donc pour l'auteur que c'est de plus en plus grâce à une meilleure logistique et à un meilleur *Supply Chain Management* que l'efficacité et la productivité peuvent être atteintes, entraînant une réduction significative des coûts unitaires.

Le potentiel de réduction des coûts d'exploitation grâce à la logistique et à la gestion de la chaîne d'approvisionnement est considérable. Dans la mesure où une grande partie des coûts d'une entreprise dépend des décisions logistiques et de la qualité de sa chaîne logistique, il n'est pas surprenant que, dans une optique d'optimisation des profits, Haemers Technologies revoit la gestion de sa chaîne logistique. Il est donc tout à fait normal que l'entreprise veuille améliorer la partie la plus problématique de sa chaîne logistique, c'est-à-dire les stocks, afin de diminuer ses coûts.

Cette partie de la logistique porte le nom de logistique en amont (*inbound logistics*) et se définit comme suit selon Rémy Le Moigne⁸ (2013) : « *ensemble des activités liées à la réception, au stockage et à la distribution au sein de l'entreprise des matières premières et composants, telles que la manutention des marchandises, la gestion des entrepôts, le contrôle des stocks et le retour aux fournisseurs* ».

Le projet décrit dans ce mémoire est également concerné par le *materials management* qui, toujours selon Rémy Le Moigne, peut être défini comme : « *l'ensemble des fonctions de gestion qui supportent le cycle des flux de produits de bout en bout, de l'approvisionnement et du contrôle interne des matières premières à la planification et au contrôle de l'en-cours de fabrication et à l'entreposage* ».

⁷ Auteur du livre *Logistics and supply management* (5^e Edition). Londres : Editions Financial Times Publishing.

⁸ Auteur de l'ouvrage *Supply chain management : achat, production, logistique, transport, vente* (2^e Edition). Paris : Editions Dunod

Ces deux termes définis se retrouvent dans la *Figure 5* qui représente un schéma de la *supply chain* dans sa globalité et des sous-parties qui la composent.

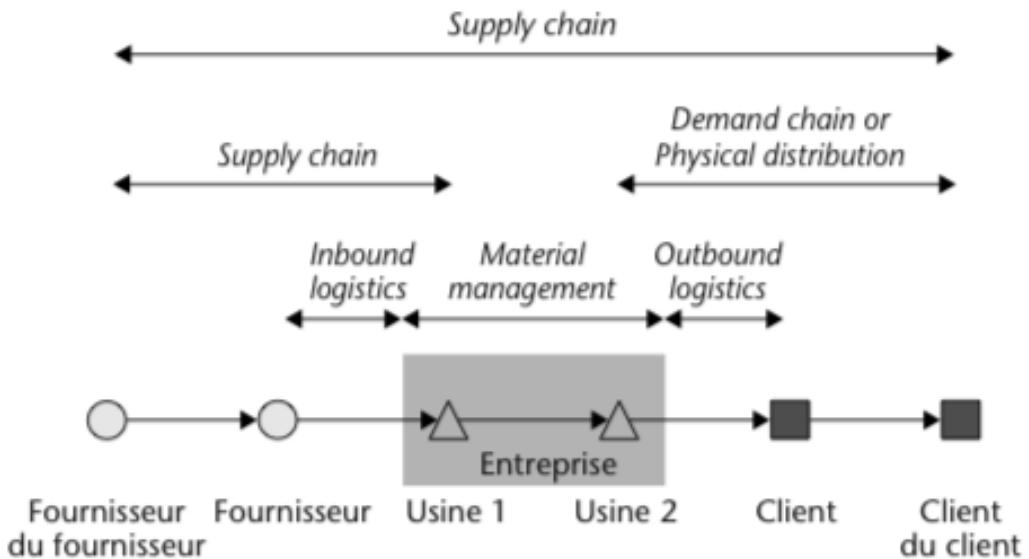


Figure 5 - Représentation des différentes parties de la supply chain (Source : Le Moigne, R. (2013). *Supply chain management : achat, production, logistique, transport, vente* (2^e édition). Paris : Editions Dunod)

1.2.2. Enjeu de la gestion des stocks

L'article « *Inventory Management* » (2018) du site *Investopedia.com*⁹ explique que le stock d'une entreprise est l'un de ses actifs les plus précieux. La gestion des stocks est le processus qui consiste à surveiller efficacement le flux constant d'unités entrant et sortant d'un inventaire. Ce processus consiste habituellement à contrôler le transfert d'unités afin d'éviter que les stocks ne deviennent trop élevés ou qu'ils n'atteignent des niveaux trop bas qui pourraient mettre en péril l'exploitation de l'entreprise. Une bonne gestion des stocks vise également à contrôler les coûts associés aux stocks. Chez Haemers Technologies, l'entrepôt est au cœur des activités et une pénurie de stock au moment de l'approvisionnement pour un chantier pourrait être extrêmement nuisible. De plus, un stock important comporte des risques de détérioration, de vol, de dommages ou simplement de perte. L'inventaire doit donc être fait et maintenu à jour de façon méticuleuse.

Pour ces raisons, savoir quand réapprovisionner certains articles, quelles quantités acheter ou produire, quel prix payer peuvent facilement devenir des décisions complexes. Généralement, les entreprises de petite taille réalisent leur suivi des stocks manuellement et déterminent les points de réapprovisionnement et les quantités à

⁹ Site internet, développé par 6 auteurs ayant travaillé dans la finance ou le domaine de la technologie auparavant, qui aide à la compréhension de concepts complexes relatifs à la finance.

l'aide d'Excel. Les grandes entreprises ont plutôt tendance à utiliser des logiciels spécialisés qui peuvent même parfois être personnalisés. Haemers Technologies, bien que faisant partie des PME, utilise un logiciel spécialisé pour la gestion du stock de Bruxelles. Cependant, les stocks sur les chantiers sont gérés via Excel. Par conséquent, la synchronisation avec le stock global de l'entreprise est difficile.

Les stratégies de gestion des stocks varient selon le secteur industriel de l'entreprise. Un dépôt pétrolier peut stocker de grandes quantités de stocks pendant de longues périodes, ce qui lui permet d'attendre que la demande augmente. Bien que le stockage du pétrole soit coûteux et risqué, il n'y a aucun risque que l'inventaire se détériore ou devienne démodé. Pour les entreprises qui vendent des denrées périssables ou des produits pour lesquels la demande est extrêmement urgente, il n'est en revanche pas possible de conserver les articles en stock sur du long terme et il peut être coûteux de mal évaluer le moment de vente ou la quantité des commandes.

L'équilibre entre les différentes tâches de la gestion des stocks implique de prêter attention à un aspect clé de l'inventaire : le temps. Cela signifie qu'il faut bien comprendre combien de temps un fournisseur met pour traiter une commande et exécuter une livraison. La gestion des stocks exige également que l'on comprenne bien le temps qu'il faudra pour que ces matières soient transférées à l'extérieur du stock. La connaissance de ces deux délais importants permet de savoir quand passer une commande et combien d'unités doivent être commandées pour assurer le bon déroulement de l'approvisionnement des chantiers.

Le stock chez Haemers Technologies peut être divisé en deux grandes parties : le stock de machines et d'outils qui part sur chantier et revient après, et le stock de consommables qui, comme son nom l'indique, est voué à disparaître après son utilisation. Le stock de consommables doit donc être géré avec une attention particulière pour éviter à l'entreprise d'être en rupture de stock de certains consommables.

Pour ce faire, il est important de choisir une méthode d'approvisionnement des consommables appropriée à l'entreprise. Il existe trois grandes façons de s'approvisionner en consommables. La première est la « *just-in-time ordering* » qui encourage à économiser de l'espace en tirant le meilleur parti des options de livraisons rapides. Cette façon est idéale pour les ateliers dont l'espace est limité. La deuxième option est la commande en gros. Si l'entreprise possède un grand atelier et a besoin régulièrement d'un grand nombre de consommables identiques, il est largement préférable de commander en gros. Les plus grandes quantités obtiennent souvent des rabais plus importants de la part des fournisseurs. La dernière option est une solution

gérée par les fournisseurs, c'est-à-dire que le fournisseur fournit sa propre armoire de consommables à l'atelier de l'entreprise et il l'approvisionnera en consommables régulièrement afin que l'entreprise n'en manque jamais et l'entreprise ne paye que ce qu'elle utilise. Cette option est idéale pour les ateliers qui n'ont pas les ressources nécessaires pour assurer le suivi, la surveillance, la production de rapports, la commande et le stockage des consommables.

Ensuite, afin d'optimiser le temps nécessaire au transfert des produits vers l'extérieur du stock, il semblerait que l'entrepôt de stockage mérite une étude approfondie de son agencement et de ses fonctions. Le livre « *Warehouse management* (3^e édition) » de Gwynne Richards (2018) représente une bonne source pour se pencher sur ce point. Selon l'auteur, un entrepôt doit être considéré comme un endroit temporaire pour stocker les marchandises et comme un tampon dans les chaînes d'approvisionnement. Un entrepôt devrait donc être, selon lui, un point de transfert où toutes les marchandises reçues sont expédiées le plus rapidement et le plus efficacement possible.

Aujourd'hui, les entrepôts jouent un rôle de plus en plus important pour répondre aux attentes des clients en matière de respect des délais, de livraison complète et de livraison sans dommage. Cela s'est traduit par des investissements accrus dans la technologie et dans l'automatisation. Dans le cas de Haemers Technologies, l'entrepôt joue un rôle important pour répondre aux attentes des chantiers mais avec les mêmes exigences que peuvent avoir les clients d'une entreprise qui vend des produits.

Toujours selon Gwynne Richards, les processus de base dans les entrepôts sont restés relativement les mêmes au fil du temps. Les marchandises sont reçues en entrepôt, les commandes sont traitées, certains services à valeur ajoutée sont inclus et ensuite le produit est expédié. Il note que les progrès dans le domaine de l'entreposage ont tendance à être liés à l'utilisation accrue de la technologie et de l'automatisation, à la rapidité et à la précision, à l'amélioration de la mesure du rendement et à la gestion efficace des ressources. Ainsi, pour développer ces technologies, les gestionnaires doivent avoir une parfaite compréhension des divers rôles que les entrepôts peuvent jouer et de la façon dont ils affectent l'entreprise et la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble.

Dans le passé, les entrepôts étaient constamment considérés comme étant des centres de coûts n'apportant jamais de valeur ajoutée. Aujourd'hui, les entrepôts sont considérés comme un maillon essentiel de la chaîne d'approvisionnement. En effet, une

étude de Motorola (2013)¹⁰ indique que de moins en moins d'organisations continuent de considérer les entrepôts et les centres de distribution comme de simples maillons banalisés entre les points finaux de la chaîne logistique. Le passage de chaînes d'approvisionnement linéaires à des chaînes d'approvisionnement multi-nœuds complexes explique ce changement de perception. Selon l'étude, cela serait motivé par une capacité limitée, l'évolution des réglementations, des changements majeurs dans la démographie et dans les habitudes d'achat des clients et des fournisseurs ainsi que des exigences croissantes de ces derniers. Les entrepôts d'aujourd'hui peuvent faire la différence en termes de concurrence et augmenter la rentabilité de l'entreprise.

1.2.3. Enjeu du *Lean Management*

Selon Christian Hohmann (2010), auteur de plusieurs livres traitant de la *supply chain* et des méthodologies en lien, le *lean management* peut se définir comme suit : « *Lean signifie littéralement « maigre ». Un processus lean est un processus débarrassé de toutes les opérations inutiles, qui le rendent « obèse », moins performant, moins réactif mais qui consomment du temps, de l'énergie, des ressources de manière excessive. Le principe du lean management est de gérer les processus et ressources au plus juste, plutôt que de « tirer » davantage sur ces ressources* ».

Le terme *lean management* a été évoqué pour la première fois par John Krafcik dans son article de 1988, "Triumph of the Lean Production System", basé sur son mémoire à la MIT Sloan School of Management. John Krafcik a été ingénieur qualité dans la co-entreprise Toyota-GM NUMMI en Californie. Les principes du *lean* sont justement issus de l'industrie manufacturière japonaise. En effet, le *Toyota Production System* (TPS) est un système développé par Toyota entre 1948 et 1975, qui organise la fabrication et la logistique pour le constructeur automobile, y compris l'interaction avec les fournisseurs et les clients. Le système est un précurseur majeur du *lean* management. Toyota a défini via son TPS trois principaux objectifs à atteindre qui sont l'élimination de la surcharge de travail (*Muri*), des irrégularités (*Mura*) et des déchets (*Muda*).

Christian Hohmann explique que le terme japonais *Muri* représente tout le travail déraisonnable que la direction d'une entreprise impose aux travailleurs et aux machines à cause d'une mauvaise organisation, comme le port de poids lourds, le déplacement d'objets volumineux, les tâches dangereuses ou encore une cadence de

¹⁰ Motorola (2013). *From cost center to growth center : warehousing 2018*. Chicago : Motorola.

Récupéré de

https://www.automation.com/pdf_articles/motorola/Motorola_WarehouseVision_WP_FINAL_130814.pdf

travail beaucoup plus rapide que d'habitude. Cela signifie donc pousser une personne ou une machine au-delà de ses limites naturelles. Il peut s'agir simplement de demander à un processus un niveau de performance supérieur à ce qu'il peut gérer sans prendre de raccourcis. Le travail déraisonnable est presque toujours une cause de contre-productivité sur le long terme et va à l'encontre du *lean* management.

Le second terme *Mura* signifie la variabilité ou l'irrégularité. Le *lean* management pousse les entreprises qui l'adoptent à avoir des processus de production constants en éliminant un maximum de variabilité comme par exemple des machines qui ne mettent pas toujours le même temps pour faire la même chose et dont la qualité varie, des opérateurs qui ne font pas tous et pas toujours le même travail lorsqu'ils sont affectés à un même poste ou encore des fournisseurs qui ne livrent pas toujours les mêmes quantités de matière première.

Enfin, le dernier mot japonais *Muda* que le *lean* management encourage à éliminer représente toute contrainte qui pourrait entraîner la production de déchets comme les gaspillages, ce qui n'ajoute pas de valeur au produit, les pannes, les déplacements inutiles, les pertes de temps, les choses que l'on ajoute au produit mais dont le client ne veut pas, etc.

La mise en application du *lean* management peut donc avoir plusieurs impacts sur l'entreprise tels qu'une élimination de la surproduction, une réduction des délais, un environnement ordonné, une meilleure gestion des transports et une réduction des stocks. Pour atteindre ces objectifs, les entreprises peuvent faire appel à plusieurs méthodes comme la méthode des 5S, la méthode Kaizen ou les six sigmas.

De la fabrication à la commercialisation en passant par les processus logistiques, le *lean* management peut être appliqué dans n'importe quel processus commercial ou de production, selon l'entreprise de consultance Batilean¹¹. Il se concentre sur l'amélioration de chaque aspect d'un processus de travail et implique tous les niveaux de hiérarchie de l'entreprise. La méthodologie *lean* a 3 objectifs : créer de la valeur du point de vue des clients, éliminer le gaspillage, c'est-à-dire les choses qui n'apportent pas de valeur au produit final et pousser l'entreprise vers un perfectionnement continu.

Généralement, le but premier de toute entreprise est d'offrir un produit ou un service pour lequel un client est prêt à payer. Ce sont les besoins réels des clients qui définissent la valeur que l'entreprise doit ajouter à ses produits. Cette valeur réside

¹¹ Batilean est une entreprise de consultance en *lean* management. (2019). Récupéré de <https://www.batilean.fr>

justement dans le problème que l'entreprise essaye de résoudre pour le client et plus spécifiquement dans la solution pour laquelle le client est prêt à payer. Il est donc important d'identifier en premier lieu la valeur que l'entreprise souhaite livrer.

Une fois que cette valeur est clairement identifiée, il est intéressant de dessiner le flux de travail de l'entreprise, selon Batilean. Celui-ci doit inclure toutes les actions et les personnes impliquées dans le processus de livraison du produit final. Grâce à cette étape, l'entreprise sera capable d'identifier les parties du processus qui n'apportent aucune valeur. Lorsque la chaîne de valeur est dessinée, il est beaucoup plus facile de voir quels processus appartiennent à quelles équipes et qui est responsable de mesurer, d'évaluer et d'améliorer ce processus. Cette vue d'ensemble permettra à l'entreprise de détecter les étapes qui n'apportent pas de valeur et donc de les éliminer.

Une fois que ces deux étapes ont été réalisées, on peut déjà estimer que l'entreprise a mis en place un système de gestion *lean*. Il reste toutefois une dernière étape, qui est sans doute la plus importante souligne Batilean, à savoir l'amélioration continue. En effet, le système d'une entreprise n'est pas isolé et statique. On ne peut jamais exclure que des problèmes puissent survenir à n'importe quelle étape de la création d'un produit ou même dans la livraison d'un service. C'est pourquoi l'entreprise doit s'assurer que les employés à tous les niveaux participent à l'amélioration continue du processus. Il existe différentes techniques pour cela, comme par exemple, l'organisation de réunion hebdomadaire pour discuter des progrès, de ce qui doit encore être fait et des obstacles éventuels. Des audits réguliers sur la qualité des processus peuvent aussi être mis en place.

Concrètement, en appliquant le concept du *lean*, les entreprises sont en mesure de réduire leurs activités inutiles et leur main-d'œuvre pourra se concentrer sur des activités qui apportent de la valeur. Moins distraits par des tâches peu claires, les employés seront plus productifs et efficaces. L'entreprise sera ainsi beaucoup plus flexible et capable de répondre rapidement aux exigences des clients. Somme toute, les principes du *lean* management permettent de créer un système de production stable avec une meilleure chance d'améliorer la performance globale de l'entreprise.

1.2.4. Qu'est-ce qu'un code-barres ?

Pour améliorer la gestion des stocks chez Haemers Technologies, nous avons décidé de mettre en place un système de référencement grâce à des codes-barres. Un code-barres est une représentation visuelle qui permet à des machines de lire des données. Ces dernières décrivent habituellement quelque chose au sujet de l'objet qui porte le code-barres.

À l'origine, les codes-barres représentaient systématiquement les données en variant la largeur et l'espacement des lignes parallèles. On les appelle des codes-barres linéaires ou unidimensionnels (1D). Ils ne pouvaient, à la base, qu'être lus par des scanners optiques spéciaux appelés lecteurs de codes-barres. Plus tard, des variantes bidimensionnelles (2D) ont été développées, utilisant des rectangles, des points, des hexagones et d'autres motifs géométriques, appelées codes matriciels ou codes-barres 2D, bien qu'ils n'utilisent pas de barres à proprement parler. Les codes-barres 2D peuvent contenir plus d'informations que les codes-barres linéaires. Ces codes matriciels, mieux connus sous le nom de QR codes, peuvent aujourd'hui être lus par des logiciels d'application disponibles pour les appareils capables de lire des images, tels que les smartphones. Je vous invite d'ailleurs à pointer le QR code de la *Figure 6* à l'aide de votre appareil photo sur votre smartphone pour découvrir quelles informations il contient.



Figure 6 - Code-barres linéaire et code-barres bidimensionnel

Le code-barres a été inventé par Norman Joseph Woodland et Bernard Silver aux États-Unis en 1952. L'invention était basée sur le code Morse qui a été adapté aux barres verticales minces et épaisses. Les codes-barres ont connu un succès commercial lorsqu'ils ont été utilisés pour automatiser les systèmes de caisses des supermarchés. Leur utilisation s'est étendue à de nombreuses autres tâches que l'on appelle généralement l'identification et la saisie automatique des données (AIDC)¹². Le tout premier scanning d'un code-barres universel des produits (UPC)¹³, qui est maintenant omniprésent, a été effectué sur un paquet de chewing-gum de *Wrigley Company* en juin 1974.

D'autres systèmes ont fait des percées sur le marché de l'AIDC, mais la simplicité, l'universalité et le faible coût des codes-barres ont limité le rôle de ces autres systèmes, en particulier avant que des technologies comme l'identification par radiofréquence (RFID) soient disponibles après 1995.

¹² Plus connu sous le terme anglophone *Automatic Identification and Data Capture (AIDC)*.

¹³ Également plus connu sous le terme anglophone *Universal Product Code (UPC)*.



Figure 7 - Etiquette RFID (source : CTM Groupe (2016). Des puces RFID pour sécuriser le circuit des chimiothérapies. Récupéré le 5 mai 2019 de https://www.techopital.com/des-puces-rfid-pour-securiser-le-circuit-des-chimiotherapies-NS_2525.html)

Les codes-barres tels que l'UPC sont devenus un élément omniprésent de la civilisation moderne, comme en témoigne leur adoption par les magasins du monde entier. La plupart des articles ont maintenant des codes-barres UPC. Les cartes de fidélité des magasins possèdent également des codes-barres pour identifier les consommateurs de façon unique, ce qui permet un marketing personnalisé et une meilleure compréhension des habitudes individuelles d'achat des consommateurs.

Ils sont également largement utilisés dans le domaine des soins de santé et en milieu hospitalier, allant de l'identification des patients (pour accéder aux données des patients, y compris les antécédents médicaux, les allergies aux médicaments, etc.) à la création de notes et la gestion des médicaments. Les codes-barres peuvent aussi être utilisés pour le suivi des objets et des personnes comme par exemple le suivi des bagages d'avion, des déchets nucléaires, du courrier recommandé, du courrier express et des colis. Les billets avec un code-barres permettent au détenteur d'entrer dans les cinémas, les théâtres, les parcs d'attraction ou les transports. Bref, les codes-barres sont réellement présents dans tous les domaines, que ce soit dans le secteur primaire, secondaire ou tertiaire.

Au sein même des codes-barres linéaires et bidimensionnels, il existe différents types de codes-barres. Leur capacité et linéarité diffèrent, ce qui rend certains d'entre eux avantageux pour des utilisations et des industries particulières. Voici une liste non-exhaustive des codes-barres les plus courants :

- **Code 39** : C'est l'un des plus anciens codes-barres qui existent. Il s'agit d'un code alphanumérique linéaire, avec la possibilité d'inclure l'ensemble du jeu des 128 caractères ASCII¹⁴ et de l'étendre à n'importe quelle longueur, limitée

¹⁴ « L'American Standard Code for Information Interchange (Code américain normalisé pour l'échange d'information), plus connu sous l'acronyme ASCII, est une norme informatique de codage de caractères. ASCII définit 128 codes à 7 bits, comprenant 95 caractères imprimables : les chiffres arabes de 0 à 9, les lettres minuscules et capitales de A à Z, et des symboles mathématiques et de ponctuation. » (Wikipedia, 2019).

uniquement par la taille de l'étiquette. Si l'espace est une préoccupation, le code 128 est un meilleur choix à considérer.

- **Code 128** : Dérivé du jeu de caractères ASCII, ce code-barres compact est largement utilisé dans les applications d'emballage et d'expédition du monde entier. La différence avec le code 39 est que celui-ci utilise 9 éléments par caractère (5 barres et 4 espaces), qui sont seulement larges ou étroits alors que le code 128 utilise 6 éléments par caractère (3 barres et 3 espaces), qui ont 4 variations de largeur. Cela rend les codes 39 plus faciles à produire et à lire, mais ils peuvent être très longs. Le code 128 est plus concis et prend beaucoup moins de place pour la même information. Il offre également à ses utilisateurs des niveaux plus élevés de sécurité des données.
- **Universal Product Code (UPC)** : Trouvés sur presque tous les produits de vente au détail, ces codes-barres ont été créés à l'origine pour les magasins afin de permettre l'impression rapide des reçus et le suivi des stocks. Après avoir obtenu un numéro UPC, un fabricant recevra un numéro d'entreprise unique à combiner avec son numéro de produit individuel.
- **European Article Number (EAN)** : Considérés comme un dérivé de l'UPC, ces codes-barres sont utilisés spécifiquement par les commerces et les industries. La grande différence entre le code EAN et le code UPC est que le code EAN contient un numéro à 13 chiffres et l'UPC contient un numéro à 12 chiffres. Au fur et à mesure que la demande en Europe, en Asie et en Australie a commencé à croître, des préfixes pour identifier les pays ont été ajoutés, c'est le premier numéro sous le code-barres. Le dernier numéro est le chiffre de contrôle qui est utilisé pour vérifier qu'un code-barres a été scanné correctement. Il est calculé avec le modulo 10. La largeur des barres et la largeur des espaces entre les barres sont exactement les mêmes qu'avec le code UPC.
- **PDF417** : Ce code-barres 2D linéaire se retrouve dans de nombreux types d'identification tels que les billets d'avion. PDF signifie « *Portable Data File* ». Le 417 signifie que chaque motif du code se compose de 4 barres et espaces, et que chaque motif a une longueur de 17 unités. Le principal avantage de ces codes est qu'ils peuvent être liés à d'autres symboles qui sont scannés en séquence, ce qui permet de stocker encore plus de données. De plus, l'utilisateur peut décider de la largeur de la barre verticale la plus étroite et de la hauteur des rangées. Cependant, sa taille peut être 4 fois plus grande que celle d'autres codes-barres 2D tels que les QR Codes.

- **Quick Response Code (QR)** : Dernière tendance en matière de codes-barres, les QR codes gagnent en popularité en tant qu'outils de marketing permettant d'établir des liens vers des informations basées sur le Web. On les trouve souvent utilisées sur du matériel publicitaire et des vitrines de magasins, des liens vers des promotions spéciales ou des détails sur un certain produit.



Figure 8 – Exemples de codes-barres (De gauche à droite : Code 39 - Code 128 - Code UPC - Code EAN 13 - Code PDF 417 - QR Code)

Les lecteurs de codes-barres peuvent être classés en trois catégories en fonction de leur moyen de connexion avec l'ordinateur. Le plus ancien type de lecteurs de codes-barres est celui fonctionnant avec une fiche RS-232. Ce type nécessite une programmation spéciale pour transférer les données d'entrée dans le programme d'application.



Figure 9 - Fiches RS-232 (source Amazon.fr (2019). Image d'illustration de l'article StarTech.com SCNM9FF Câble Null Modem Série RS232 DB9 3m 2x DB-9 - Femelle à Femelle. Récupéré le 5 mai 2019 de <https://www.amazon.fr/StarTech-com-SCNM9FF-Modem-Série-RS232/dp/B00006B8BJ>)

Ensuite, les « *Keyboard interface scanners* » se connectent à un ordinateur à l'aide d'un câble USB. Les données du code-barres sont envoyées à l'ordinateur comme si elles avaient été tapées sur le clavier. Les scanners USB sont faciles à installer car ils n'ont pas besoin d'une programmation spéciale pour transférer les données. En effet, il suffit simplement de connecter le câble USB pour pouvoir les utiliser. Nous pouvons également mettre dans la même catégorie les lecteurs de codes-barres fonctionnant avec Bluetooth ou grâce au wifi.

Enfin, les smartphones représentent la dernière catégorie de lecteurs de codes-barres. De nombreux téléphones sont capables de décoder les codes-barres à l'aide de

leur appareil photo intégré. Cependant, ces appareils ne sont pas conçus spécifiquement pour la saisie des codes-barres. Par conséquent, leur décodage est loin d'être aussi rapide et précis que celui d'un lecteur de codes-barres.

Dans le cadre de ce projet, pour des raisons de budget, nous avons préféré opter pour des lecteurs de codes-barres uniquement compatibles avec les codes-barres linéaires. En effet, le logiciel utilisé pour la gestion des stocks chez Haemers Technologies ne tolère que les codes-barres linéaires et il n'était pas envisageable de changer de logiciel de gestion des stocks. En revanche, le lecteur de codes-barres choisi fonctionne en Bluetooth et a une portée sans fil de plus de 30 mètres. Pour l'étiquetage des produits, nous avons décidé d'utiliser les codes EAN-13 car ceux-ci sont standards, très rapides pour la lecture et ils empêchent le lecteur de codes-barres de faire une erreur grâce à leur chiffre de sécurité.

2. Chapitre 2 : Description du projet et approche méthodologique

Cette seconde partie a pour objectif de présenter la démarche de la gestion de projet. Elle est constituée de deux sous-parties. La première partie exposera le problème posé par l'entreprise, le but et les objectifs, les opportunités, les contraintes, la faisabilité, l'étude de l'existant et les acteurs du projet. Tous les paramètres qui entourent ce projet sont également synthétisés dans une « *project charter* » en annexe 1. La seconde partie consistera à décrire l'approche méthodologique qui entoure le projet.

2.1. Définition du projet

2.1.1. Le problème posé par l'entreprise

Haemers Technologies traite principalement des sites pollués à l'étranger car les grands sites industriels ne sont majoritairement pas en Belgique. Au moment de la rédaction de ce mémoire, deux chantiers en France, un très important en Italie, un au Vietnam, un à Singapour et deux en Chine étaient en cours. Néanmoins, le bureau d'étude, l'entrepôt, l'atelier et le siège de l'entreprise se situent à Neder-Over-Heembeek. Haemers Technologies ne sous-traite généralement pas ses chantiers. Les ingénieurs, les techniciens et le matériel sont envoyés sur chantier pour toute sa durée. La durée d'un chantier sur place¹⁵ peut varier de trois mois à deux ans selon la taille et la quantité de polluants du terrain.

Avant la mise en place de ce projet, l'entreprise ne possédait pas de système d'identification et de référencement du matériel bien défini. Selon Haemers Technologies, l'inventaire n'était correct qu'à environ 60 %. Ce dernier perdait donc toute son utilité. Non seulement cela avait un impact sur la comptabilité de l'entreprise qui était incapable de définir avec précision ses actifs mais cela avait également un impact sur les commandes des chantiers et la rapidité pour leur fournir des pièces. Haemers Technologies commandait aussi trop souvent du matériel qu'elle possédait déjà sans le savoir.

De plus, l'entrepôt à Neder-Over-Heembeek et les stocks sur chantiers n'étaient absolument pas ordonnés. Au cours de mes entretiens avec l'équipe, j'ai pu constater

¹⁵ Cette durée n'inclut pas l'étude faite au préalable. L'étude peut prendre jusqu'à un an.

que les ingénieurs et les techniciens se plaignaient souvent de passer trop de temps à chercher leurs outils et des pièces étaient régulièrement perdues et rachetées. Le désordre permanent dans l'environnement de travail des employés avait un impact conséquent sur leur bien-être. Il n'était, en effet, pas agréable pour eux de travailler dans le désordre, de chercher constamment leur matériel ou de le perdre définitivement. Outre l'impact sur le bien-être des employés, cette absence d'ordre avait également un impact financier sur l'entreprise. En effet, non seulement le temps perdu par les employés à chercher leur matériel était évidemment du temps perdu pour travailler sur un projet mais la perte définitive de matériel qui devait être racheté était un profond gaspillage d'argent que cette jeune entreprise ne pouvait se permettre.

2.1.2. Le but et les objectifs du projet

Haemers Technologies souhaitait améliorer le système de référencement de son matériel afin d'avoir un meilleur suivi de ses actifs et un entrepôt ordonné. Pour ce faire, l'entreprise m'a chargé de lancer un projet d'implémentation d'un système numérique d'identification et de référencement du matériel via des codes-barres ainsi qu'un réarrangement de l'entrepôt. Ce projet avait plusieurs objectifs :

- **Exactitude de l'inventaire sur le long terme** : C'était l'objectif majeur de l'entreprise, l'axe principal autour duquel le projet devait tourner. Depuis la mise en place de ce projet, l'inventaire doit continuellement refléter avec une précision de 95 % le stock physique de l'entreprise. Chaque article doit être référencé dans l'inventaire par un numéro d'article, une catégorie, une quantité, un emplacement précis dans l'entrepôt, une localisation géographique et son historique des mouvements. Ce dernier critère nous amène à l'objectif suivant.
- **Contrôle des mouvements de stocks** : Avant la mise en place de ce projet, l'historique des mouvements du matériel était très approximatif. L'inventaire n'étant pas rigoureusement tenu à jour, il était donc très compliqué de connaître la localisation exacte du matériel entre l'entrepôt, la maintenance, le stock sur chantier, l'utilisation sur chantier ou tout simplement la déchetterie. L'objectif était donc d'augmenter la visibilité des besoins sur chantier en définissant clairement la quantité de stock sur chantier et la quantité de matériel en cours d'utilisation. Plus globalement, il était important d'améliorer le contrôle des mouvements de stocks grâce à une mise à jour constante de l'inventaire.
- **Identification du matériel nécessitant une maintenance** : Il était également très compliqué de connaître la durée d'utilisation de certaines machines ainsi que les polluants qu'elles avaient traités pour mettre en place un système de prévention

de la maintenance. À titre d'exemple, les 712 brûleurs V8¹⁶ étaient tous référencés sous le même numéro d'article et l'entreprise ne faisait pas la différence entre un brûleur et un autre. L'entreprise était donc incapable de déterminer si elle utilisait sans cesse les mêmes brûleurs ou si elle diversifiait leur utilisation afin de diminuer leur usure. Un des objectifs de ce projet était donc d'identifier précisément, grâce à la mise en place de numéros de série internes à l'entreprise, les articles nécessitant une maintenance.

- **Un entrepôt ordonné :** Ce point est l'objectif qui faisait le lien entre le virtuel et le physique. L'objectif était d'avoir un référencement standard des emplacements dans l'entrepôt pour chaque article de l'inventaire. Cela s'est fait via des méthodes et techniques de gestion d'entrepôt. Il était donc important qu'une procédure soit standardisée pour chaque mouvement de stock afin que l'entrepôt reste ordonné sur le long terme.
- **Un entrepôt mis aux normes de sécurité :** Ce dernier point était un nouvel objectif à atteindre qui nous est apparu lors de la préparation et de la mise en place de ce projet. Avant le lancement de ce dernier, il n'y avait aucune norme de sécurité à suivre lorsque l'on circulait dans l'entrepôt ou dans l'atelier. Si jusque-là, il n'y avait heureusement pas encore eu d'accident de travail, cela risquait de se produire sans la mise en place de règles et de procédures de sécurité strictes. L'entrepôt et l'atelier devaient donc être équipés de barrières de sécurité, de marquage au sol, d'indications, de zones piétonnes et de zones réservées exclusivement aux véhicules.

2.1.3. Les opportunités

L'opportunité du projet réside principalement dans le **gain de facilité pour la gestion de l'entreprise**. En effet, grâce à un inventaire exact et un entrepôt ordonné, Haemers Technologies peut être plus précis dans sa comptabilité, faciliter sa logistique, gagner du temps, diminuer ses coûts, améliorer le bien-être de ses employés et augmenter la satisfaction du client.

Tout d'abord, une **comptabilité rigoureuse** permet de faire l'évaluation de la santé de l'entreprise. Or, les stocks sont inscrits à l'actif du bilan de l'entreprise. L'inventaire est donc un atout important qui doit être surveillé de près afin de tenir une

¹⁶ Le brûleur est le boîtier du "Smart Burner" qui permet d'allumer et de maintenir la combustion à une certaine température.

comptabilité en ordre. Plus qu'un conseil, c'est un devoir de l'entreprise de tenir une comptabilité exacte.

Ensuite, l'exactitude de l'inventaire et l'ordre dans l'entrepôt permettent à Haemers Technologies de **faciliter sa logistique**. Le fait de disposer de données leur indiquant si l'entreprise peut répondre aux demandes d'approvisionnement des chantiers avec le stock disponible facilite grandement la gestion de la logistique. Les employés travaillant sur un chantier peuvent également connaître les stocks des autres chantiers afin de se procurer certaines machines qui ne sont pas en cours d'utilisation sur un autre chantier. De plus, l'ordre dans l'entrepôt facilite le déplacement des marchandises et augmente la rapidité dans la préparation des livraisons pour les chantiers.

Ce dernier aspect nous amène aux opportunités de **gain de temps**, **d'amélioration du bien-être des employés** et de **diminution des coûts**. En effet, le rangement de l'entrepôt a permis aux employés d'améliorer leur bien-être dans leur cadre de travail en diminuant considérablement leur temps à chercher du matériel ou des outils. Par conséquent, cette diminution de temps perdu représente également une diminution des coûts car ce temps peut être investi dans une autre activité. Un entrepôt ordonné diminue considérablement la quantité de matériel et d'outils perdus, ce qui représente également une diminution des coûts car ceux-ci ne doivent plus être rachetés. De plus, l'entreprise commandait parfois des nouveaux produits pour répondre aux demandes des chantiers, pour ensuite retrouver le produit initial et se rendre compte que la nouvelle commande n'était pas nécessaire. Remplacer des marchandises de cette manière est coûteux, en particulier si la société ne peut pas vendre le stock initial et se retrouve avec des "extras". Le suivi des stocks est donc une stratégie de contrôle des dépenses.

Enfin, la **satisfaction des clients** faisait également partie des opportunités du projet. Effectivement, le gain de temps, l'amélioration du bien-être des employés et l'optimisation de la logistique diminuent le temps d'intervention sur les chantiers. Si Haemers Technologies remplit sa mission dans les délais, voire même plus tôt, la satisfaction du client augmente très certainement.

2.1.4. Les contraintes

Ce projet était soumis à plusieurs contraintes provenant de différentes sources. Il fut intéressant de les définir afin de mieux les surmonter.

- **Multiplicité des localisations du matériel** : Le matériel se situe constamment dans différents endroits autour du monde. En effet, Haemers Technologies peut avoir jusqu'à six chantiers en cours en même temps en plus de l'entrepôt de base situé à Bruxelles. Cela complique énormément le référencement des articles dans l'inventaire. Étant donné que les chantiers fonctionnent en continu toute l'année, ce fut très complexe de geler les stocks afin de réaliser un inventaire complet et de mettre en place les procédures standards sur les chantiers situés à l'autre bout du monde.
- **Quantité et diversité du matériel** : Chaque chantier étant différent, Haemers Technologies possède une quantité et une diversification du matériel assez conséquente. L'entreprise détient plus de 5 000 sortes d'articles différents dont la plupart en plusieurs unités. Selon mes estimations, il y a plus de 100 000 unités différentes dans l'entrepôt qu'il fallait répertorier. Le temps nécessaire au bon référencement, à l'encodage des articles et des codes-barres ainsi qu'au rangement de chaque article fut très long.
- **Absence de budget** : En plus du temps conséquent qu'ont pris certaines tâches, le projet était confronté à une absence de budget. En effet, l'entreprise n'avait, du moins au début du projet, pas la possibilité d'allouer un budget précis à ce projet.

2.1.5. La faisabilité

La **multiplicité des localisations du matériel** était sans doute la contrainte principale dans la réalisation de ce projet. En effet, geler le stock à Bruxelles pour faire l'inventaire et le réarrangement de l'entrepôt alors que les chantiers tournent en continu pouvait sembler complexe. Cependant, avec l'aide de ma maître de stage, Sigrid Willame, nous sommes parvenus à avoir l'autorisation de fermer le bureau d'étude et l'entrepôt pendant deux journées afin de réquisitionner l'ensemble des employés travaillant à Bruxelles pour nous aider dans le projet de réarrangement de l'entrepôt. Durant ces deux journées, aucun transfert de stock avec l'extérieur de l'entrepôt n'était autorisé. Le déroulement précis de ces deux journées sera décrit dans le chapitre 3.

Au sujet de **l'absence de budget** pour la réalisation de ce projet, il a été primordial de faire preuve de « débrouillardise » afin de le mener à bien. L'entreprise avait déjà trois licences pour le logiciel d'inventaire qu'elle utilise. Elle possédait déjà également une imprimante à codes-barres qui n'avait jamais été utilisée et des rouleaux d'étiquettes. Enfin, il fut tout à fait possible d'acquérir des « *scanner guns* » en parfait

état à très petits prix¹⁷ dans des ventes aux enchères à la suite de faillites d'autres entreprises. Ce genre de petit budget a pu être facilement alloué au projet si l'intérêt de l'achat était clairement exposé et que le bénéfice que l'entreprise pouvait en tirer derrière était bien compris. Ensuite, au fur et à mesure de l'avancement du projet, Haemers Technologies a constaté les bienfaits que pouvait apporter ce projet à l'entreprise et cette dernière a donc commencé à allouer des ressources financières conséquentes.

La quantité et la diversité du matériel à encoder dans le logiciel semblait être une tâche interminable mais néanmoins indispensable. Pour diminuer l'aspect répétitif de la tâche, j'encodais un petit peu chaque jour les données relatives à chaque article. L'équipe de projet m'a également énormément aidé dans cette tâche et régulièrement, d'autres stagiaires de l'entreprise étaient aussi partiellement mobilisés.

2.1.6. L'étude de l'existant

En ce qui concerne l'existant, l'entreprise disposait déjà d'un logiciel de gestion d'inventaire et des stocks qui s'appelle *InFlow Inventory*. Ce logiciel permet de référencer le matériel selon un numéro d'article, une catégorie, une description, une quantité, une photo de l'article, des dimensions, un emplacement, une localisation et un prix. Il y a également la possibilité de consulter l'historique d'utilisation du produit, la liste des fournisseurs de ce produit ainsi que l'historique des mouvements de stock. Le logiciel permet également de produire des commandes d'achat, des rapports d'inventaire, des ajustements de stock, des transferts de stock et des commandes de travail¹⁸. Cependant, les données présentes dans le logiciel avant la mise en place de ce projet n'étaient absolument pas correctes. Comme expliqué dans la section précédente, l'entreprise possédait également une imprimante à codes-barres jamais utilisée et des étiquettes adéquates.

Haemers Technologies avait déjà mis en place une procédure pour la gestion de l'inventaire et du stock mais il est clair que cette dernière présentait un certain nombre de failles et que la mise en place d'une nouvelle procédure à travers ce projet semblait indispensable. L'ancienne procédure se déroulait comme suit :

- Le superviseur de chantier envoyait un email au département achat avec l'ensemble des fournitures dont il avait besoin. Cette liste pouvait être contenue dans un fichier Excel pour les superviseurs les plus méticuleux.

¹⁷ Prix variant de 50 € à 300 €.

¹⁸ Une commande de travail permet de sortir du stock un ensemble d'articles qui seront les composants pour la fabrication d'un produit fini.

- L'employé du service achat, qui est également magasinier, cherchait physiquement les pièces dans l'entrepôt. En effet, étant donné le nombre d'erreurs contenues dans le logiciel, le magasinier ne pouvait pas se fier aux données associées à l'article qu'il recherchait. Il était tout à fait possible qu'*InFlow Inventory* lui confirme qu'il restait 12 exemplaires de cet article dans l'entrepôt alors qu'en réalité, l'entreprise n'en possédait plus en stock. De plus, aucun emplacement spécifique dans l'entrepôt n'avait été défini pour chaque article, ce qui compliquait encore plus ses recherches et lui faisait perdre un temps considérable.
- Si le magasinier trouvait, par chance, toutes les pièces désirées par le superviseur de chantier, il les mettait de côté pour l'enlèvement ou l'expédition. En revanche, si des pièces manquaient, le service achat les commandait et les faisait livrer soit directement sur le chantier ou soit à l'entrepôt de Bruxelles.
- Les livraisons se font toujours soit sur le chantier ou soit à l'entrepôt de Bruxelles. Le gros avantage de la livraison à l'entrepôt de Bruxelles est que le magasinier peut réellement vérifier le contenu de la livraison par rapport à la commande et acquitter cette dernière dans le logiciel si tout est en ordre. Ensuite, l'entreprise peut choisir d'expédier les marchandises via un transporteur jusqu'au chantier si celui-ci se trouve dans une position géographique assez éloignée. Dans ce cas, le magasinier peut également indiquer le mouvement de stock dans le logiciel. En revanche, pour les chantiers relativement proches tels que ceux en France, les employés sur chantier venaient retirer leur commande à leur bonne convenance et ce, même sans la présence du magasinier aux heures de fermeture des bureaux. Normalement, le superviseur de chantier était censé informer le magasinier par email de l'ensemble des articles qui avait été pris afin que celui-ci puisse faire les modifications de stock dans le logiciel. Ce point précis n'était malheureusement que rarement respecté.
- Si la livraison du fournisseur s'effectue directement sur le chantier, le superviseur de chantier est censé réceptionner la commande et la vérifier. Si la commande est correcte, il doit envoyer un email au service achat pour qu'ils puissent acquitter la commande. Encore une fois, ce point-ci était rarement respecté méticuleusement. Des livraisons restaient donc en suspens pendant plusieurs mois et le matériel ne rentrait pas dans l'inventaire car le superviseur de chantier avait omis de prévenir le service achat.

2.1.7. Les acteurs du projet

Dans les parties concernées par le déroulement du projet, on retrouve au premier plan Haemers Technologies en elle-même car la mise en place d'un système numérique d'identification et de référencement du matériel ainsi que le réarrangement de l'entrepôt ont permis d'améliorer et de faciliter son activité et sa gestion. L'ensemble des employés ont un lien, de près ou de loin, avec l'entrepôt et l'inventaire. Chaque employé tire un avantage à ce que le projet ait abouti.

L'ensemble des clients de l'entreprise sont également concernés par la réussite de ce projet, ceux-ci étant au cœur des décisions prises par Haemers Technologies. Les clients sont des acteurs indirects car ils n'ont pas une tâche à proprement dite dans l'accomplissement du projet. Cependant, le gain de temps et la diminution des coûts ont un impact sur eux, puisque cela augmentera leur satisfaction.

Le tableau ci-après décrit les rôles de l'équipe de projet. Ce projet n'aurait jamais pu aboutir sans la participation active et précieuse de l'ensemble de ces acteurs.

Personne	Rôle dans l'entreprise	Rôle dans le projet	Description
Sigrid Willame	Chief Operating Officer	Sponsor et maître de stage	<p>Compétences : beaucoup d'expérience professionnelle et bonnes compétences dans la gestion de projet. Elle a déjà mené un projet similaire dans une autre entreprise.</p> <p>Responsabilités :</p> <ul style="list-style-type: none">- Détermination des objectifs- Conseillère senior- Lien entre l'équipe de projet et le comité de direction- Suivi de l'avancement du projet- Validation des différentes solutions choisies

	Nicolas Pailhe	Supply Chain Trainee	Chef de projet	<p>Compétences : connaissances en <i>supply chain</i> et en gestion de projet, rigueur, organisation et sens du travail en équipe.</p> <p>Responsabilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordination des tâches - Identification des problèmes auxquels il faut remédier grâce au projet - Recherche de solutions - Planification du projet - Gestion du projet
	Olivier Ghiot	Workshop Supervisor	Conseiller pour la partie atelier	<p>Compétences : Longue expérience chez Haemers Technologies et excellentes connaissances de l'atelier et de ses activités journalières.</p> <p>Responsabilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vérification de la cohérence de la solution choisie - Aide et participation dans le choix des emplacements de l'atelier
	Yanhong Li	Purchasing and <i>InFlow</i> Supervisor	Conseillère pour la partie <i>InFlow</i>	<p>Compétences : Bonnes connaissances du logiciel <i>InFlow Inventory</i> et des activités journalières du département « Achat ».</p> <p>Responsabilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aide dans la compréhension d'<i>InFlow</i> - Vérification de la cohérence de la solution choisie

Elie Jenadri	Purchasing assistant and Storekeeper	Conseiller pour la partie entrepôt	<p>Compétences : Bonnes connaissances du logiciel <i>InFlow Inventory</i>, excellentes connaissances de l'entrepôt, de ses activités journalières et des procédures d'inventaire avant la mise en place du projet.</p> <p>Responsabilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aide dans la compréhension d'<i>InFlow Inventory</i> - Aide et participation dans le choix des emplacements de l'entrepôt - Vérification de la cohérence de la solution choisie
Rabih Jenadri	Team Leader Operation Support	Superviseur pour la partie entrepôt et atelier	<p>Compétences : Bonnes connaissances du fonctionnement général du site de Neder-Over-Heembeek et de ses activités journalières.</p> <p>Responsabilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conseiller technique pour la solution dans sa globalité (Atelier + entrepôt) - Aide indispensable pour la répartition des tâches entre les différents acteurs durant la mise en place du projet - Aide pour la détermination des différents rôles et responsabilités des employés post-projet.

Tableau 1- Acteurs

2.2. Approche méthodologique

Dans le cas de Haemers Technologies, le *Supply Chain Management* semblait indispensable pour atteindre les objectifs fixés par le projet tels qu'avoir une exactitude de l'inventaire sur le long terme, un contrôle précis des mouvements de stocks et un entrepôt ordonné grâce à une centralisation des informations au sein d'un logiciel et à la mise en place d'un ensemble de procédures à respecter. Voici les différentes approches méthodologiques choisies pour chacun des objectifs du projet :

Objectif 1 : Contrôle des mouvements de stocks.

Dans le cas de Haemers Technologies, l'entreprise conserve principalement du matériel et des outils qui ont servi à dépolluer d'anciens chantiers et qui sont prêts à être envoyés sur de nouveaux chantiers ou qui nécessitent une maintenance. L'entreprise ne vend normalement pas son stock, l'inventaire ne fait donc que s'agrandir. Les seuls produits qui disparaissent du stock sont ceux utilisés pour la fabrication d'un nouveau produit fini ou ceux qui sont jetés à la poubelle car étant considérés comme irrécupérables à cause de la quantité ou du type de polluant avec lequel ils ont été en contact. C'est pour cette raison que ce sont les mouvements de stocks entrants et ceux au sein de l'entreprise qui nous intéressent principalement. Pour permettre le contrôle du mouvement des stocks au sein de Haemers Technologies, nous avons choisi de combiner le logiciel *InFlow Inventory* avec un système de codes-barres. Chaque article a un code-barres qui permet, lorsqu'on le scanne, de connaître sa localisation, son sous-emplacement, ses caractéristiques et la quantité du même article qui reste dans le stock.

Objectif 2 : Un entrepôt ordonné sur le long terme.

Avant de pouvoir prétendre avoir un entrepôt ordonné sur le long terme, il fallait déjà le ranger et le réorganiser une première fois. Pour ce faire, nous avons choisi une approche méthodologique basée sur le *lean management*. Parmi l'ensemble d'outils que propose le *lean management* tels que les 5S, les 6 sigmas ou encore la méthode Kaizen, la méthode des 5S semblait particulièrement intéressante pour le cas de Haemers Technologies. Et en effet, cette méthodologie a été extrêmement utile pour le rangement et le maintien de l'ordre dans le stock physique.

D'après l'article « *The 5S methodology as a tool for improving the organisation* » publié dans le « *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering* » par les professeurs J. Michalska et D. Szewiezek de la Silesian University of Technology (2007), les 5S sont une méthodologie de création et de maintien d'un milieu de travail

bien organisé, propre, efficace et de haute qualité. Il en résulte une organisation efficace du travail, l'élimination des pertes liées aux pannes et aux pauses ainsi que l'amélioration de la qualité et de la sécurité du travail.

La philosophie des 5S trouve ses racines au Japon. Le nom 5S est l'acronyme de cinq mots japonais : Seiri (trier), Seiton (mettre en ordre), Seiso (briller), Seiketsu (standardiser), Shitsuke (soutenir).

- **Seiri** : Ce terme désigne la pratique consistant à trier tous les outils et matériaux dans la zone de travail ainsi qu'à ne garder que les articles essentiels. Tout le reste est donc stocké ou jeté. Pour ce faire, il est conseillé de créer des zones temporaires pour les objets à jeter (zone rouge), garder ou recycler (zone verte). Il en résulte moins de risques et moins d'encombrement pour gêner le travail productif. Grâce à un tri approprié, il est possible d'identifier les matériaux, les outils, les équipements et les informations nécessaires à la réalisation des tâches. Le tri élimine les déchets, les produits non conformes et les outils endommagés. Il aide à maintenir le lieu de travail propre, améliore l'efficacité de la recherche de matériel et raccourcit le temps d'exécution de l'opération.

Pour la mise en place du premier S, il faut répondre aux questions dites de contrôle :

- *Est-ce que des choses inutiles causent le désordre dans le milieu de travail ?*
- *A quelle fréquence est-ce que je l'utilise (proximité) ?*
- *Est-ce que les outils ou les restes de matériaux à produire reposent sur le sol (sur le lieu de travail) ?*
- *Toutes les choses nécessaires sont-elles triées, classées, décrites et possèdent-elles leur propre place ?*
- *Tous les instruments de mesure sont-ils correctement classés ?*

Si pour une de ces questions, la réponse est oui, il faut faire un tri sur la zone de travail.

- **Seiton** : Ce S met l'accent sur la nécessité de mettre de l'ordre dans le milieu de travail. Les outils, l'équipement et le matériel doivent être systématiquement disposés afin qu'ils puissent être facilement utilisés et que n'importe qui puisse les trouver et les ranger rapidement. Il doit y avoir une place pour tout et tout doit être à sa place. La visualisation du poste de travail est particulièrement importante. Par exemple, peindre le sol permet d'identifier les lieux de stockage de chaque matériau ou les voies de transport, dessiner les formes des outils

permet de les mettre rapidement de côté sur les endroits constants, les étiquettes colorées permettent d'identifier l'outil, les pièces de rechange ou les documents.

Pour la mise en place de ce S, il est conseillé de définir pour chaque objet une méthode fonctionnelle de rangement en termes de fréquence d'utilisation et de codes couleurs en considérant la nature de l'objet, les personnes ayant besoin de ces objets ainsi que les flux de ces objets. Les choses utilisées rarement devraient se trouver sur le lieu de travail mais en dehors de la sphère d'utilisation directe. Leur distance et leur emplacement par rapport au lieu de travail devraient dépendre de la fréquence d'utilisation de ces matériaux ou outils. Les lieux de stockage devraient être marqués de manière à permettre leur identification rapide. Cela peut se faire grâce à des lignes colorées, des panneaux ou des planches à outils. Une fois définis, les lieux et les méthodes de stockage doivent rester définitifs.

La méthode mise en place peut ensuite se vérifier grâce à ce petit test qui compare la fréquence d'utilisation d'un objet par rapport à son temps de recherche :

Utilisation	Recherche
Tous les jours	10 secondes
1 fois par semaine	30 secondes
1 fois par mois	1 minute

- **Seiso** : Ce terme indique la nécessité de garder le lieu de travail propre et rangé. Le nettoyage dans les entreprises japonaises est une activité quotidienne. À la fin de chaque service, l'aire de travail est nettoyée et tout est remis à sa place. Un nettoyage régulier permet d'identifier et d'éliminer les sources de désordre et de maintenir le lieu de travail propre. Pendant le nettoyage, on vérifie la propreté de la machine, du poste de travail et du sol, l'étanchéité de l'équipement, la propreté des lignes, des tuyaux, des sources de lumière, etc. L'idée est qu'un petit problème détecté à temps permet d'éviter un gros problème plus tard.

La première étape de la réalisation de la règle du 3^{ème} S est la rénovation du lieu de travail. On suppose que « *le premier nettoyage* » force la vérification de l'utilisation des deux règles précédentes. Ce 3^{ème} S repose sur le maintien au

quotidien d'une propreté irréprochable du poste de travail. Cette propreté est maintenue par l'opérateur du poste de travail concerné.

Pour vérifier que ce S est bien respecté, voici un exemple de questions de contrôle que le travailleur peut se poser :

- *Les taches d'huile, la poussière ou les restes de métal se trouvent-ils autour de la machine sur le sol ?*
- *La machine est-elle propre ?*
- *Les conduites, les tuyaux, etc. sont-ils propres, exigeront-ils des réparations ?*
- *Les sorties d'huile des tuyaux ne sont-elles pas obstruées par de la saleté ?*
- *Les sources de lumière sont-elles propres ?*

- **Seiketsu** : Cette étape permet le contrôle et la cohérence des étapes précédentes. Des normes élaborées, standardisées et mises en œuvre sous forme de procédures et d'instructions permettent de maintenir l'ordre sur le lieu de travail. Chacun sait exactement quelles sont ses responsabilités. Les procédures doivent être très claires et faciles à comprendre. En ce qui concerne la préparation et l'amélioration de ces règles, il est important d'impliquer au processus tous les travailleurs directement concernés par ce lieu de travail. Ce sont eux qui connaissent le mieux les spécificités de leur emplacement de travail et de leurs activités.
- **Shitsuke** : Ce dernier terme désigne le maintien des normes, le maintien de la sécurité et de l'efficacité de l'installation au quotidien, année après année. La mise en œuvre des règles des 5S doit commencer par la formation et la sensibilisation des travailleurs à garder un environnement de travail propre, rangé et sécurisé. Il est fondamental que tous les participants aux formations comprennent la nécessité d'utiliser ces règles sur leur propre lieu de travail et soient d'accord avec ces changements. Il est intéressant de noter que ces règles ne se réfèrent pas seulement aux postes de la chaîne de production mais aussi à l'entrepôt, aux bureaux de l'administration et autres. La mise en œuvre des 5S exigera des travailleurs de l'autodiscipline pour l'application et le respect des règles pour le nettoyage et le tri. Il est également important de comprendre la nécessité de réaliser des inspections de routine sur l'utilisation des règles. Cette inspection est réalisée à l'aide d'une *Check List*. Une équipe de contrôle peut effectuer cette inspection une fois par mois.

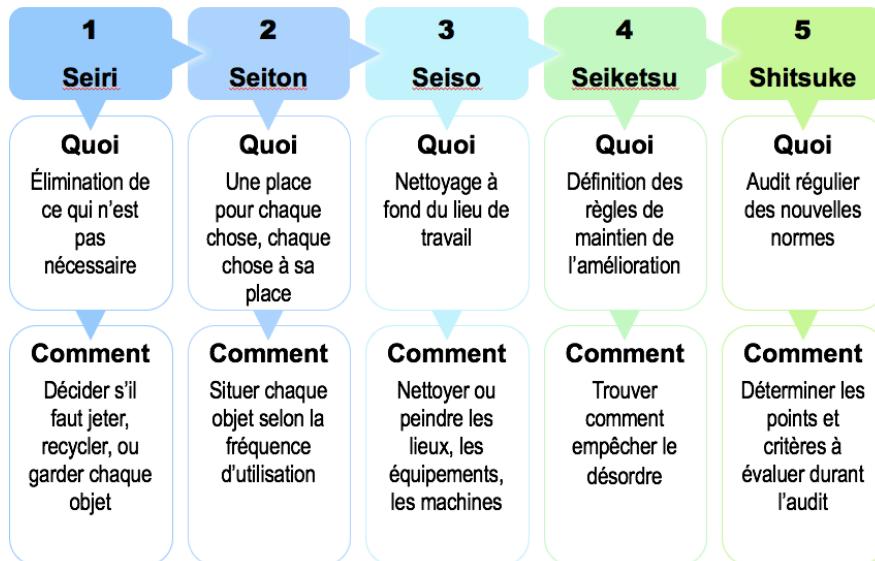


Tableau 2 - Résumé de la méthodologie des 5S (Source : Industrial Excellence. (2017). Méthodologie 5S.)

Objectif 3 : Une exactitude de l'inventaire sur le long terme.

Il était indispensable pour Haemers Technologies de mettre en place un réel *Supply Chain Management* et de bien comprendre l'importance de ce dernier. L'exactitude de l'inventaire ne pouvait se faire que si les deux objectifs précédents étaient atteints. Il n'est en effet pas possible de prétendre avoir un inventaire exact si l'entreprise ne dispose pas d'un contrôle irréprochable des mouvements de stocks et d'un entrepôt ordonné.

Après le grand rangement de l'entrepôt, chaque article a été référencé dans le logiciel *InFlow Inventory* selon un numéro d'article, un numéro de code-barres, une catégorie, une quantité, une photo, un emplacement précis dans l'entrepôt, une localisation géographique et son historique des mouvements. Chaque superviseur sur les chantiers devra également effectuer un inventaire de son matériel afin que l'inventaire global de Haemers Technologies soit correct. Des procédures ont été mises en place pour les mouvements de chaque article (voir annexe 5 : SOP). Si ces procédures sont respectées, l'inventaire restera correct sur le long terme.

Objectif 4 : Une identification du matériel nécessitant une maintenance.

Afin de pouvoir identifier spécifiquement quels articles doivent aller en maintenance et à quel moment ils doivent être entretenus, un système de numéro de série interne à l'entreprise a été mis en place. Ces articles ont donc le même numéro d'article dans le logiciel *InFlow Inventory* mais sont différenciés par un deuxième code-barres avec un numéro de série. Par exemple, les 712 brûleurs V8 étaient, avant la mise en place du projet, tous référencés sous le même numéro d'article 40813 et l'entreprise

ne faisait pas la différence entre un brûleur et un autre. Dans le nouveau système, chaque brûleur V8 sera toujours référencé avec le code-barres 40813 ainsi qu'un code-barres avec le numéro de série. Cependant, tous les articles de l'entreprise ne nécessitent pas une maintenance et il semblerait même que ce ne soit qu'une petite partie du matériel qui nécessite une maintenance régulière. Il y a, par exemple, peu d'intérêt à attribuer aux coudes de plomberie un numéro de série. En effet, si ceux-ci sont endommagés, cela coûte moins cher d'en recommander plutôt que de les envoyer en maintenance. Grâce à ce système de numéros de série, il est désormais possible de voir sur quel chantier une machine a été envoyée, quels types de polluants elle a traités, combien d'heures la machine a tourné, à quand remonte le dernier entretien, quand sera l'entretien suivant, ... Ces numéros de série permettent en outre de faire de la maintenance préventive.

Objectif 5 : Un entrepôt sûr

Lorsqu'il s'agit de la sécurité des entrepôts, de nombreux avantages sont souvent négligés. Les procédures de sécurité sont souvent ignorées dans divers lieux de travail en raison d'un manque de temps, de ressources inadéquates ou de la possibilité de faire des économies. Cependant, lorsque les procédures de sécurité sont bien mises en œuvre, il y a des avantages majeurs tels qu'une plus grande satisfaction des employés ainsi qu'une productivité accrue. En minimisant le risque de blessure, on réduit le nombre de perturbations en milieu de travail et le taux d'absentéisme associé aux blessures. L'équipement dangereux devrait être entreposé dans un endroit clairement étiqueté et les allées piétonnes devraient être mises en évidence au moyen d'une signalisation adéquate. Il est également primordial de veiller à ce que tout le personnel soit formé et à ce qu'il soit au courant des bonnes pratiques de sécurité sur son lieu de travail. Si les employés sont parfaitement conscients des conséquences qui peuvent découler d'un lieu de travail dangereux, ils seront particulièrement sensibles à respecter les procédures de sécurité.

3. Chapitre 3 : Mise en œuvre du projet

Cette troisième partie a pour objectif de présenter la mise en œuvre du projet. Elle est constituée de trois sous-parties. La première partie s'intéressera à la mise en place du 5S. La seconde partie consistera à décrire la mise en place du système de référencement. Enfin, la troisième partie sera consacrée à la mise en place des normes de sécurité dans l'entrepôt et dans l'atelier.

3.1. Mise en place du 5S

Comportant l'intérêt et les bénéfices que peuvent apporter les 5S, Haemers Technologies a fait appel au centre de formation CEFORA pour offrir à certains des employés tels que le chef d'atelier, une partie du personnel de l'atelier, le magasinier, l'ingénieur responsable du département recherches et développement et moi-même une formation sur les 5S. Cette formation a permis de sensibiliser les acteurs clés du projet aux bienfaits de la méthode des 5S.

Je rappelle que la méthode des 5S dans le cadre de ce projet permet d'avoir un entrepôt ordonné et propre afin de faciliter l'étiquetage des codes-barres et d'avoir un inventaire correct sur le long terme. De plus, cette méthode fait gagner un temps considérable au magasinier et aux employés de l'atelier, ce qui représente de l'argent. Pour mettre en place cette méthode, l'ensemble des employés ont, le 5 mars et le 6 mars, procédé aux trois premiers S : trier (Seiri), ranger (Seiton) et nettoyer (Seiso). L'entreprise a donc exceptionnellement été fermée pendant ces 2 jours. Il a été décidé d'organiser cette première partie des 5S tous ensemble afin de contrer la résistance au changement en impliquant toute l'entreprise, du stagiaire au CEO.

Ces deux journées intensives se sont déroulées par équipe. En effet, j'ai créé plusieurs équipes qui ont été réparties sur les différentes zones de l'entrepôt et de l'atelier (atelier soudure, pièces de plomberie, gaz, construction des brûleurs, électricité, électronique, laboratoire, quincaillerie, consommables, grand stock, ...). Les chefs d'équipe de chaque zone n'ont pas été désignés selon leur statut dans l'entreprise mais plutôt selon leur lien avec la zone à traiter et leur compétence à savoir faire le tri dans cette zone bien spécifique. Ces responsables ont eu une équipe sous leur aile composée d'employés qui n'étaient pas forcément en lien avec cette zone. Par exemple, le comptable pouvait être affecté au laboratoire. Néanmoins, chaque membre de l'équipe suivait les recommandations du responsable pour savoir s'il fallait garder, jeter ou de quelle manière ranger tel ou tel article. En tant que chef de projet, mon rôle était de m'assurer que chaque équipe sache ce qu'elle doit faire et que les techniques du 5S

soient bien respectées dans chaque zone. J'étais également disponible si un chef d'équipe avait une question.

Durant ces deux journées, chaque article a été associé à une couleur pour savoir s'il devait être jeté, gardé, vendu ou déplacé.



Une « *zone à déterminer* » avait été mise en place pour les articles pour lesquels un doute subsistait, en attendant la confirmation d'une personne qualifiée le même jour. Des containers pour les déchets étaient aussi présents. Ensuite, comme préconisé par le second S, les articles ont été rangés à leur emplacement précis qui avait été défini au préalable. Pour finir avec le troisième S, un nettoyage complet de l'entrepôt a été effectué.

En amont de ces deux jours de rangement, j'avais déjà effectué un gros tri et préparé les zones. Un certain nombre d'étagères ont dû être déplacées ou jetées. Tous les objets se trouvant sur le sol ont été transférés dans la zone adéquate ou jetés. Je m'étais également particulièrement penché sur la partie de l'atelier où l'entreprise construit ses brûleurs afin de donner un exemple concret et parlant de ce vers quoi nous aimerions tendre. Et c'est précisément cela qui m'a permis d'acquérir la confiance du comité de direction dans mon projet en voyant que, même dans cet atelier particulièrement désordonné, il est possible de faire un travail propre simplement en donnant des techniques de rangement pour le garder ordonné sur le long terme.

Haemers Technologies pensait manquer de place pour le stockage de son matériel et le pré-rangement de la zone atelier a prouvé que les 5S permettaient de gagner beaucoup d'espace (voir ANNEXE 2 : Photos AVANT/APRES). Cependant, durant ce premier pré-rangement qui a servi d'exemple pour les autres parties, j'ai été particulièrement confronté au plus grand risque que je redoutais : la résistance au changement. Le fait de déplacer les armoires, les tables de travail, les outils et le matériel m'a valu de me mettre à dos une grande partie des personnes de l'atelier. Il a été également très difficile pour certaines personnes telles que le chef d'atelier de se séparer d'objets complètement inutiles à la bonne réalisation des activités d'Haemers Technologies.

Voici une liste non-exhaustive à titre d'exemple des objets que j'ai pu trouver : une table de tapissage, une roue de brouette, un tuyau d'aspirateur de 8 mètres, des chaises de bureau complètement cassées, des sécateurs de jardinage, une caisse remplie de poignées de portes, un stick de hockey, etc. Ces objets peuvent paraître absurdes dans l'entrepôt d'une entreprise de dépollution des sols, cela a néanmoins été laborieux pour se débarrasser de chacun d'entre eux. Le fameux « *on ne sait jamais* », qui est absolument à bannir dans la méthode 5S, revenait sans cesse. Il faut dire que cela fait partie de l'ADN de cette jeune entreprise qui s'est fondée et équipée sur de la récupération de faillites d'autres entreprises. La récupération est une bonne idée, surtout pour une entreprise aussi présente dans l'environnement mais il faut savoir modérer cette récupération et se focaliser sur des objets adéquats aux activités de dépollution des sols et ne pas s'encombrer de tout et de n'importe quoi lors de ces ventes aux enchères sous prétexte que ce n'est vraiment pas cher. À terme, cela risquerait d'être contre-productif. Au final, plus de 2 tonnes de déchets ont été jetées sur le mois de février. Cette première expérience a été particulièrement intéressante sur un plan managérial. En effet, essayer de s'imposer en tant que stagiaire pour expliquer à certaines personnes haut placées qu'il faut se débarrasser de ces objets encombrants n'a pas été chose facile. Pour cette zone, la situation avant et après la méthode des 5S est présentée dans l'annexe 2.

Auparavant, les outils étaient simplement entreposés sur une étagère ou dans des bacs comme vous pouvez le constater sur les photos suivantes. Outre la perte de temps flagrante à devoir chercher chaque outil, cela était dangereux étant donné le nombre d'outils tranchants à l'intérieur de ces caisses.



Figure 10 - Photo avant atelier (5 février 2019)

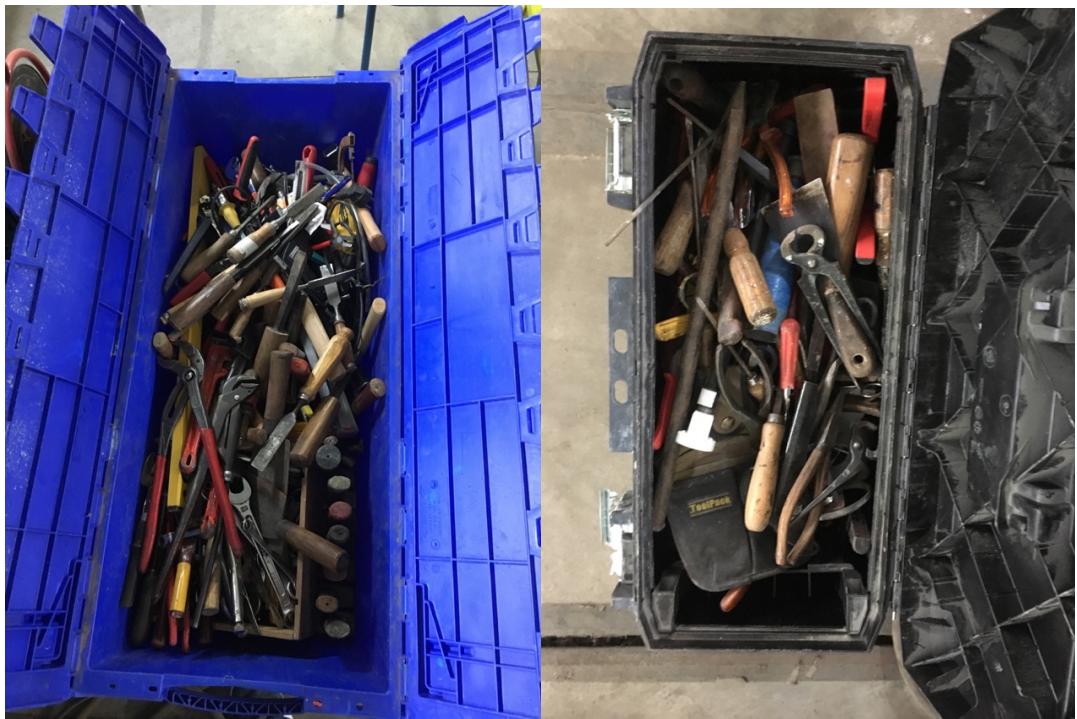


Figure 11 - Photos avant atelier (5 février 2019)

Pour résoudre ce problème, j'ai décidé d'installer des panneaux d'outillage avec des ombres pour que l'on puisse clairement distinguer lorsqu'il manque un outil. L'idée est très simple, chaque outil est organisé de manière à ce que l'on puisse y accéder facilement et le remettre en place lorsque nous avons fini de l'utiliser. Ce genre de tableau est un excellent moyen de créer un impact visuel sur la façon de ranger les objets, en utilisant une certaine forme de contour ou d'arrière-plan pour indiquer où l'objet doit être placé. Cette technique rentre parfaitement dans la méthode des 5S. J'ai voulu créer un environnement similaire à celui d'une salle d'opération dans un hôpital où le chirurgien ne va pas à la chasse au scalpel ou à la pince. De plus, je n'ai gardé que maximum deux exemplaires de chaque outil et le reste servira de stock d'outillage au cas où un outil se casse. En effet, il n'est pas intéressant de mettre sur le tableau les 18 marteaux alors qu'ils ne sont jamais plus de 3 à travailler dans l'atelier. Enfin, j'ai calculé le temps moyen qu'un employé de l'atelier met à trouver un outil dans le but de démontrer l'efficacité de mon travail. Par exemple, le temps moyen pour trouver une clé plate de diamètre 14 est passé de 2 minutes et 40 secondes à maximum 6 secondes, soit une réduction de 96,25% du temps de recherche. Ces statistiques ont été réalisées sur un échantillon de 10 recherches d'une clé plate de diamètre 14.

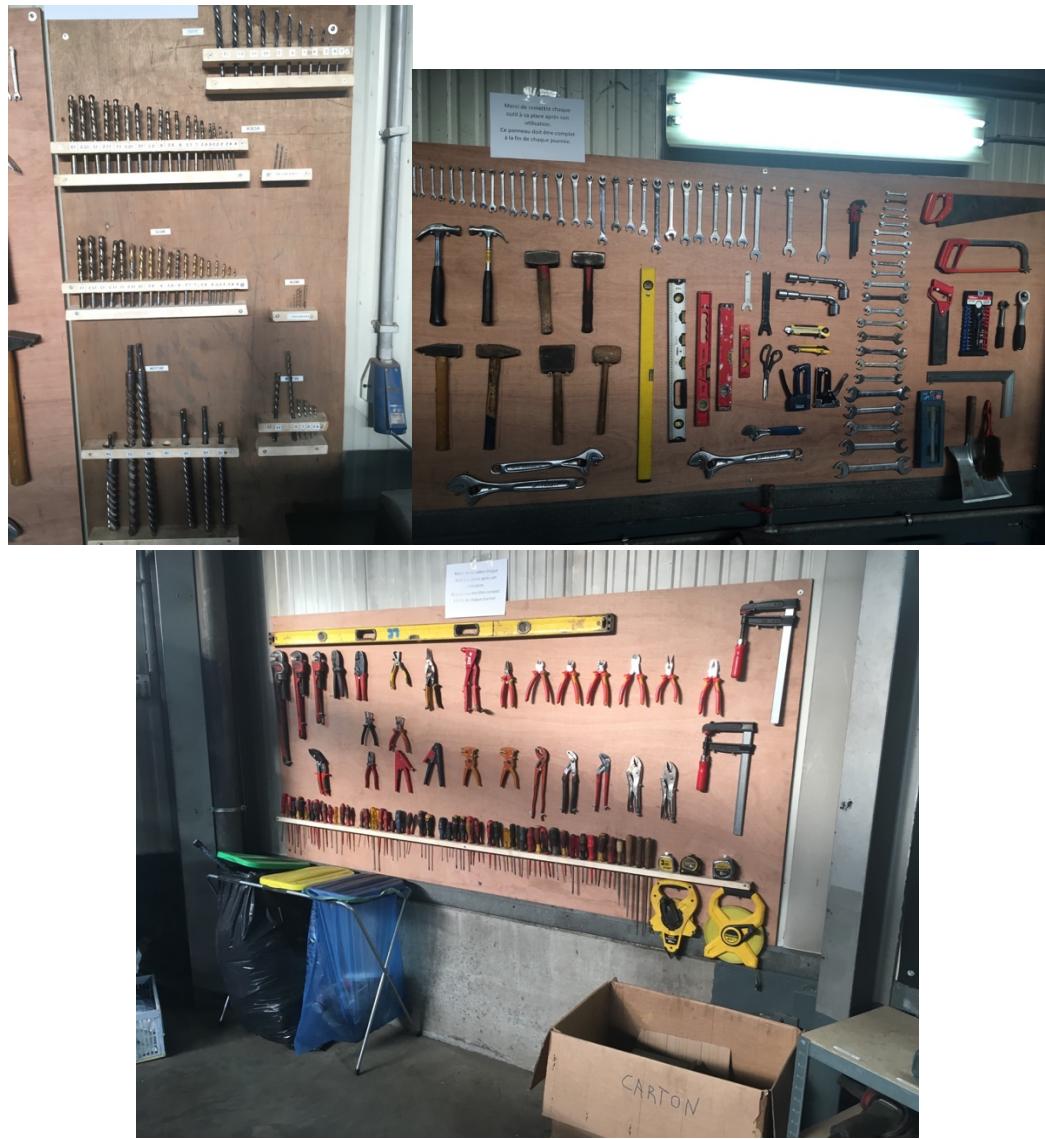


Figure 12 - Photos panneaux outils (26 février 2019)

Pour la réorganisation de l'entrepôt, l'équipe de projet s'est réunie afin de déterminer au préalable, sur plan, l'emplacement précis de chaque article. Nous avons divisé l'entrepôt en six grandes zones : la maintenance, le laboratoire, la fabrication, la zone de déchargement et de chargement, la zone de soudure et enfin la zone de stock qui est elle-même divisée en zones à long terme, moyen terme et court terme. Il y a également une septième zone appelée « zone tampon » qui permet aux employés d'y mettre les nouveaux articles qui n'ont pas encore d'emplacement bien défini. Cette zone doit être vidée une fois par semaine pour éviter d'être surchargée.

Les emplacements des articles ont été définis selon la catégorie de chaque objet et les sous-emplacements ont été choisis en fonction de la fréquence d'utilisation de l'article et en fonction de son volume. Les étagères ont été référencées grâce à des noms de capitales. Haemers Technologies compte 16 nationalités différentes parmi ses

employés et il y a justement 16 grandes étagères dans l'entrepôt. Il a donc été choisi de prendre les capitales de ces 16 pays. Les étages des étagères ont été définis grâce à des lettres et chaque étage a été divisé en trois palettes allant de 1 à 3.

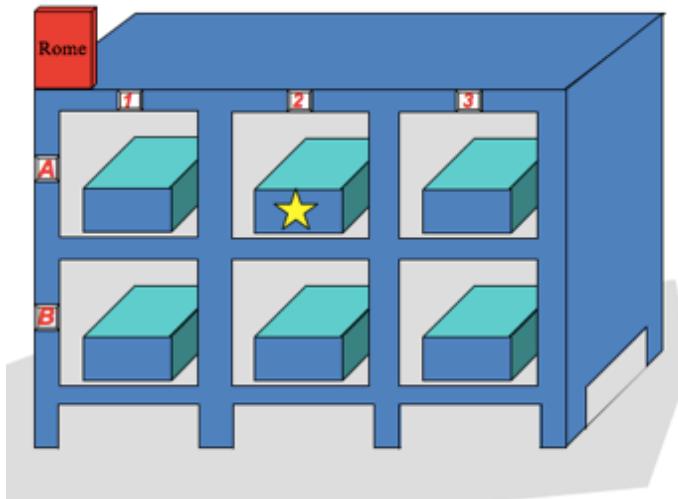


Figure 13 - Référencement des étagères

Afin de garder cet entrepôt ordonné sur le long terme, une standardisation des procédures de rangement et de nettoyage a été mise en place pour maintenir cet ordre. Des dispositifs visuels ont également été installés pour limiter les erreurs de rangement. Ces dispositifs peuvent prendre la forme de listes, de photos accrochées au mur, de codes couleurs ou d'ombrages sur le sol et le mur. La *Figure 14* illustre des exemples de dispositifs visuels.



Figure 14 - Résumé de la méthodologie des 5S (Source : Industrial Excellence. (2017). Méthodologie 5S.)

Même pour les articles qui n'étaient pas présents physiquement dans l'entrepôt lors de la mise en œuvre du projet, il sera possible de continuer le tri. Cela peut concerner le matériel nouveau, revenant de chantier ou d'objets provenant de lots achetés aux enchères. En effet, j'ai également mis en place un système d'étiquettes rouges permettant de déterminer si l'objet est à jeter, organiser, améliorer, résoudre ou autre. Il est aussi possible d'expliquer le problème sur cette étiquette et rentrer d'autres informations. Les articles avec une étiquette rouge seront entreposés en « *zone tampon* » ou « *zone de maintenance* » et devront impérativement être traités dans les deux semaines sinon l'objet sera systématiquement mis à la poubelle.

Etiquette rouge				
Problème : Le moteur est en panne				Etiquette # #01
ACTION NÉCESSAIRE (encernez un choix et notez les commentaires si nécessaire):				
1: Jeter	2: Organiser	3: Améliorer	4: Résoudre	5: Autre
Rechercher si réparable				
Date d'édition de l'étiquette: 18/02/19	Catégorie (si approprié): Monitoring		Date d'achèvement:	
Editée par : Ingénieur	Assignnée à : Chef d'atelier	Revue par : Responsable monitoring		
Actions prises :				
<hr/> <hr/> <hr/>				

Figure 15 - Etiquette rouge

3.2. Mise en place du système de référencement

La gestion des stocks est souvent coûteuse pour les entreprises et comporte de nombreux risques. Les inefficacités dans la gestion des stocks peuvent entraîner des coûts supplémentaires et des problèmes d'exécution. Mais un équipement à la pointe de la technologie, comme un lecteur de code-barres portatif, peut accroître la visibilité de l'inventaire et fournir un rendement rapide sur l'investissement. L'automatisation du système de référencement peut réduire considérablement les coûts d'exploitation et prévenir également les erreurs humaines et les inefficacités. En investissant dans un outil numérique de gestion des stocks, Haemers Technologies a fait le choix d'une automatisation pour permettre une meilleure allocation des ressources humaines sur

d'autres tâches. En effet, ce nouveau système de référencement est en train de faire gagner un temps considérable au magasinier, aux opérateurs de l'atelier, aux superviseurs de chantier et au service des achats en leur évitant toute saisie manuelle.

La solution trouvée pour gérer les flux de stocks a été d'étiqueter chaque produit à l'aide d'un code-barres et de mettre en place un système numérique de scanners qui permet facilement de « *scan in* » ou « *scan out* » les articles selon leur emplacement ou leur destination. Au sein même d'une localisation physique ont été développés plusieurs sous-emplacements dans le logiciel *InFlow Inventory*. Par exemple, dans l'emplacement « *NOH - Entrepôt* », il y a les sous-emplacements : « *Beyrouth A1* » ou « *Rome B3* » par exemple si le matériel est en stock sur une étagère et « *Maintenance* » ou « *Fabrication* » si le matériel est indisponible. Chaque chantier a également un emplacement bien à lui comme par exemple « *Chantier Sicile* », « *Chantier Pékin* » ou « *Chantier Ivry* ». De plus, dans chaque emplacement de chantier, il y a les sous-emplacements « *Stock* », « *En cours d'utilisation* » et « *Poubelle* » pour les matériaux irrécupérables. Un responsable scanning a été désigné sur chaque chantier et à l'entrepôt de Bruxelles. Toutes ces informations et l'historique de chaque article sont enregistrés dans le logiciel *InFlow Inventory*. Ce système de gestion des mouvements de stocks est décrit dans une procédure bien détaillée et une formation des employés sera mise en place afin que l'outil soit correctement utilisé. L'organigramme suivant décrit le workflow de la gestion des stocks qui a été mise en place.

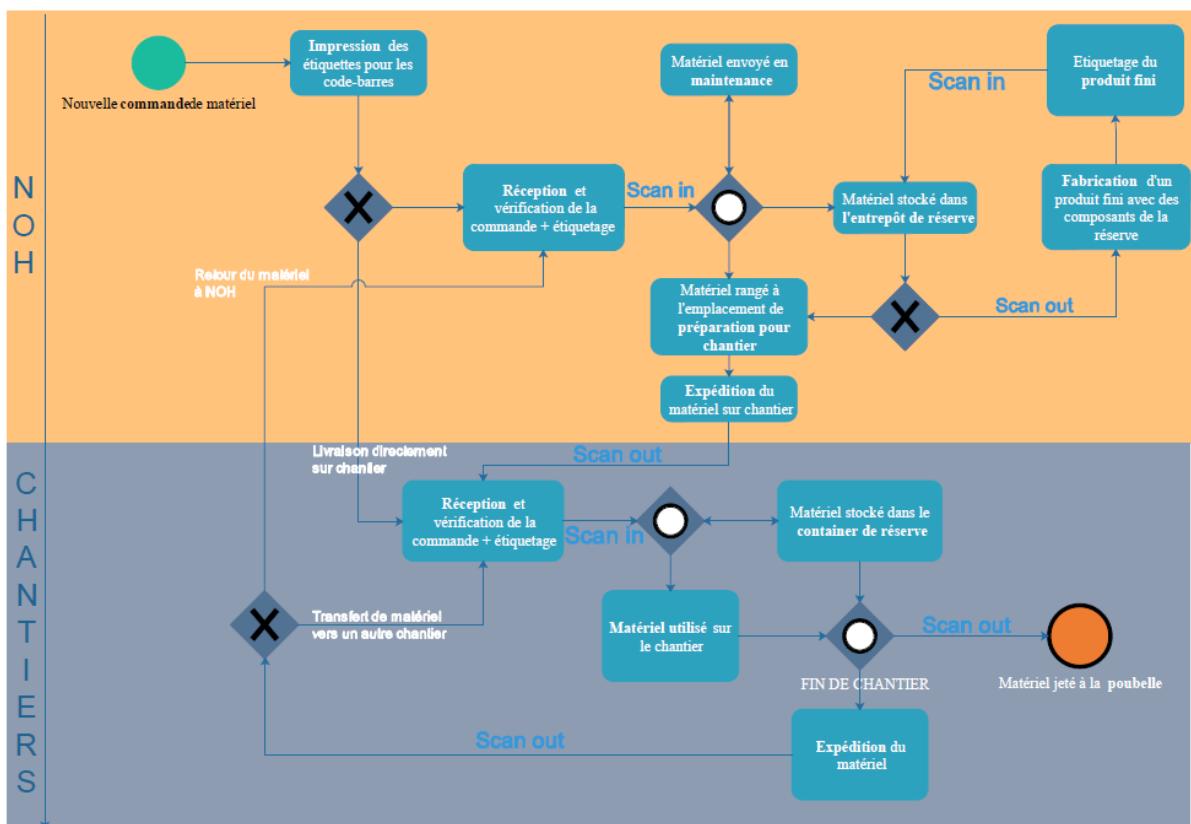


Figure 16 - Workflow des stocks (NOH = Neder-Over-Heembeek)

Comme déjà expliqué dans la section 2.2, chaque article a un code-barres qui permet, lorsqu'on le scanne, de connaître sa localisation, son sous-emplacement, ses caractéristiques et la quantité du même article qui reste dans le stock. Certains articles ont même un deuxième code-barres en guise de numéro de série afin de pouvoir les identifier comme pièce unique et pouvoir accéder à son historique ainsi qu'aux polluants qu'ils ont traités si c'est du matériel de chantier. Ces numéros de série permettent de faire de la maintenance préventive. Nous avons donc établi avec les ingénieurs et les techniciens une liste de produits qui nécessitent une maintenance parce que ce sont des objets de haute valeur ou de haute technologie tels que les brûleurs ou les ventilateurs (voir ANNEXE 3 : Liste des articles avec numéro de série). L'ensemble des codes-barres avec les numéros d'articles ont été imprimés et synchronisés avec le logiciel *InFlow Inventory*, soit plus de 5 000 étiquettes.

Concernant le matériel utilisé, nous avons opté pour un « *scanner gun* » de la marque *Inateck BCST-70* d'une valeur de 55 € pour commencer nos tests. Il faut savoir que la plupart des lecteurs de codes-barres ne nécessite pas l'installation de logiciels ou de pilotes spécifiques pour envoyer des informations de codes-barres à un ordinateur. Habituellement, un lecteur de codes-barres envoie les données du code-barres à un ordinateur de la même façon qu'un clavier envoie les frappes. Ce « *scanner gun* » est directement relié via Bluetooth à une tablette *HP Elite X2*. Pour imprimer les codes-barres, nous avons utilisé une imprimante à étiquettes que l'entreprise possédait déjà de la marque *Zebra GK420t*. Les étiquettes ont été générées par le logiciel de l'imprimante qui s'appelle *Zebra Designer*.

3.3. Mise en place des normes de sécurité

Avec l'utilisation de machinerie lourde, de gros objets et même de matières dangereuses, les entrepôts sont statistiquement l'un des endroits les plus dangereux d'une entreprise. Inutile de dire que la sécurité des entrepôts est primordiale pour protéger les travailleurs contre les dangers potentiels. Toute entreprise a la responsabilité de créer des environnements sécurisés pour ses employés. Concernant la sécurité dans l'entrepôt et l'atelier, le *safety manager* et moi-même avons créé une première version du plan de l'entrepôt et de l'atelier avec les différentes zones de sécurité (voir ANNEXE 4 : Plan de l'entrepôt et de l'atelier). Avant le commencement de ce projet, il n'y avait absolument aucune zone réservée exclusivement aux piétons ou aux véhicules. N'importe qui pouvait passer à côté du chariot élévateur même quand il transportait de grosses marchandises, ce qui était extrêmement dangereux. De plus, le port de l'équipement de protection individuelle (EPI), n'était pas obligatoire. Il était donc indispensable de mettre en place des procédures strictes pour l'accès à l'entrepôt. Par conséquent, il est prévu d'installer un vestiaire à l'entrée de l'entrepôt pour que les

employés puissent s'équiper de leurs chaussures de sécurité et de leurs gants, ce qui sera une condition stricte pour entrer dans l'entrepôt. Tout ceci sera évidemment rappelé à l'aide de pictogrammes, comme les exemples suivants :



Depuis la mise en place de ce projet, lorsque l'on pénètre à pied dans l'entrepôt, en haut à droite du plan (voir ANNEXE 4 : Plan de l'entrepôt et de l'atelier), on arrive directement dans une zone piétonne protégée par des barrières de sécurité. En effet, juste à côté de l'entrée piétonne se trouve l'entrée des véhicules et trop souvent, les personnes entraient brusquement dans l'entrepôt sans regarder si un camion entrait en même temps. Cet endroit était donc particulièrement dangereux, d'autant plus que la porte des bureaux s'ouvrait directement dans l'entrepôt. Les barrières de sécurité que nous avons installées permettent donc de parer tout risque d'accident. Les piétons peuvent ensuite se rendre directement au laboratoire ou traverser l'entrepôt sur le passage piéton.



Figure 17 – Photos avant/après de l'entrée de l'entrepôt (2019).

L'allée centrale est une zone mixte car elle n'est pas assez large pour pouvoir faire une zone piétonne et une zone véhicule selon les règles de bonnes pratiques. En effet, les règles de bonnes pratiques¹⁹ stipulent qu'il faut idéalement un passage de 4 mètres pour les véhicules et un passage pour les piétons de minimum un mètre. Or, l'allée centrale fait très exactement 4 mètres. Cependant, la loi n'impose pas de dimensions précises ou de zone exclusivement réservée aux véhicules. En effet, l'article 23 de l'arrêté royal du 10 octobre 2012 fixant les exigences de base générales auxquelles les lieux de travail doivent répondre stipule : « *Les voies de circulation, y compris les*

¹⁹ Service Public Fédéral (SPF) Emploi, Travail et Concertation sociale (2013). *Lieux de travail*. Bruxelles : Service Public Fédéral (SPF) Emploi, Travail et Concertation sociale. P.19.

escaliers, les échelles fixes et les quais et rampes de chargement, sont situées et calculées de telle façon que des piétons ou des véhicules puissent les utiliser facilement, en toute sécurité et conformément à leur affectation, et que les travailleurs occupés à proximité de ces voies de circulation ne courrent aucun risque ». Cette zone est le point faible de la sécurité, il faut donc redoubler de vigilance lorsqu'on la traverse. Si le chariot élévateur est en activité dans cette zone lorsqu'un piéton cherche à la traverser, ce dernier doit se signaler auprès du conducteur afin que celui-ci cesse momentanément son activité et laisse passer le piéton. L'atelier et l'espace soudure sont exclusivement piétons.

Pour terminer, nous avons également installé des protections aux pieds des racks pour les protéger du chariot élévateur. En effet, ces grandes étagères supportent plusieurs tonnes et une collision entre le chariot élévateur et celles-ci pourraient causer un accident grave.



Figure 18 - Photo d'une protection de rack

4. Chapitre 4 : Bilan et perspectives du projet

Cette quatrième partie a pour objectif de dresser le bilan du projet et de mettre en avant ses perspectives. Elle est constituée de deux sous-parties. La première partie s'intéressera à l'analyse critique du projet. Cette sous-partie est elle-même divisée en trois. Tout d'abord, nous réaliserons une évaluation du résultat obtenu et donnerons un degré de satisfaction des objectifs. Ensuite, nous dresserons un aperçu des nouvelles fonctionnalités de l'outil fini avant de recenser les difficultés rencontrées. Enfin, la deuxième partie sera consacrée à la recherche de perspectives futures pour le projet.

4.1. Analyse critique

4.1.1. Évaluation du résultat obtenu et degré de satisfaction des objectifs

Le coût de mise en place de ce projet s'élève à 43 003,31 €. Cette somme peut paraître étonnement élevée, surtout si on se réfère au manque de moyens financiers auxquels je faisais face au début du projet comme expliqué dans la section abordant les contraintes. Cette hausse de budget alloué au projet est due à l'avancement concret de ce dernier, aux changements que j'ai déjà apportés dans l'atelier et enfin grâce aux arguments que j'ai exposés à l'entreprise pour démontrer le bénéfice que pouvait apporter ce projet. Cette somme relativement conséquente est notamment liée au coût de la main d'œuvre qui m'a été donnée pour les journées du grand rangement du 5 et 6 mars et qui représente près de 24 000 €. En effet, outre les trois personnes de l'atelier qui m'ont aidé quasi à plein temps dans l'implémentation du 5S dans l'atelier pendant près d'un mois, l'ensemble du personnel présent dans les bureaux de Bruxelles, soit plus d'une trentaine de personnes - cadres et CEO compris – a été totalement mobilisé à mes côtés pendant 2 jours pour effectuer le tri et le rangement de l'atelier et de l'entrepôt.

Il était primordial de les impliquer dans ce projet car d'une part, la tâche était beaucoup trop ambitieuse pour une seule personne et d'autre part, leur implication leur a permis de comprendre le but de ce projet et d'être sensibilisés à la technique d'organisation des 5S. Leur implication a été, par ailleurs, un excellent moyen de contrer la résistance au changement qui représentait un risque considérable dans ce projet. L'ensemble des autres coûts repris dans le tableau ci-après représente le matériel nécessaire à la mise en place du 5S, du système de référencement par codes-barres et de la mise aux normes de la sécurité. 1 600 € ont été déboursés pour deux licences *InFlow Inventory*, 5 150 € pour les « *scanner guns* », les imprimantes pour codes-barres, les barrières de sécurité et les pictogrammes. Nous avons également prévu 1 000 € pour la peinture et les rubans de sécurité. Enfin, nous estimons que nous aurons besoin de 2 000 € pour les étiquettes et l'encre des codes-barres d'ici la fin de l'année.

	Period		janv-19	févr-19	mars-19	avr-19	mai-19	juin-19	juil-19	août-19	sept-19	oct-19	nov-19	déc-19	janv-20
		Revenue [Forecast & Ind Grants]	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
		TOTAL	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €	812,50 €
21 00 00	Intangible Assets	3 200,00 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €
21 60 00	Software	3 200,00 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €	133,33 €
22 - 24 00 00	Capital Expenditures	6 150,00 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €	512,50 €
22 00 00	Terrain	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
22 01 00	Land acquisition costs	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
22 10 00	Buildings	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
22 40 00	Building improvements	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
22 11 00	Acquisitions costs on buildings	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 12 00	Burners and Burner accessories	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 12 10	Tubes (heating pipes, etc.)	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 13 00	VUT installations	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 13 10	Blowers, extractors	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 13 20	PLC	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 14 00	Support equipment	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
23 15 00	Exchangeurs	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
24 15 00	Rolling equipment	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
24 16 00	Furniture,Office and IT equipment	5 150,00 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €	429,17 €
24 19 00	Other	1 000,00 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €	83,33 €
61 07 00	Marketing and sales costs	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 08 00	Accounting, Audit and Legal	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
2 000,00 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	
61 10 00	Main Office Costs	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 10	Office and warehouse rentals	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 20	Office and warehouse cleaning	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 30	Communications (tel, internet)	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 40	Office furnitures	2 000,00 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €	166,67 €
61 10 50	IT Hardware	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 60	IT - Software	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 70	Training and seminars	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 10 90	Other Main office costs	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 20 00	Consummables	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 30 00	Sub-contracting & Rentals	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 40 00	Other COGS	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 50 00	Travel & Housing	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
61 60 00	Professional fees	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
		TOTAL	- €	7 634,86 €	24 018,45 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Intérimaire	Function	Cost/ Day	362	2 531,56 €	- €	2 532 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Junior		466	3 262,90 €	- €	3 263 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Senior		627	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Expert			763,49 €	- €	- €	763 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Chie Scientist			338	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Superviseur	Junior		450	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Senior		546	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Expert		261	261,19 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Dessinateur	Junior		358	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Senior		466	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Monsieur	Junior		346	7 602,72 €	- €	3 456 €	4 147 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Senior		418	8 776,07 €	- €	4 397 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Admin		261	2 089,54 €	- €	2 090 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Project Manager		358	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Senior		362	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Expert		627	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Manager	Level1		515	2 574,42 €	- €	- €	2 574 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Level2		702	702,12 €	- €	- €	702 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Level3		1030	3 089,31 €	- €	3 089 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	Per Diem/j		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €

Tableau 3 - Budget

Cependant, ce coût de 43 003,31 € pour la mise en place du projet permettra par la suite d'économiser près de 66 665 € par an. Cette estimation a été calculée sur la quantité de matériel recommandé inutilement. En effet, l'entreprise commandait régulièrement du matériel qu'elle avait déjà sans le savoir ou simplement parce qu'on ne le retrouvait pas. Le matériel recommandé inutilement représentait une somme d'environ 10 800 € par an. À cela s'ajoutait le temps perdu à chercher des articles ou des outils. Pour déterminer ce temps, j'ai chronométré chaque personne susceptible de travailler dans l'atelier ou dans l'entrepôt et constaté que le temps perdu par semaine à chercher les objets était considérable. Si on ramenait ce temps perdu en coût horaire, l'entreprise perdait environ 1 163 € par semaine. Dès lors, sur le plan financier, on peut aisément être satisfait du bilan sachant que la mise en place de ce projet sera déjà largement amortie en moins d'un an.

	Temps	Coût de la main d'œuvre par h	Coût par semaine (€/semaine)	Coût par mois (€/mois)	Coût par an (€/an)
Matériel perdu ou commandé inutilement par mois				900	10800
Temps perdu à chercher du matériel					
Magasinier	4h/semaine	18,37 euros/h	73,48	293,92	3527,04
Chef d'atelier	5h30/semaine	32,5 euros/h	178,75	715	8580
Ingénieurs (5)	0h20/semaine/Ingénieur	30 euros/h	50	200	2400
Techniciens (7)	3h45/semaine/technicien	26,25 euros/h	689,06	2756,24	33074,88
Temps perdu par le service achat à recommander les pièces	1h30/semaine	28,38 euros/h	42,57	170,28	2043,36
Temps perdu par chef d'atelier pour aller chercher les nouvelles pièces chez le fournisseur	4h/semaine	32,5 euros/h	130	520	6240
			1163,86	5555,44	66665,28

Tableau 4 - Coûts économisés grâce au projet

Le premier objectif que le projet devait atteindre était une exactitude de l'inventaire sur le long terme. L'inventaire doit continuellement refléter avec une précision de 95 % le stock physique de l'entreprise. Malheureusement, il n'a pas été possible de référencer l'intégralité du stock de l'entreprise suite à un manque de temps. En effet, l'inventaire du matériel présent sur les chantiers n'a pas encore été réalisé. L'idée est de le réaliser petit à petit lorsque le matériel va revenir à Bruxelles. En revanche, l'ensemble du matériel présent à Bruxelles a été référencé avec un code-barres, un numéro d'article, une catégorie, une quantité, un emplacement précis dans l'entrepôt, une localisation géographique et un historique de ses mouvements. De plus, lorsqu'un article doit être expédié vers un chantier, il est directement scanné et sa localisation géographique est modifiée. L'inventaire de l'entrepôt à Bruxelles est donc correct avec une précision de plus de 95 %. J'ai en effet sondé plusieurs zones de l'entrepôt avant de quitter l'entreprise et dans 100 % des cas, le stock physique correspondait totalement avec le stock indiqué dans le logiciel *InFlow Inventory*.

Enfin, il n'y a pas de raison que l'inventaire ne reste pas exact sur le long terme étant donné les différentes procédures qui ont été mises en place pour l'utilisation du système de scanning. Des personnes en charge de la gestion de l'entrepôt et de l'atelier ont été désignées et formées à l'utilisation de l'outil. Les 5 % de baisse dans la précision de l'inventaire pourraient survenir sur le long terme suite à des erreurs humaines

minimes. Cependant, des vérifications aléatoires auront lieu toutes les deux semaines grâce à un système d'audit (cf. *Tableau 5*). Si lors de ces petits inventaires sur une zone aléatoire, on constate une différence de plus de 6 % par rapport au logiciel, un inventaire complet de cette zone sera effectué afin de retrouver une exactitude de 100 %. Cependant, ces cas seront extrêmement rares si les procédures sont appliquées correctement.

Le deuxième objectif que le projet devait atteindre était de pouvoir contrôler les mouvements de stocks. Comme dit précédemment, les articles avec un deuxième code-barres référençant leur numéro de série possèdent désormais un historique exact de leurs mouvements. Il n'y a, en effet, pas vraiment d'intérêt à connaître l'historique des mouvements d'un coude de plomberie par exemple. En revanche, il est donc maintenant possible en scannant le code-barres d'un article avec son numéro de série, comme un ventilateur, de connaître l'ensemble des chantiers sur lesquels il a été utilisé et quels polluants il a traités.

Cet objectif devait également permettre de pouvoir augmenter la visibilité des besoins sur chantier via le logiciel *InFlow Inventory* en définissant clairement la quantité de stock sur chantier et la quantité de matériel en cours d'utilisation. De nouveau, l'inventaire sur chantier n'ayant pas encore été réalisé, cette fonctionnalité n'est pas encore disponible. En revanche, le système est déjà opérationnel pour Bruxelles, il faut donc simplement faire l'inventaire des chantiers pour que cet objectif soit complètement rempli.

L'objectif suivant devait permettre une identification du matériel nécessitant une maintenance. Cet objectif rejoint le précédent. En effet, grâce aux numéros de série mis sur les articles nécessitant une maintenance, il est désormais possible de connaître la durée d'utilisation d'une machine, quels polluants elle a traités et à quand remonte son dernier entretien.

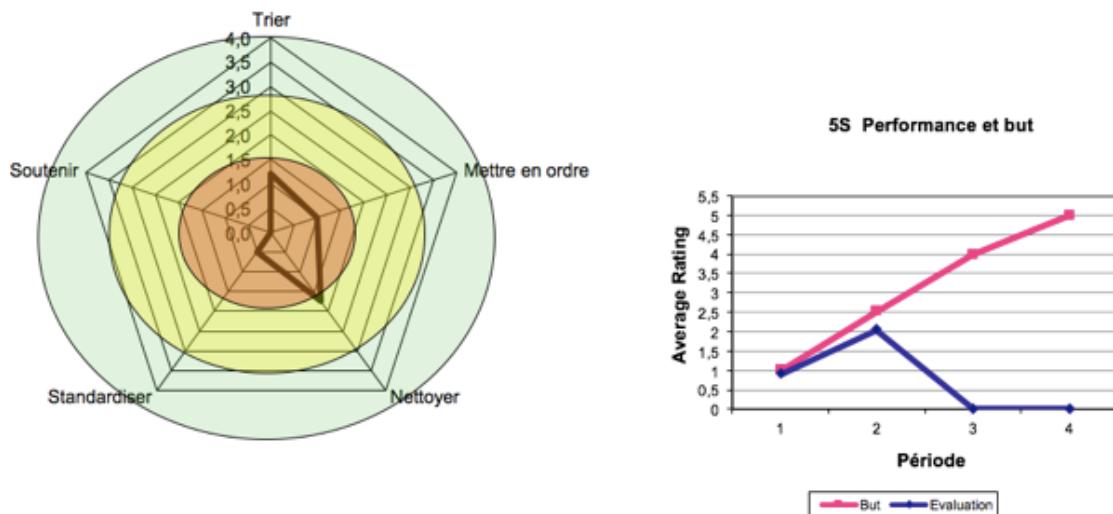
Concernant l'objectif pour avoir un entrepôt ordonné, j'ai mis en place un système d'audit grâce à un classeur Excel pour l'évaluation du 5S. Cet audit fait également partie du 5^{ème} S pour le maintien de l'ordre (Shitsuke). Il doit être réalisé environ toutes les deux semaines par un employé. Ce dernier changera à chaque audit et sera désigné par le responsable du site de Bruxelles. Cela permet d'impliquer et de sensibiliser l'ensemble du personnel de Haemers Technologies au maintien des 5S. Ce fichier Excel est pour l'instant divisé en quatre périodes sur lesquelles j'ai attribué une note entre zéro et cinq à 22 critères différents.

CATÉGORIE	CRITÈRE	PÉRIODE				Système de notation			
		1	2	3	4	Echelle / Problèmes	Evaluation / Score		
Trier et jeter les articles non utilisés	Distinguer entre ce qui est nécessaire et non nécessaire	1	2	4	4	Reconnu comme un modèle	5		
	Des procédures sont établies pour identifier les articles inutiles	1	2	4	4	Preuves compilées	3 - 4		
	Équipements, rangement, meubles, etc. Inutiles sont éliminés	2	3	4	4	Preuves solides	2		
	Il y a une élimination des objets inutiles sur les murs / tableaux d'affichage, etc.	1	3	4	5	Quelques preuves	1		
	Les allées, les escaliers, les coins, etc. sont exempts d'objets	0	1	3	4	Pas de preuves ou anecdotiques	0		
	Il existe des systèmes d'analyse des stocks, des fournitures, des pièces afin d'éviter la présence des matériaux inutiles (tiroirs / armoires / plans de travail / zones de stockage)	2	2	3	4				
Mettre en ordre	Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place	1	2	3	4	Scores moyens	1	2	3
	Tous les articles ont un emplacement spécifique	1	2	4	4	Trier	1,2	2,2	3,6
	Les tiroirs, les armoires, les plans de travail et les zones de stockage partagés sont clairement étiquetés et bien organisés	0	2	3	4	Mettre en ordre	1,0	2,2	3,8
	Les tiroirs personnels, les armoires, les bureaux et les espaces de rangement sont clairement identifiés et / ou bien organisés	2	3	4	4	Nettoyer	1,8	2,5	4,2
	Tous les articles sont placés au bon endroit	1	2	4	4	Standardiser	0,5	1,8	2,5
	Les allées, les postes de travail, les emplacements des équipements sont identifiés	1	2	4	5	Soutenir	0,0	1,5	3,0
Nettoyer	Discipline de routine afin de maintenir un lieu de travail propre et organisé	1	2	3	4	Total scores moyens	0,9	2,0	3,2
	L'équipement, les ordinateurs, les surfaces de travail et les zones de stockage sont propres.	1	2	3	4				
	Les déchets et les matières recyclables sont collectés et éliminés correctement.	3	4	4	5				
	Les courriels et les papiers sont triés, rangés quotidiennement au bon endroit.	2	2	3	4				
	Les parties communes sont nettoyées et entretenues régulièrement.	1	2	4	5				
Standardiser	Empêcher la zone d'avoir des conditions de fonctionnement anomalies	1	2	3	4				
	Des tâches spécifiques de nettoyage et d'organisation ont été développées et assignées à la zone de travail.	0	2	3	4				
	Le personnel est formé et comprend parfaitement les procédures 5S.	2	2	3	4				
	Les normes 5S sont clairement affichées.	0	1	2	4				
	Les outils de gestion visuels identifient si le travail est terminé.	0	2	2	3				
Soutenir	S'en tenir aux règles (autodiscipline)	1	2	3	4	Zone auditée: entrepôt + atelier			
	Tout le monde est impliqué dans les activités d'amélioration	0	1	2	3				
	Le nettoyage normalisé et les procédures de travail sont suivis	0	2	3	4	Auditeur: Nicolas Pailhe			
	La documentation et les instructions 5S sont à jour	0	1	2	4				
	Les audits 5S ont lieu régulièrement	0	2	3	4				

Tableau 5 - Audit 5S

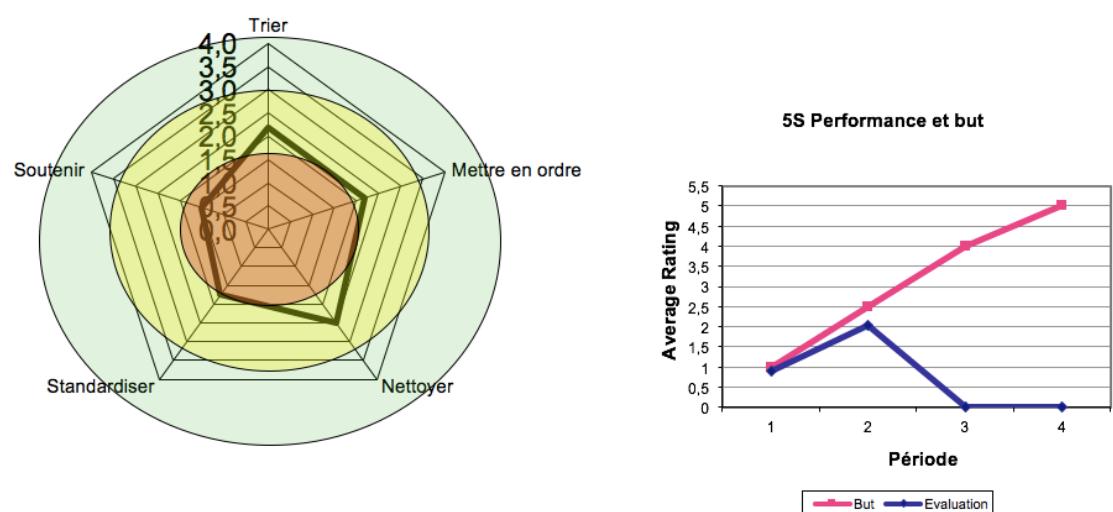
Commentaires de l'auditeur : période 1 = 04/02, période 2 = 27/02, période 3 = 18/03, période 4 = 05/04

La première période (04 février 2019) a obtenu un score moyen de 0,9 sur 5 et le but à atteindre était 1. Chaque période est associée à un graphique permettant de rendre les buts à atteindre plus visuels. Dans ce premier graphique, on constate clairement que le 4^{ème} S (Standardiser) est très bas et le 5^{ème} S (Soutenir) est nul. Ceci s'explique car, au moment de l'audit de la première période, le projet n'avait pas encore physiquement commencé. Il est donc normal que les procédures à suivre et les plans de maintien ne soient pas encore développés.



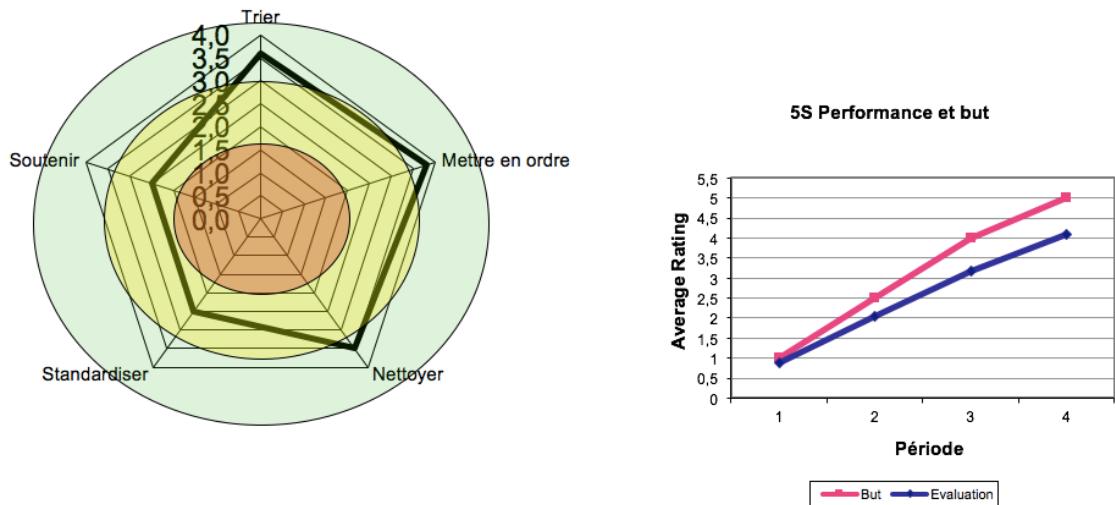
Graphique 1 - Période 1 Radar & Carte de tendance

La deuxième période (27 février 2019), après avoir fait un premier gros tri de la zone atelier (voir ANNEXE 2 : Photos AVANT/APRES), a obtenu un score moyen de 2 sur 5 et le but à atteindre était de 2,5 sur 5. L'évolution sur l'ensemble des 5S est essentiellement la conséquence des premières grosses améliorations apportées à l'atelier. Cependant, cette zone ne représente qu'une petite partie de la surface totale à traiter.



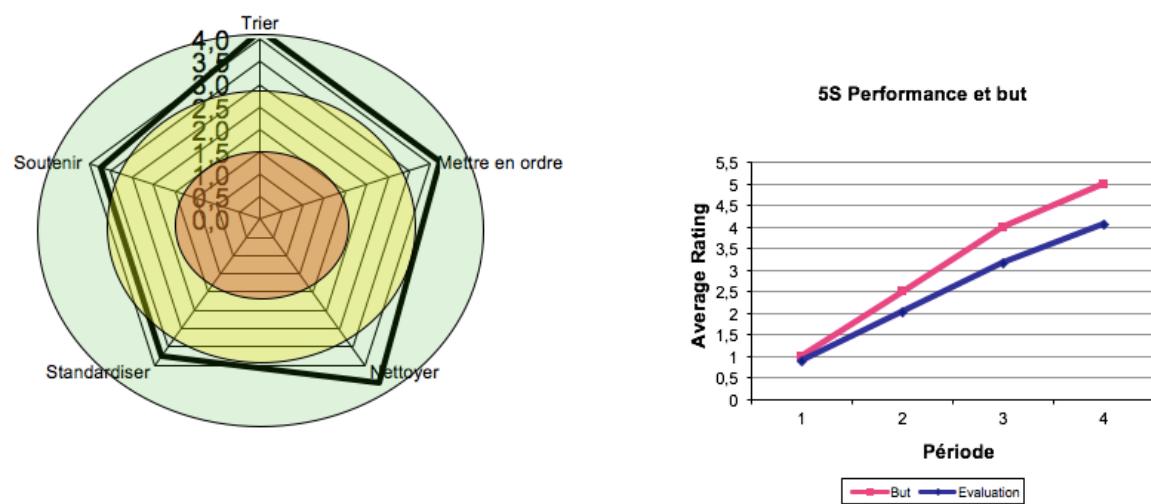
Graphique 2 - Période 2 Radar & Carte de tendance

La troisième période (18 mars 2019), après avoir réalisé les deux grandes journées de rangement et de tri, a obtenu un score de 3,18 sur 5 et le but à atteindre était de 4 sur 5. Les 3 premiers S se sont considérablement améliorés par rapport à la période précédente. Cela est bien évidemment la conséquence directe des deux journées du 5 et 6 mars. À ce moment-là, le 4^{ème} S et le 5^{ème} S, standardiser et soutenir, devaient encore être largement améliorés.



Graphique 3 - Période 3 Radar & Carte de tendance

Enfin, la quatrième période (05 avril 2019) a été auditee juste avant la fin de mon stage. Le score est de 4,08 sur 5 et le but à atteindre était de 5 sur 5. On voit très clairement que les améliorations entre la période trois et quatre ont été axées sur la mise en place du 4^{ème} et du 5^{ème} S. En effet, c'est à cette période que le management visuel, le traçage au sol, l'étiquetage des boites de manutention et les procédures ont été mis en place.



Graphique 4 - Période 4 Radar & Carte de tendance

Les objectifs de score à atteindre dans ces audits sont constamment supérieurs au score réellement atteint. La première raison de cette différence vient de la résistance au changement qui sera abordée dans la section suivante. Ensuite, les légers changements de programme dans la ligne du temps du projet suite à des imprévus sur les chantiers constituent la deuxième raison de cette différence. Cette difficulté technique sera également abordée dans la section suivante qui traite des difficultés rencontrées lors du projet. Enfin, la principale raison de cette différence de score est la conséquence directe d'un choix personnel. En effet, j'ai expressément mis des scores élevés à atteindre pour être certain que l'ensemble des employés se sente motivé pour améliorer sans cesse les 5S dans l'entreprise sans se reposer sur leurs lauriers.

J'ai ensuite, sur base d'un tableau réalisé par notre formateur CEFORA, Monsieur Hussin, et adapté par moi-même, joint au fichier Excel de l'audit le tableau ci-dessous reprenant le niveau de maturité pour chacun des S. Celui-ci nous permet de savoir où nous nous trouvons dans le sous-projet de l'implémentation du 5S dans l'entrepôt et l'atelier, sachant qu'il faudrait idéalement atteindre le niveau 5 pour chaque S. Chaque niveau contient des caractéristiques et des objectifs à atteindre. Les cases en vert représentent le niveau atteint au moment de la fin de mon stage.

5S RÉSUMÉ DU NIVEAU DE MATURITÉ					
NIVEAU de MATURITÉ	Trier	Mettre en ordre	Nettoyer	Standardiser	Soutenir
Niveau 5 Focus sur la prévention	Les employés cherchent continuellement des possibilités d'amélioration.	Tout le monde peut entrer dans la zone de travail et localiser facilement les objets. Les conditions anormales sont visuellement évidentes et des mesures correctives sont en place.	Les employés du secteur ont mis au point une méthode fiable et documentée de nettoyage et d'entretien préventif. La propreté et l'organisation des lieux de travail sont un mode de vie.	Les employés cherchent continuellement à éliminer les déchets, tous les changements sont documentés et les informations sont partagées avec les employés.	Les employés maintiennent des normes cohérentes en conformité avec le programme 5S.
Niveau 4 Focus sur la cohérence	Une méthode documentée fiable a été établie pour maintenir une zone de travail libre d'éléments inutiles.	Une méthode fiable et documentée a été établie pour reconnaître, par balayage visuel, si les articles ne sont pas à leur place ou dépassent les limites quantitatives.	Les calendriers 5S détaillant les tâches et les responsabilités sont compris et mis en pratique.	Les améliorations de la méthode de travail sont visibles et comprises par tous les employés.	Il existe des listes de contrôle montrant que les employés respectent les calendriers 5S.
Niveau 3 Rendre visuel	Tous les éléments inutiles ont été supprimés de la zone de travail.	Les emplacements désignés sont marqués pour rendre l'organisation plus visible.	Des calendriers 5S détaillant les tâches et les responsabilités sont développés et utilisés.	Des améliorations de la méthode en milieu de travail sont en cours d'intégration et documentées.	Les calendriers 5S détaillant les tâches et les responsabilités ont été développés et sont utilisés.
Niveau 2 Focus sur les bases	Les articles nécessaires et inutiles sont séparés.	Un emplacement désigné a été établi pour tous les articles.	Les zones de travail sont nettoyées régulièrement.	Les méthodes de travail sont en cours d'amélioration, mais les modifications n'ont pas été documentées.	Un effort reconnu a été fait pour améliorer les conditions de l'environnement de travail.
Niveau 1 Juste au début	Les éléments nécessaires et inutiles sont mélangés dans la zone de travail.	Les outils, les fournitures, les livres et le matériel sont situés au hasard.	Les zones de travail sont sales et désorganisées.	Aucune tentative n'est en cours pour documenter ou améliorer les processus actuels.	Une attention minimale est consacrée aux tâches de routine.

Tableau 6 - Résumé du niveau de maturité (Source : Formation CEFORA avec M. Hussin. (2019).)

Le dernier objectif à atteindre était une mise aux normes de sécurité de l'entrepôt. Cet objectif est arrivé relativement tardivement dans le cours du projet et il s'apparentait plus à un objectif annexe à atteindre et qui pousse le projet, même après sa date de fin, à continuer vers des pistes d'amélioration. Il est donc raisonnable d'admettre que cet objectif n'a pas été accompli mais que certains éléments mis en place montrent une volonté de l'entreprise pour améliorer drastiquement la sécurité dans l'entrepôt et dans l'atelier. En effet, des barrières de sécurité ont été installées, des passages piétons pour distinguer les zones véhicules et les zones piétonnes ont été peints au sol et plusieurs marquages au sol à l'aide de rubans antidérapants jaunes et noirs ont été installés afin de pouvoir indiquer une zone de sécurité autour de la grande scie à métaux, de l'emplacement de stationnement du chariot élévateur ou encore du stockage des bombonnes de gaz.

Plus globalement, l'équipe de projet est satisfaite des objectifs atteints et de l'aboutissement de ce projet. Haemers Technologies détient désormais un outil qui lui permet d'avoir une exactitude de l'inventaire sur le long terme et un contrôle des mouvements de stocks afin de connaître exactement l'emplacement de chaque article sur les différents chantiers dans le monde ainsi que d'identifier le matériel nécessitant une maintenance.

4.1.2. Aperçu des nouvelles fonctionnalités de l'outil fini

Grâce à la mise en place de ce projet, les employés peuvent désormais consulter le logiciel *InFlow Inventory* comme un moteur de recherche et voir si l'entreprise possède la pièce ou la machine recherchée. Si l'article existe, les employés peuvent, en cliquant dessus, en connaître la quantité exacte que ce soit dans l'entrepôt à Bruxelles ou sur un chantier ailleurs dans le monde. Inversement, ils peuvent également scanner un objet qui est devant eux s'ils veulent connaître la description, son historique des mouvements, à quand remonte son dernier entretien ou consulter la fiche technique du produit.

Lorsque Haemers Technologies reçoit une commande de la part d'un fournisseur, le service achat doit étiqueter les nouveaux articles avec les codes-barres et ensuite les scanner. Si la livraison correspond à la commande, cette dernière sera automatiquement acquittée dans le logiciel *InFlow Inventory*. Auparavant, cette action se faisait manuellement sur une fiche et était ensuite mis à jour sur un PC.

Si l'entreprise a besoin de fabriquer un nouveau produit, elle doit lancer une commande de travail dans le logiciel *InFlow Inventory*. Avant le développement de cet outil, les ingénieurs et les monteurs notaient à la main sur une feuille les composants

qu'ils utilisaient pour créer leur produit fini. Cette feuille était ensuite transmise au service achat qui était censé mettre à jour l'inventaire. Régulièrement, le service achat ne parvenait pas à retrouver l'intitulé exact de l'article parmi les 5 000 produits différents dans le logiciel. Maintenant, les personnes souhaitant créer un produit fini peuvent directement se servir sur les étagères de manutention qui sont désormais arrangées comme un magasin. Devant ou sur chaque article se trouve un code-barres qu'ils peuvent scanner et qui va mettre directement à jour la commande de travail et donc l'inventaire. Chaque composant va donc disparaître complètement de l'inventaire et un produit fini va entrer dans l'inventaire. De plus lorsqu'on clique sur ce produit fini dans le logiciel, on peut voir tous les composants qui le composent avec leur référence et leur marque.

Lorsque du matériel doit partir de l'entrepôt de Bruxelles pour aller sur un chantier, le service achat ouvre un transfert de stock dans le logiciel *InFlow Inventory* et prépare la commande physiquement en scannant tous les articles choisis. Ceux-ci vont automatiquement s'ajouter dans le transfert de stock. L'employé doit simplement préciser la destination de la commande. L'ensemble de ces articles dans le logiciel seront alors transférés de Bruxelles à l'emplacement du chantier. Lorsque le matériel arrive physiquement sur le chantier, le superviseur de chantier ouvre le fichier de transfert sur sa tablette et doit simplement scanner les articles pour confirmer que l'ensemble de la commande est bien arrivé. La procédure est simplement inversée lorsque c'est du matériel qui quitte le chantier pour retourner à l'entrepôt de Bruxelles.

Enfin, les procédures d'inventaire annuel seront nettement plus faciles. Désormais, le magasinier devra simplement ouvrir une fiche de comptage dans le logiciel *InFlow Inventory* et scanner toutes les unités reprises sous le même numéro d'article. Le logiciel ajustera automatiquement la différence, s'il y en a une, entre le stock physique et le stock référencé dans *InFlow Inventory*. Auparavant, les inventaires se faisaient sur une feuille à la main et étaient retranscrits plus tard dans le logiciel. Le magasinier faisait donc deux fois le travail, ce qui représentait une perte de temps considérable. De plus, il arrivait régulièrement que le produit ne soit jamais retrouvé parmi les 5 000 références dans le logiciel.

Comme dit précédemment, les opérateurs dans l'atelier mettaient en moyenne 2 minutes et 43 secondes à trouver une clé plate de 14. Depuis la mise en place du 5S, ils mettent maximum six secondes, soit une réduction de 96,25 % du temps de recherche. Rappelons que ce gain de temps permettra à l'entreprise d'économiser jusqu'à 66 665 € par an. Mais outre l'aspect financier, ce temps perdu à chercher des outils ou du matériel était particulièrement agaçant pour les opérateurs. Ce projet leur a donc permis de travailler aujourd'hui dans un cadre de travail bien plus favorable à

leur bien-être. Ensuite, le service achat est également allégé d'une tâche pénible qu'était la recommande régulière de matériel égaré. Et pour finir, le client ressentira sur sa facture et sur le délai de traitement de son terrain une nette amélioration. De plus, c'est une véritable image de professionnalisme avec une *supply chain* solide que Haemers Technologies peut mettre en avant.

4.1.3. Recensement des difficultés rencontrées

Peu importe le projet ou l'entreprise, un chef de projet rencontrera toujours des difficultés lors de la réalisation du projet. C'est parce qu'en plus d'avoir la capacité de planifier, de gérer les ressources et de respecter les délais, il faut être capable de prévoir les défis qui peuvent entraver la progression du projet dans son ensemble. Le chef de projet a pour tâche principale de s'assurer que les tâches difficiles soient traitées et que des résultats positifs soient obtenus. Au cours de ce projet, trois grandes difficultés ont été rencontrées : un manque de ressources et de moyens, une absence du personnel concerné et une résistance au changement.

Tout d'abord, le projet a été confronté à un manque de ressources et de moyens. En effet, vu la quantité de travail que celui-ci impliquait pour référencer l'ensemble des articles et ranger l'entrepôt, il semblait difficile, voire impossible, qu'un stagiaire seul accomplisse ce projet dans son intégralité. Il était malheureusement impensable, du moins au début du projet, d'envisager le recrutement de personnel supplémentaire pour renforcer l'équipe. L'entreprise n'avait, à ce moment-là, pas la possibilité d'allouer un budget conséquent à ce projet. Dès lors, l'aide des autres employés de l'entreprise semblait indispensable pour le rangement physique de l'entrepôt. Il a donc fallu trouver un compromis pour les impliquer dans ce projet en plus de leurs tâches quotidiennes. Cependant, au fur et à mesure de son avancement et à force d'arguments pour démontrer le gain économique potentiel de ce projet, de plus en plus de fonds ont été alloués. L'entreprise a même fermé pendant deux jours pour allouer l'ensemble du personnel à la mise en place des trois premiers S.

La seconde difficulté rencontrée est l'absence répétée du personnel concerné par la mise en place de ce projet. En effet, au vu du nombre de chantiers se déroulant aux quatre coins du monde, le personnel présent dans les locaux du bureau d'étude à Bruxelles était en rotation constante. Il était donc difficile d'obtenir certaines informations ou certaines autorisations pour poursuivre rapidement le projet. De plus, des membres de l'équipe de projet étaient régulièrement assignés sur chantier et donc absents pendant plusieurs semaines. L'absence régulière du chef d'atelier compliquait réellement la prise de décision et la mise en application pour les changements majeurs dans l'atelier. Pour pallier ce problème, c'était à moi de m'adapter à leurs agendas

auxquels je pouvais avoir accès en ligne pour fixer les réunions. Nous pouvions également communiquer par e-mail, téléphone ou vidéo-conférence. Il était également possible de communiquer avec une personne dans le bureau d'étude qui jouait le rôle de suppléant le temps du déplacement à l'étranger de la personne concernée.

Enfin, la responsable du service achat est partie en congé maternité à la mi-mars. Outre le fait que son absence nous a démunis d'une aide précieuse dans la compréhension du logiciel *InFlow Inventory*, Elie Jenadri, magasinier et assistant au service achat, a dû reprendre le flambeau aux dépens de son rôle de magasinier. Dès lors, durant les deux semaines précédant le congé maternité, M. Jenadri devait constamment être aux côtés de la responsable des achats afin de pouvoir être certain d'être en capacité de reprendre ce poste. L'absence du magasinier dans l'équipe de projet a été compliquée à gérer, particulièrement au moment de la mise en place du système de référencement et de la réalisation de l'inventaire. Nous nous sommes donc réunis pour discuter de ce problème et essayer de moduler un agenda pour se partager le temps du magasinier. Après le départ de la responsable du service achat en congé maternité, M. Jenadri a pris pleinement les fonctions de la responsable des achats et l'entreprise n'avait plus de magasinier. Nous avons dû nous adapter pour tout de même mener à bien ce projet. Plusieurs stagiaires de l'entreprise ont régulièrement été assignés à ce projet pour pouvoir aider l'équipe dans les tâches physiques.

La troisième difficulté rencontrée lors de la mise en place de ce projet, et sans doute la plus compliquée à gérer, fût la résistance au changement. C'est d'ailleurs l'un des problèmes les plus récalcitrants lors de la mise en place d'un nouvel outil dans une entreprise. Aucune entreprise n'y échappe, cependant, certains projets sont plus enclins à une résistance au changement. Cette dernière se fait particulièrement remarquée lorsque ce sont des changements qui impliquent plus de procédures, plus de règles et qui diminuent l'autonomie des employés. Une telle résistance peut prendre plusieurs formes : réduction persistante de la production, querelles chroniques, baisse de motivation ou expression de nombreux conflits. Même les formes les plus modestes de cette résistance peuvent être gênantes. Dans le cadre de ce projet, dès les prémisses du stage, une partie du personnel s'est montrée sceptique et résistante aux potentiels changements qui pourraient être mis en place pour l'aboutissement du projet. Il est important de noter que les employés de Haemers Technologies ont pris la mauvaise habitude de se servir dans l'entrepôt sans forcément en informer le magasinier ou remettre à sa place ce qu'ils avaient pris. Par conséquent, outre les mauvaises pratiques tenaces, même les employés les plus désireux d'avoir un inventaire correct et un entrepôt ordonné se sont montrés très sceptiques dans le succès du projet pour former les employés peu méticuleux.

Trop souvent, lorsque les chefs de projet rencontrent une résistance au changement, ils l'expliquent simplement par le fait que les gens résistent au changement et ne cherchent jamais plus loin. Pourtant, les évolutions doivent continuellement se produire dans le monde industriel. Si le personnel ne comprend pas le besoin de ce changement, il faut s'attendre à une résistance et ce, particulièrement de ceux qui croient fermement que la façon de faire avant le commencement du projet fonctionnait bien. Il en résulte que les équipes de projet peuvent se retrouver avec le lourd travail de « forcer » le changement.

Selon P. Lawrence, auteur de l'article « *How to deal with resistance to change* » (1969) paru dans le *Harvard Business Review*, les gens ne résistent pas au changement technique en tant que tel mais la résistance peut également venir de convictions personnelles ou d'affinités entre collègues. La solution la plus classique pour lutter contre la résistance au changement consiste à amener les personnes impliquées à « participer » à la réalisation du changement. Mais dans la pratique, la « participation » en tant qu'instrument n'est pas un bon moyen pour la direction de réfléchir au problème. En fait, cela peut créer des problèmes. La participation est un sentiment de la part des gens, pas seulement l'acte mécanique d'être appelé à participer à des discussions. Le bon sens suggère que les gens sont plus susceptibles de réagir à la façon dont ils sont habituellement traités, en tant que personnes dont les opinions sont respectées parce qu'elles sont elles-mêmes respectées pour leur propre valeur, plutôt que par le stratagème consistant à être convoqués à une réunion ou à se faire poser des questions soigneusement calculées pour simuler une soi-disant participation. Il y a donc toujours le problème de la façon d'obtenir ce qu'on appelle la participation.

La solution n'est pas forcément dans l'explication du pourquoi on apporte ce changement mais la clé du problème consiste plutôt à comprendre la véritable nature de la résistance. Durant la mise en place du premier S où il fallait faire un gros tri et jeter énormément d'objets, plusieurs personnes de l'entreprise, qui n'avaient souvent rien à voir avec l'objet ou le projet, mettaient un droit de veto sur les objets qui étaient destinés à aller à la décharge. Pourtant, ces employés n'avaient aucune solution sur le potentiel avenir de ces objets. Ils ne pouvaient juste pas supporter de voir des objets, qui auraient pu être récupérables, aller à la poubelle. Malgré le fait de leur expliquer que la remise à neuf d'un stick de hockey ou d'une vieille table de tapissage ne faisait pas partie de l'objet social de l'entreprise et que ce ne serait pas rentable d'allouer des ingénieurs ou des opérateurs pour réparer ces objets, ces personnes maintenaient leur position selon laquelle il était absolument impensable de jeter de tels objets. Or, lorsqu'on se débarrassait de manière plus discrète de ces objets encombrants qui étaient présents depuis plusieurs années dans cet entrepôt, jamais personne ne s'est plaint de leur disparition. Ils ne s'en sont tout simplement pas aperçus car ces objets

n'avaient aucune utilité dans les activités quotidiennes de Haemers Technologies. Dans ce cas-ci, impliquer ces personnes faisant preuve d'une certaine part de syllogomanie²⁰ n'aurait absolument rien changé et les obliger à jeter ces objets aurait sûrement été contre-productif et aurait installé un sentiment de profond malaise, ce qui n'est pas le but. Le problème ici venait surtout de leurs convictions personnelles. En comprenant la source de cette résistance, il nous a été plus facile de la détourner sans passer du temps à essayer de changer leurs convictions personnelles.

Ensuite, l'équipe de projet peut également prendre des mesures concrètes pour gérer de manière constructive ces attitudes du personnel. Cela consiste notamment à mettre l'accent sur les nouvelles normes de performance que peut apporter le projet et à encourager le personnel à réfléchir de différentes manières, ainsi qu'à tirer parti du fait que les signes de résistance peuvent servir de signal d'alarme pratique pour orienter et synchroniser les changements technologiques ou méthodologiques.

Par exemple, dans le cadre de ce projet, après l'inventaire et le référencement des pièces de plomberie, ces dernières ont été stockées dans un endroit totalement clos afin d'éviter que certains ingénieurs ou superviseurs de chantier viennent se servir dans le stock sans en avertir le magasinier. Suite à la procédure mise en place, ce dernier était le seul autorisé à préparer les commandes. Néanmoins, ce système semble fonctionner très bien pour tout le monde sauf pour le département « *Recherche et développement* » qui a sans cesse besoin d'utiliser ces pièces pour créer les nouveaux prototypes. Nous pensions que ce département pouvait communiquer l'ensemble des pièces nécessaires pour les recherches de la journée mais en pratique, il s'avère que les chercheurs ont besoin de chercher sur place ce dont ils ont besoin, voir les différentes pièces que l'entreprise a et essayer une multitude de solutions différentes. Il est donc excessivement compliqué pour eux de fournir une liste des pièces en début de journée. Il n'est également pas possible de déranger le magasinier, qui a repris la fonction de responsable du service achat, toutes les cinq minutes pour approvisionner les chercheurs en pièces de plomberie. Ce problème est apparu à la fin de mon stage et fait plutôt partie des améliorations qui pourront être apportées à l'outil. A priori, la première solution trouvée pour ce problème serait de donner un double des clés et de parfaitement former le responsable du service « *Recherche et développement* » à l'utilisation du système de scanning et du logiciel *InFlow Inventory*. Cette résistance et ces plaintes reçues de la part de ce service nous servent de signal d'alarme pratique pour orienter les futurs changements à ce nouvel outil.

²⁰ La syllogomanie ou accumulation compulsive est le fait d'accumuler de manière excessive des objets (sans les utiliser), indépendamment de leur utilité ou de leur valeur, parfois sans tenir compte de leur dangerosité ou de leur insalubrité. (Wikipédia, 2019).

Les cadres supérieurs peuvent également épauler les équipes de projet dans la communication des nouveaux changements à l'ensemble de l'entreprise. Dans le cas de ce projet, le soutien de Madame Willame, que ce soit auprès du comité de direction ou du reste de l'entreprise, m'a grandement aidé à faire accepter certains changements. Il est, en effet, souvent difficile de faire passer des changements majeurs ou d'essayer de faire accepter de nouvelles procédures lorsqu'on occupe un poste de stagiaire. Le soutien d'un cadre supérieur permet, sans vouloir faire appel à de l'autorité pure et dure, de donner au projet une certaine crédibilité aux yeux des autres employés.

Ensuite, comme le souligne P. Lawrence (1969), on sait que beaucoup de changements se produisent dans les industries sans aucune résistance. Nous savons que les gens qui travaillent en étroite collaboration les uns avec les autres échangent continuellement des idées sur les raccourcis et les changements mineurs de procédure qui sont adoptés si facilement et naturellement que nous les remarquons rarement. Le fait est que, parce que ces personnes travaillent en étroite collaboration les unes avec les autres, elles comprennent intuitivement et tiennent compte des dispositions sociales existantes en matière de travail et ne se sentent donc pas menacées dans ces changements quotidiens.

En revanche, les actions de gestion conduisant à ce que nous appelons communément le " changement " sont généralement initiées en dehors du petit groupe de travail par des membres du personnel. Ce sont les changements que nous remarquons et ceux qui provoquent le plus souvent des symptômes de résistance. De par la nature même de leur travail, la plupart des chefs de projet ou les cadres n'ont pas le contact intime avec les groupes d'exploitation qui leur permet d'acquérir, comme le dit si bien P. Lawrence (1969), « *une compréhension intuitive des arrangements sociaux complexes que leurs idées peuvent affecter* ». Les cadres ou les équipes de projet n'ont pas toujours des relations quotidiennes avec le personnel d'exploitation qui les amènent à développer un respect naturel pour les connaissances et les compétences de ces personnes. J'ai donc essayé, lors de la composition de l'équipe de projet, d'avoir des membres de différents services au sein de l'entreprise afin d'être certains que tous les changements appliqués lors de la mise en place de ce projet pourraient être apportés par le membre qui a l'habitude de travailler dans cette zone et avec les employés de cette zone. J'ai même constaté à plusieurs reprises, que certains petits changements mineurs avaient été appliqués dans l'atelier par les opérateurs sans que nous en ayons discuté au préalable. Cependant, même si certains de ces changements ne me paraissaient pas des plus judicieux, j'ai préféré me taire et les laisser dans cette cinétique de changements et d'initiatives de leur part pour faire avancer le projet.

4.2. Perspectives futures du projet

La première amélioration qu'il faut absolument apporter à l'entrepôt à court terme est la mise en place d'un abri pour les vélos des employés. En effet, une bonne dizaine des employés de Haemers Technologies se rendent au travail à vélo. Pour le moment, ces vélos sont entreposés durant la journée dans l'entrepôt comme vous pouvez le voir sur la figure suivante. Ces vélos se situent dans le chemin pour les camions qui rentrent dans l'entrepôt ou dans celui du chariot élévateur lorsqu'il manœuvre pour atteindre certaines étagères. Un entrepôt industriel n'est vraiment pas un lieu adéquat pour accueillir des cyclistes.



Figure 19 - Photos des vélos (Avril 2019)

La présence d'un parking vélos dans les entreprises de plus de 100 travailleurs est désormais obligatoire afin d'inciter les employés à se rendre au travail avec un moyen de transport écologique. Haemers Technologies compte actuellement 52 employés mais a l'ambition d'avoir une croissance assez importante dans les années à venir. Cependant, l'entreprise n'est pas obligée d'attendre de compter 100 employés dans ses locaux pour pouvoir installer une infrastructure pour les cyclistes. Étant une entreprise travaillant dans le secteur environnemental, il semblerait même que Haemers Technologies devrait montrer l'exemple en installant ce parking à vélo le plus tôt possible.

L'article 5, paragraphe 5 de l'arrêté du 7 avril 2011 relatif aux Plans de Déplacements d'Entreprise stipule que le nombre de places de parking pour les vélos

doit correspondre au nombre de cyclistes (travailleurs + visiteurs) qui rejoignent le site, augmenté de 20 %. Ce nombre de places ne peut être inférieur à 1/5 du nombre de places pour les véhicules motorisés. Actuellement, Haemers Technologies devrait prévoir un parking à vélos contenant donc au minimum 12 emplacements.

La deuxième perspective future pour ce projet serait l'installation de vestiaire à l'entrée de l'entrepôt. À l'heure actuelle, les techniciens travaillant dans l'entrepôt et dans l'atelier se changent pour mettre leurs habits de travail dans l'atelier même. Ils ont pour le moment un casier commun devant lequel ils déroulent un petit tapis sur lequel ils se changent.

Depuis la mise en place de ce projet, beaucoup d'espaces ont été dégagés et Haemers Technologies possède donc la place pour pouvoir installer un vestiaire avec cinq ou six casiers. Grâce à la mise en place de ce vestiaire à l'entrée de l'entrepôt, le bien-être des employés, les conditions d'hygiène et la sécurité ne seront qu'améliorés. Ce vestiaire serait également un très bon moyen d'imposer le port de l'équipement de protection individuel, c'est-à-dire chaussures de sécurité, bouchons d'oreilles et lunettes de protection pour tous les employés et les visiteurs qui désirent entrer dans l'entrepôt ou dans l'atelier.

La troisième amélioration qu'il faudrait mettre en place dans l'entrepôt et dans l'atelier serait le développement des normes de sécurité. L'entreprise, grâce à ce projet, a commencé à mettre en place des installations améliorant la sécurité mais cela n'est qu'un début. Haemers Technologies devrait, dans les mois à venir, installer davantage de barrières de sécurité pour délimiter les zones exclusivement piétonnes et mettre plus de marquages au sol tels que des passages piétons, des lignes délimitant les zones de manœuvre du chariot élévateur ou encore des bandes jaunes et noires pour indiquer les zones dangereuses.

Enfin, à plus long terme, lorsque le système de scanning actuel aura bien fait ses preuves, Haemers Technologies pourrait imaginer adopter des « *scanner guns* » avec un écran incorporé. Actuellement, pour la mise en place de ce projet, l'équipe de projet a préféré faire des économies sur les « *scanner guns* ». Ces derniers sont ceux d'entrée de gamme, sans écran avec un simple bouton pour activer le laser. Ils fonctionnent tout de même en Bluetooth. Pour le moment, le magasinier utilise ce « *scanner gun* » qui est relié à une tablette ou à un ordinateur portable sur une table roulante. Il serait plus pratique d'utiliser par après des « *scanner guns* » avec écran incorporé qui contiendraient toute la base de données. Le magasinier aurait ce « *scanner gun* » simplement accroché à sa ceinture.

CONCLUSION

Haemers Technologies souhaitait améliorer le système de référencement de son matériel afin d'améliorer sa gestion des stocks et ainsi surveiller efficacement le flux constant d'unités entrant et sortant de son inventaire. La découverte de la situation de l'entreprise, les entretiens avec les différents cadres et employés, l'étude de l'existant, la revue des différents concepts théoriques, ainsi qu'une étude des opportunités, des contraintes et de la faisabilité de ce projet m'ont amené à proposer un outil qui se veut simple, efficace et interactif pour la gestion et le suivi du matériel au sein de Haemers Technologies.

L'objectif majeur du projet était de permettre une exactitude de l'inventaire sur le long terme et un contrôle des mouvements de stocks afin de connaître exactement l'emplacement de chaque article sur les différents chantiers dans le monde ainsi que d'identifier le matériel nécessitant une maintenance.

La solution trouvée pour gérer ces flux de stocks a été d'étiqueter chaque produit à l'aide d'un code-barres et de mettre en place un système numérique de scanners qui permet facilement de « *scan in* » ou « *scan out* » les articles. Grâce à cet outil, les employés peuvent désormais consulter le logiciel *InFlow Inventory* comme un moteur de recherche et voir si l'entreprise possède la pièce ou la machine recherchée. Si l'article existe, ils peuvent, en cliquant dessus, en connaître la quantité exacte que ce soit dans l'entrepôt à Bruxelles ou sur un chantier ailleurs dans le monde. Une photo de l'objet, une description, une catégorie, une fiche technique ou encore le fournisseur sont par ailleurs affichés. Le sous-emplacement précis de l'objet est également indiqué et les employés n'ont plus besoin de chercher de manière aléatoire dans l'entrepôt mais peuvent simplement se rendre à l'endroit précis indiqué par le logiciel.

Les articles de haute technologie nécessitant une maintenance régulière sont désormais équipés d'un deuxième code-barres avec un numéro de série interne à l'entreprise. Ce numéro de série permet de suivre à la trace un article précis. Grâce à ce système, il est désormais possible de voir sur quel chantier une machine a été envoyée, quels types de polluants elle a traités, combien d'heures la machine a tourné, à quand remonte le dernier entretien ou encore quand sera l'entretien suivant. Somme toute, il permet de faire de la maintenance préventive.

Cependant, au cours du projet, je me suis très rapidement rendu compte que le maintien d'un inventaire était impossible en l'état actuel de l'entrepôt, de l'atelier et du laboratoire. Un réarrangement de l'entrepôt a donc été effectué. Pour ce faire, j'ai choisi de suivre la technique du *lean management*.

Plusieurs méthodes de *lean* management existent mais dans le cadre de ce projet, la méthode dite des 5S m'a semblé la plus adéquate. Cette méthode japonaise est l'acronyme de cinq mots ayant les significations suivantes : « *Seiri* » (trier), « *Seiton* » (mettre en ordre), « *Seiso* » (nettoyer), « *Seiketsu* » (standardiser) et « *Shitsuke* » (soutenir). Concrètement, il s'agit d'une méthodologie de création et de maintien d'un milieu de travail bien organisé, propre, efficace et de haute qualité. Elle permet d'avoir une organisation efficace du travail, d'éliminer les pertes liées aux pannes, de libérer de l'espace inutilement utilisé, de diminuer le temps perdu à chercher le matériel, d'améliorer le bien-être des employés sur leur lieu de travail ainsi que d'améliorer la qualité et la sécurité du travail.

Après avoir établis un cas idéal sur papier pendant plusieurs semaines, l'ensemble des employés ont, les 5 et 6 mars 2019, procédé aux trois premiers S, à savoir : trier (*Seiri*), ranger (*Seiton*) et nettoyer (*Seiso*). L'entreprise, qui ne ferme jamais tout au long de l'année, a été exceptionnellement fermée pendant ces 2 jours. Il a été décidé d'organiser cette première partie des 5S tous ensemble afin de contrer la résistance au changement en impliquant toute l'entreprise, des stagiaires au CEO. La trentaine d'employés présents au siège social à Bruxelles répondait à mes consignes, ce qui représentait un véritable défi managérial. Lors de ces deux jours, plus de six tonnes de déchets ont été jetées à la décharge. Le résultat de la mise en place des 5S est frappant par rapport à la situation initiale. Une illustration avant/après a été présentée dans ce mémoire.

Le coût de mise en place de ce projet est estimé à 43 003,31 €. Cette somme relativement conséquente est notamment liée au coût de la main d'œuvre qui m'a été donnée pour « *la journée du grand rangement* » en mars et qui représente près de 24 000 €. Cependant, ce coût de 43 003,31 € pour la mise en place du projet permettra par la suite d'économiser près de 66 665 € par an. Cette estimation a été calculée sur la quantité de matériel recommandé inutilement. En effet, l'entreprise commande régulièrement du matériel qu'elle avait déjà sans le savoir ou simplement parce qu'on ne le retrouve pas. Ce matériel recommandé inutilement représente une somme d'environ 10 800 € par an. A cela s'ajoute le temps perdu à chercher des articles ou des outils. Pour déterminer ce temps, j'ai chronométré chaque personne susceptible de travailler dans l'atelier ou dans l'entrepôt et constaté que le temps perdu par semaine à chercher les objets est considérable. Si on ramène ce temps perdu en coût horaire, l'entreprise perd environ 1 163 € par semaine. Les opérateurs dans l'atelier mettaient en moyenne 2 minutes 43 pour trouver une clé plate de 14. Depuis la mise en place du 5S, ils mettent maximum six secondes, soit une diminution de 96,25 %.

Bibliographie

Adaptalift Group. (2012). *Warehouse Safety Principles: 6 key guidelines to keep your workplace safe*. Récupéré le 18 février de
https://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/warehouse_safety_principles_6_key_guidelines_to_keep_your_workplace_safe

Article 5, §5 de l'Arrêté du 7 avril 2011 relatif aux Plans de Déplacements d'Entreprise.

Batilean. (2019). *Qu'est-ce que le Lean Management ?* Récupéré le 7 mars 2019 de
<https://www.batilean.fr/quest-ce-que-le-lean-management/>

Bruxelles Environnement. (2019). *Les obligations en matière de stationnement vélos-motos-autos et livraisons*. Récupéré le 04 mai 2019 de
<https://environnement.brussels/le-permis-d-environnement/les-conditions-generales-d-exploitation/les-obligations-en-matiere-de-1>

Bullington, K. (2005). *Lean Supply Strategies : Applying 5S Tools to Supply Chain Management*. Communication présentée à la 90^{ème} Conférence internationale annuelle du Supply Management organisée par l'Institute for Supply Management (ISM) à San Antonio, Texas, Etats-Unis. Récupéré de
<https://www.instituteforsupplymanagement.org/files/Pubs/Proceedings/HCBullington.pdf>

Christopher, M. (1992). *Logistics and supply management* (5^e Edition). Londres : Editions Financial Times Publishing.

Electronic Imaging Materials, Inc. (2019). *Types of Barcodes*. Récupéré le 06 mai 2019 de <https://barcode-labels.com/getting-started/barcodes/types/>

Employés d'Haemers Technologies (2018, septembre – octobre). [Entretien]. Bruxelles
Haemers Technologies. (2018). *Haemers Technologies*. Récupéré le 8 octobre 2018 de
<https://haemers-technologies.com>

Hohmann, C. (2010). *Lean Supply Chain*. Récupéré le 10 octobre 2018 de
http://chohmann.free.fr/SCM/lean_supply_chain.htm

Industrial Excellence, (2017). *Méthodologie 5S*. [Présentation Power Point]. Bruxelles : Haemers Technologies.

Investopedia. (2018). *Inventory Management*. Récupéré le 13 octobre 2018 de <https://www.investopedia.com/terms/i/inventory-management.asp>

Kanbanize. (2019). *What is Lean Management ? Definition & Benefits*. Récupéré le 18 mars 2019 de <https://kanbanize.com/lean-management/what-is-lean-management/>

Kim, E. (2018, 7 juin). Ces entreprises qui font appel aux vertus de la « supply chain ». *PME Magazine*. Récupéré de <https://www.pme.ch/entreprises/2018/06/07/entreprises-appel-aux-vertus-supply-chain>

Krafcik, J. (1988). *Triumph of the Lean Production System*. Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge.

Lawrence, P. (1969). How to deal with resistance to change. *Harvard Business Review*, numéro du mois de janvier 1969.

Le Moigne, R. (2013). *Supply chain management : achat, production, logistique, transport, vente* (2^e Edition). Paris : Editions Dunod.

Liker, J. (1997). *Becoming Lean : Inside Stories of U.S. Manufacturers*. New-York : Editions Productivity Press.

Logistique Conseil. (2012). *La méthode 5S*. Récupéré le 10 octobre 2018 de

<http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/5s.htm>

Michalska, J. et Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24 (2), 211-214.

Miroglio, D. (s.d.). *Le Lean Logistics*. Récupéré le 11 octobre 2018 de <http://www.supplychainmagazine.fr/TOUTE-INFO/Lecteurs/PEAConsulting-LeanLogistics.pdf>

Motorola (2013). *From cost center to growth center : warehousing 2018*. Chicago : Motorola. Récupéré de https://www.automation.com/pdf_articles/motorola/Motorola_WarehouseVision_WP_FINAL_130814.pdf

Noël, F. (2006). Le Lean Manufacturing appliqué à la Supply Chain. *Supply Chain Magazine*, 3, 67-69.

Park, J. (2013). *5S habits for lean manufacturing*. Récupéré le 14 octobre 2018 de <http://cmuscm.blogspot.com/2013/09/5s-habits-for-lean-manufacturing.html>

Richards, G. (2018). *Warehouse Management* (3^e Edition). Londres : Editions Kogan Page.

Service Public Fédéral (SPF) Emploi, Travail et Concertation sociale (2013). *Lieux de travail*. Bruxelles : Service Public Fédéral (SPF) Emploi, Travail et Concertation sociale.

Testard, M., Canu, A., Cornier, C., Jacopy, A-L., (2016). *Supply Chain Trends 2016, Le nouveau visage de la Supply Chain*. Neuilly-sur-Seine : Deloitte. Récupéré de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fpc/Documents/services/supply-chain-et-achats/deloitte_supply-chain-trends-2016_jan-16.pdf

Wikipedia. (2019). *Barcode*. Récupéré le 06 mai 2019 de <https://en.wikipedia.org/wiki/Barcode>

Wikipedia. (2019). *Syllogomanie*. Récupéré le 03 mai 2019 de <https://fr.wikipedia.org/wiki/Syllogomanie>