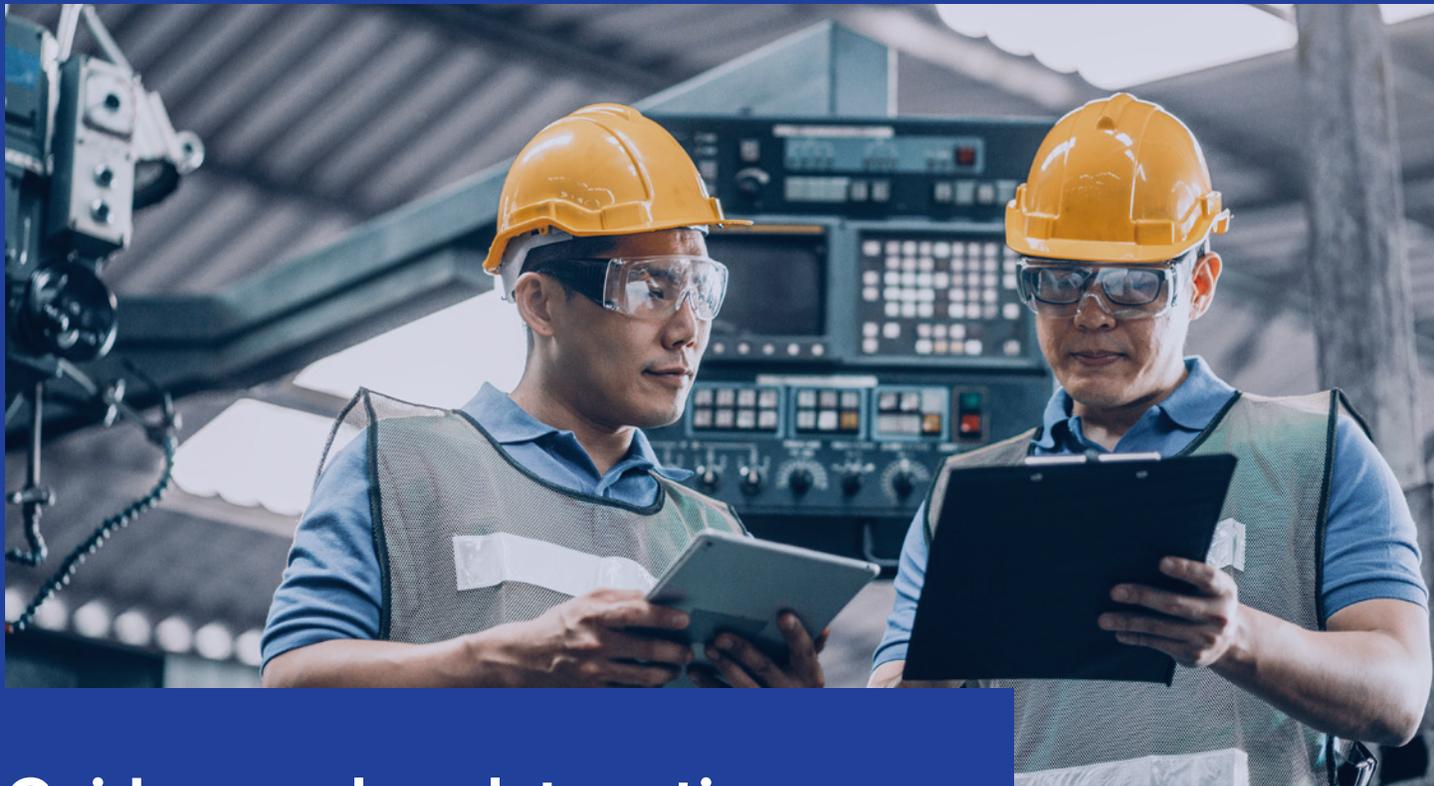


Génie industriel



Guide pour le volet pratique de la formation en conception

Ce document a été préparé avec la collaboration de la professeure titulaire **Nadia Lehoux, ing., Ph. D.**, directrice du programme de 1^{er} cycle en génie industriel à l'Université Laval

Table des matières

<u>Introduction</u>	3
<u>Description d'un projet de conception en génie industriel</u>	4
<u>Exemples de projets de conception en génie industriel</u>	7
Annexes :	
<u>Projet 1 réalisé dans le cadre du cours GIN 3200</u>	9
<u>Projet 2 réalisé dans le cadre du cours GIN 3200</u>	30

Introduction

Pour réaliser un projet en conception, on doit se baser sur la méthodologie de la conception en ingénierie dont traitent les livres suggérés dans le volet théorique. Il faut aussi recourir à des outils appropriés aux approches et aux méthodes à mettre en œuvre. C'est précisément le but de ce document : guider le candidat et la candidate dans l'accomplissement d'un projet de conception en génie industriel.

Vous trouverez dans ce guide, d'une part, des renseignements sur les outils à utiliser et les approches à appliquer et, d'autre part, un résumé des principales phases d'un projet de conception en génie industriel.

En complément, nous reproduisons à titre d'exemples deux projets élaborés par des étudiantes et étudiants.

Description du processus de conception en

génie industriel

Le génie industriel est une discipline faisant appel à des connaissances multidisciplinaires en sciences du génie, en sciences administratives et en sciences humaines. Les tâches que peut exercer un ingénieur industriel étant très vastes, les milieux de pratique sont aussi très variés. Ils comprennent notamment le secteur manufacturier, les firmes de génie-conseil, le milieu hospitalier, l'industrie du transport, le secteur de la construction, les municipalités et les administrations publiques. Ainsi, des projets de conception en génie industriel peuvent être menés dans plusieurs sphères de la société.

La première phase d'un projet de conception en génie industriel consiste à procéder à une analyse diagnostic, laquelle pourra conduire à une remise en question du milieu, pour parvenir à mettre sur pied des solutions d'ingénierie qui amélioreront un système existant. Cette première phase requiert de nombreux outils pour modéliser, investiguer et déduire des solutions porteuses pour l'avenir. Le tableau 1 présente quelques-uns des outils employés pour mener cette première phase et indique à quoi ils servent.

Tableau 1 : Outils utilisés pour différentes approches de la phase diagnostic d'un projet en génie industriel, et fonctions de ces approches et outils

Diagrammes de processus, diagrammes spaghetti, diagrammes Ishikawa, analyse FFOM, etc.	Visio, Word, AutoCAD	Représenter visuellement un système, son mode de fonctionnement, ses flux et ressources, ses problématiques, etc.
Études de temps et mouvement	Caméra, chronomètre	Évaluer le temps nécessaire à la réalisation de certaines tâches et la façon dont le travail est réalisé
Analyses qualité	Minitab ou Excel	Exploiter un grand volume de données pour déceler des non-conformités, des anomalies, etc.
Analyses statistiques	Minitab ou Excel	Exploiter un grand volume de données pour déceler des comportements, des tendances, etc.
Analyses Pareto	Minitab ou Excel	Représenter visuellement la répartition de certains phénomènes
Simulation	Arena ou Simio	Représenter virtuellement un système pour comprendre son mode de fonctionnement
Analyses multicritères	Approches mathématiques variées	Prioriser les actions ou solutions à mettre de l'avant

La seconde phase type d'un projet en génie industriel concerne la conception de la ou des solutions retenues au terme de la phase diagnostic. La solution conçue peut consister en un simple réaménagement d'un poste de travail ou, à l'opposé, reposer sur une réingénierie complète d'une organisation. Les approches à exploiter pour réaliser cette seconde phase sont encore une fois très diversifiées, comme l'illustre le tableau 2.

Tableau 2 : Approches qui s'appliquent pour la phase conception d'un projet en génie industriel, outils utilisés et fonctions de ces approches et outils

Approches	Outils	Fonctions
Conception des espaces de travail	AutoCAD, Excel, logiciels d'aménagement d'usine, 5S, SMED, ouvrages de référence en ergonomie	Repenser les environnements de travail en vue de réduire les activités à non-valeur ajoutée, mieux utiliser les ressources en place, permettre la réalisation de nouvelles tâches, etc.
Contrôle de la qualité	Minitab, Excel, Word	Élaborer des méthodes, mesures, points de contrôle, échantillonnage, etc., qui assurent la conformité des produits et des services rendus
Mesure de la performance	Excel, logiciels de tableau de bord	Concevoir des indicateurs et un tableau de bord pour la mesure de la performance de systèmes ou de processus
Optimisation	Excel, Matlab, AMPL	Développer un modèle mathématique et le solutionner pour en extraire des solutions optimales concernant la production, les achats, la logistique, le stockage, etc.
Simulation	Arena ou Simio	Simuler des modes de fonctionnement, pannes ou comportements afin d'en tirer des prescriptions pour l'avenir
Conception d'outils de gestion	Excel, Access, Minitab, langages de programmation, systèmes ERP	Développer des outils permettant de centraliser l'information ou de faciliter son accès, de faire le suivi de processus, d'automatiser des modes de prise de décision, de coordonner certaines tâches, etc.
Mesures de santé et de sécurité	Word	Définir un ensemble de procédures, de règles et d'actions concrètes à mettre de l'avant et à perpétuer pour assurer la santé et la sécurité des travailleurs
Réingénierie des processus	Approches de diagnostic, outil d'analyse de cycle de vie, Excel, Minitab, Word	Concevoir de nouvelles façons de faire pour mener à bien les opérations ou les services à offrir

Il est à noter que pour réaliser de tels projets, on se sert fréquemment de diagrammes de Gantt, d'analyses économiques et de mesures d'impact environnemental pour assurer la faisabilité et la viabilité des projets. Étant donné que ces outils complémentaires sont communs aux différentes disciplines de l'ingénierie, ils n'apparaissent pas explicitement dans ces tableaux.

Exemples de projets de conception en génie industriel

Il existe une très grande variété de projets d'ingénierie qui peuvent relever du génie industriel. Le tableau 3 présente quelques exemples de projets réalisés dans le cadre des cours de projet de fin d'études du programme de baccalauréat en génie industriel de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval.

Tableau 3 : Exemples de projets de fin d'études réalisés à l'Université Laval dans le programme de génie industriel

Projet	Milieu de pratique
Réingénierie du processus de planification de la production et conception d'un outil de gestion des stocks	Fromagerie artisanale
Conception d'un nouvel atelier de réparation et d'un magasin pour les pièces d'équipements de l'usine	Usine agroalimentaire
Réingénierie d'un quai de chargement et de déchargement et conception d'un outil d'aide à la préparation des collectes	Grand distributeur
Réingénierie du processus de production d'une composante et création d'un guide d'implantation	Entreprise de haute technologie
Réingénierie du processus de traitement d'un sous-produit et réaménagement du poste de travail	Aluminerie
Conception d'un nouvel aménagement pour l'ensemble de l'usine	Compagnie de climatisation chauffage
Création d'un outil pour la traçabilité des produits dans l'usine et développement d'un guide d'utilisateur	Entreprise de haute technologie
Réingénierie des processus pour un poste goulot et mise en place de procédures de santé et de sécurité	Usine agroalimentaire
Développement d'un outil de gestion des stocks et réaménagement de l'entrepôt	Entreprise manufacturière
Conception d'un aménagement pour la réception et l'expédition, réingénierie d'un poste goulot et développement de mesures en santé et sécurité pour le poste	Entreprise manufacturière
Réaménagement d'un plancher de production et identification de nouvelles façons de réaliser les opérations	Entreprise manufacturière
Conception d'un tableau de bord et de mesures de la performance pour l'ensemble des processus de l'organisation	Entreprise forestière
Création d'un outil de gestion des inventaires et mise sur pied d'un guide de l'utilisateur	Entreprise forestière
Développement d'un outil pour l'élaboration des routes de livraison	Détaillant

Conception d'un outil de simulation pour planifier l'utilisation de véhicules à guidage automatique	Hôpital
Conception d'un poste de travail et optimisation de ses temps de mise en route	Entreprise manufacturière
Création d'un outil pour la traçabilité des produits et d'un outil de gestion des stocks	Entreprise agroalimentaire
Mise sur pied d'un aménagement d'usine complet	PME du milieu manufacturier
Développement d'un outil d'aide à la décision pour assurer le respect de la certification lors de la réalisation des différentes phases d'un projet de construction	Promoteur immobilier et entrepreneur
Mise sur pied de l'ensemble des processus de service après-vente, de programmes de garantie et d'un outil de gestion des requêtes clients	PME du milieu manufacturier

Projet 1 :

Omy Laboratoires

Ce projet, préparé par des étudiants et étudiantes, est un bon exemple d'application de la méthodologie et de présentation des différents outils utilisés.

Omy Laboratoires

Rapport final

GIN-3200 – Projets de conception de systèmes industriels
Été 2020

Équipe 3

Basdeo, Daniel	111012364
Cobeil, Jade	111179794
Delisle, Jean-Philippe	111176792
Nguemaleu, Eliane Audrey	111222708
Vaillancourt, Delphine	111073542



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie

Table des matières

Introduction.....	3
Présentation de l'entreprise.....	4
Mandats et objectifs	4
Méthodologie	5
Système de gestion des stocks – kanban.....	5
Conception.....	5
Implantation.....	7
Analyse économique	7
Considérations.....	8
Système de suivi du kanban	9
Conception	9
Implantation.....	12
Analyse économique	12
Considérations.....	13
5S pour les matières premières.....	14
Conception.....	14
Analyse économique	16
Considérations.....	16
Bilan du projet	18
Recommandations pour le futur.....	18
Références.....	20

Introduction

La formation en génie industriel de l'Université Laval a pour but de « préparer les étudiants à analyser les réalités auxquelles font face les organisations aujourd'hui ainsi qu'à réfléchir globalement pour mieux agir localement » [1]. C'est dans cette optique que les cours de projet sont mis sur pied afin de permettre aux étudiants de mettre en application les différentes notions acquises lors des sessions précédentes.

Dans le contexte actuel où les entreprises font face à de nombreux défis et un environnement en constante évolution, il devient donc primordial pour une compagnie de s'imposer dès le départ une culture d'amélioration continue. Dans cette ligne de pensée, l'entreprise OMY Laboratoires a accepté volontiers l'aide de l'équipe dans le cadre du cours.

Ainsi, ce rapport a pour but de vous faire part du projet terminé. Il présente donc une présentation de l'entreprise, la méthodologie utilisée pour mener à terme les différents livrables, le bilan du projet et des recommandations pour le futur.

Présentation de l'entreprise

L'entreprise Omy Laboratoires a été fondé par Rachelle Séguin et Andrea Gomez. Après un an de recherche et développement en laboratoire, elles ont sorti en mars 2019 une gamme de produits cosmétiques personnalisés et adaptés aux besoins des clients.

Omy Laboratoires offre principalement des crèmes mais également des sérums, du fond de teint et autre type de maquillage. Tous les produits sont garantis d'être sans paraben, MIT, silicone et sulfate en plus d'être composés de 95% d'ingrédients naturels et d'être végans [2]. Toute la production se déroule dans un laboratoire situé au Pavillon Alexandre-Vachon de l'Université Laval. L'entreprise compte actuellement 12 employés permanents ainsi que quelques employés temporaires.

L'entreprise n'a pas de boutique fixe pour vendre ses produits. Elle utilise le concept de boutique éphémère dans les centres commerciaux pour évaluer les besoins des clients et vendre ses produits. L'entreprise a aussi des ententes avec des cosméticiennes pour que celles-ci vendent les produits dans leurs succursales. Il est également possible de commander les produits directement en ligne avec une technologie d'intelligence artificielle qui permet de déterminer à partir d'une photo du client quels sont les ingrédients nécessaires pour son type de peau.

Mandats et objectifs

La problématique principale soulevée lors du diagnostic de l'entreprise est que sa productivité générale a besoin d'être améliorée. Le mandat consiste à optimiser leur processus d'approvisionnement et de gestion des stocks. Les objectifs en lien avec le mandat sont donc de supporter la croissance de l'entreprise et d'améliorer la productivité générale de l'entreprise à travers deux aspects soient la robustification de leur approvisionnement et la réduction des sources de gaspillage lié à une mauvaise gestion des stocks. Il faut aussi noter que les solutions présentées s'opèrent dans le contexte financier limité de l'entreprise.

Méthodologie

Afin de répondre aux différents objectifs, l'équipe a identifié trois livrables en lien avec la gestion des stocks à présenter à la fin du cours *GIN-3200 Projets de conception de systèmes industriels*. Le premier livrable est de mettre en place un système de gestion des stocks basé sur un kanban. Le second livrable est d'assurer un système pour faire le suivi de ce kanban. Le dernier livrable est d'instaurer un 5S pour assurer un entreposage efficace des matières premières.

Système de gestion des stocks – kanban

Conception

La section suivante concerne le premier livrable, soit le kanban pour assurer la gestion des stocks. Pour mettre sur pied cette solution, les données de vente ont été recueillies à partir du logiciel Shopify. L'entreprise utilise les données de ce logiciel afin de compléter les commandes des clients, ce qui indique par le fait même le volume de vente chaque produit hebdomadairement. Une moyenne de la demande sur les 15 dernières semaines a été effectuée. L'écart-type a également été estimé à partir des ventes des 15 dernières semaines.

Étant donné que l'on a une production par lot et que les fiches de recette sont par lot de production il était nécessaire de déterminer le nombre de lots produits par semaine afin d'avoir l'information sur la quantité de matières premières consommées par semaine. Pour cela il a fallu se servir de la formule suivante.

$$qté\ lots\ produits = \frac{nb\ pots\ vendus * volume\ d'un\ pot}{taille\ d'un\ lot\ de\ production} * (1 + 10\%)$$

10% correspond à la majoration pour compenser les écarts de production

Le département de production utilise des fiches recettes pour effectuer la production des crèmes. L'équipe a donc pu facilement avoir l'inventaire des matières premières utilisées dans l'entreprise afin de construire le kanban. L'équipe a aussi récolté à ce moment le délai d'approvisionnement de chaque matière première ainsi que le format commandé en grammes.

Par la suite, des calculs ont été effectués pour déterminer la demande moyenne pour chacune des matières premières et l'écart-type correspondant. Les formules utilisées sont présentées ci-dessous.

$$moy = \sum_i (qmp_{ij} * lp_i) \forall j$$

$$et = \sum_i (qmp_{ij} * etlp_i) \forall j$$

moy : moyenne de chaque matière première

et : écart – type de chaque matière première

etlp_i : écart type du nombre moyen de lot produit pour la crème *i*

qmp_{ij} : quantité de matière première *j* dans une crème *i*

lp_i : nombre moyen de lot produit pour la crème *i*

i ∈ {crème 1, crème 2, crème 3, sérum}

j ∈ {matières premières}

Afin d'être en mesure de calculer le point de commande pour chacune des matières premières, le stock de sécurité de chacune des matières premières a été calculé. Le point de commande a ensuite pu être établi comme le présente les formules ci-dessous. [3]

$$ss = Z * etd * dm$$

$$pc = dm * dc + ss$$

ss : stock de sécurité

Z : niveau de commande désirée dans la table de la loi normale centrée réduite

etd : écart type de la demande

dm : demande moyenne

pc : point de commande

dc : délai de commande

Il a fallu déterminer la façon visuelle dont le kanban serait déclenché. Les matières premières se trouvent principalement sous forme de poudre ou de liquide dans des contenants de format assez grands pour soutenir la production pendant plusieurs semaines. Étant donné l'impossibilité de sous-diviser ces contenants, l'équipe a donc opté pour des étiquettes apposées sur chacun des contenants de matières premières. À chaque lot de production, l'employé retire

une étiquette du contenant de matière première. Lorsqu'il ne reste plus d'étiquette sur le contenant, il s'agit du signal pour passer la commande.

L'équipe s'est penché sur la façon la plus logique de calculer le nombre d'étiquettes à apposer sur chacun des contenants. La formule utilisée comprend les paramètres suivants : format de commande, point de commande et quantité utilisée dans un lot de production. Il faut savoir que la majorité des matières premières sont utilisées dans toutes les crèmes mais dans de proportions différentes. La valeur du paramètre quantité utilisée dans un lot de production est donc basée sur le type de crème qui utilise le plus cette matière première lors de la production.

$$nb \text{ étiquette} = \frac{qc - pc}{qup}$$

pc : point de commande

qc : quantité demandé

qup : quantité utilisée dans une production

Implantation

L'équipe a pu compléter au cours de l'été 2020 la partie conception de la solution. Il est maintenant prévu dans les prochaines semaines de présenter le résultat du kanban à la responsable du laboratoire qui sera responsable de l'implantation et de la diffusion de l'information auprès de son équipe.

Analyse économique

L'implantation d'un kanban est très peu coûteuse étant donné qu'elle implique seulement l'achat d'une machine pour produire les étiquettes. Une telle imprimante coûte en moyenne 100\$ et est disponible sur commande en ligne. Il n'y a pas d'autres frais d'implantation puisque le coût de développement informatique a été pris en charge par l'équipe qui a développé un Excel simplifiant les calculs. Le coût de maintien est également minime puisqu'il comporte les étiquettes (45\$ pour 7500 étiquettes) et le temps de main d'oeuvre pour faire imprimer des étiquettes à chaque réception de matière première. Ce coût a été estimé à 520\$ par année (0,5h par semaine * 52 semaines * 20\$/h). Le coût total d'implantation et de main d'oeuvre est donc de 665\$.

En ce qui concerne le retour sur investissement, l'économie de temps annuelle pour faire l'inventaire et déterminer les points de commandes est estimé à 50 heures. À un taux de 20\$/h, il s'agit d'une économie annuelle de 1000\$.

Considérations

Au point de vue économique, l'équipe estime que le kanban va contribuer à une gestion efficace des commandes de matières premières et par le fait même diminuer l'immobilisation d'argent dû au surplus de stock qui dorment dans les espaces d'entreposage.

Au point de vue social, le kanban va permettre de limiter les retards de production et donc de diminuer le stress chez les employés de production et chez la responsable à l'approvisionnement qui font face à une certaine pression.

Au point de vue environnemental, le kanban peut aussi permettre de diminuer le gaspillage. En effet, il y a moins de risques qu'un produit dépasse la date de péremption et entraîne donc un gaspillage autant au niveau environnemental qu'économique. Au niveau du transport des matières premières par rapport à la fréquence des commandes, lorsque le Kanban est solidement implanté il tient compte des quantités économique à commander ce qui réduit la fréquence des commandes. L'équipe est consciente que l'impression d'étiquettes kanban engendre l'utilisation de ressource comme du papier et de l'encre, ce qui ne contribue pas à la réduction à la source. Il s'agit cependant d'une conséquence minime sur l'environnement. De plus, il s'agit d'une solution à court-moyen terme, le temps d'implanter un système informatisé plus complet.

Système de suivi du kanban

Conception

Omy est une jeune entreprise dont la demande peut fluctuer énormément de semaines en semaines. Il est donc nécessaire que le système kanban soit assez robuste pour répondre à cette variation. Un système d'ajustement du kanban a donc été conçu pour limiter le risque de l'entreprise de tomber en rupture de stock. Avec ce système, les gestionnaires peuvent facilement observer quand le kanban devient désuet et prendre action avant qu'il ne soit trop tard.

Les considérations suivantes ont été prises en comptes pour élaborer le système. Il faut que le Kanban puisse être ajusté avec un historique d'au maximum trois semaines. Il faut que le Kanban soit réactif à une fluctuation spontanée de la demande tout comme à une augmentation ou une diminution soutenue de la demande.

La première étape a été de lister les indicateurs d'ajustement sélectionnés. L'équipe a décidé d'utiliser deux indicateurs. Le premier concerne la demande passée par rapport à la demande moyenne des trois dernières semaines. Cet indicateur permet principalement de répondre à la contrainte de devoir prévenir une augmentation ou diminution soutenue de la demande. Le deuxième indicateur sélectionné est le taux de variation de la demande de semaine en semaine. Cet indicateur permet principalement de répondre à la contrainte de devoir prévenir une augmentation ou diminution spontanée de la demande.

L'équipe a ensuite décidé de bâtir le suivi des indicateurs d'ajustement sur Excel, un outil bien connu de l'équipe d'Omy Laboratoires, ce qui facilite l'implantation. L'équipe a développé deux cartes P à partir des indicateurs déterminés préalablement [4].

Carte P : Demande passée par rapport à la demande moyenne mobile

Le graphique présenté à la Figure 1 représente la demande passée par rapport à la demande moyenne mobile.

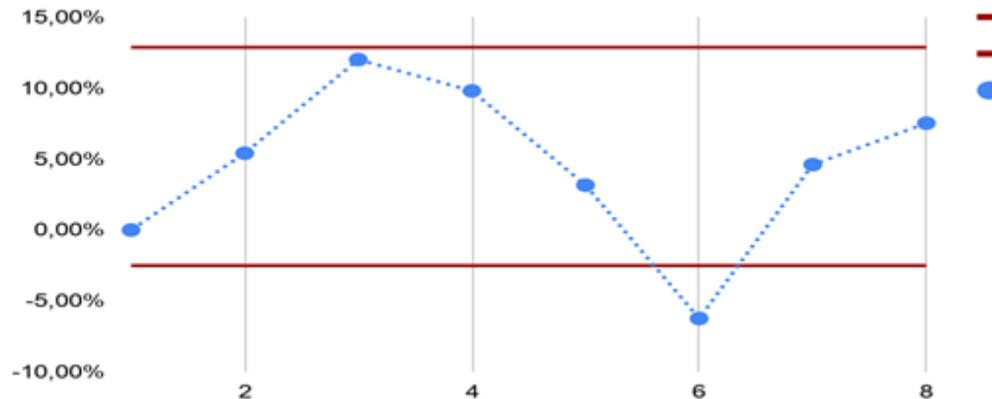


Figure 1 - Demande passée par rapport à la demande moyenne mobile

La ligne bleue représente la variation de la demande de semaines en semaines. Les lignes rouges foncées représentent les limites inférieures et supérieures de contrôle qui servent à déclencher un ajustement du Kanban. Les règles implantées pour apporter un ajustement du Kanban sont les suivantes :

- Si 2 points consécutifs de la ligne bleue dépassent une limite de contrôle
- Si 3 points lors des 4 derniers points bleus dépassent une limite de contrôle

Les formules utilisées pour déterminer les limites inférieures (LCL) et supérieures (UCL) de contrôle sont les suivantes :

- $UCL = \bar{\sigma} + 3\sqrt{(\bar{\sigma} * ((1 - \bar{\sigma})) / d)}$
- $LCL = \bar{\sigma} - 3\sqrt{(\bar{\sigma} * ((1 - \bar{\sigma})) / d)}$

$\bar{\sigma}$: Variation moyenne de la demande

d : demande de la période

Carte P : Variation de la demande par rapport aux ventes récentes

Le graphique présenté à la Figure 2 présente la variation de la demande par rapport aux ventes récentes.

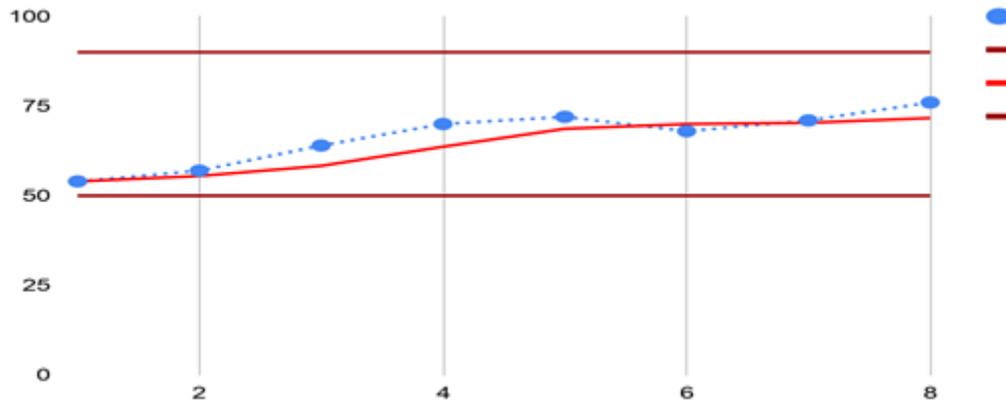


Figure 2 - Variation de la demande par rapport aux ventes récentes

La ligne bleue représente la demande de semaines en semaines. La ligne rouge pâle représente la moyenne mobile des trois dernières semaines. Les lignes rouges foncées représentent les limites inférieures et supérieures de contrôle. Les règles implantées pour apporter un ajustement du Kanban sont les suivantes :

- Si la moyenne mobile dépasse une limite de contrôle
- Si deux points consécutifs de la ligne bleue dépassent une limite de contrôle

Les formules utilisées pour déterminer les limites inférieures (LCL) et supérieures (UCL) de contrôle sont les suivantes:

- UCL : $0,9 * pc$
- LCL : $0,5 * pc$

pc : point de commande ramené sur un horizon d'une semaine

d : demande de la période

Implantation

Tel que mentionné dans la section du Kanban, les circonstances actuelles ne nous ont pas permis de compléter l'implantation du système de suivi du kanban. Une rencontre est prévue dans les prochaines semaines pour présenter à l'équipe de gestion la façon d'utiliser le fichier de suivi du kanban.

Analyse économique

Cette solution a été mise de l'avant pour répondre à leur besoin de ne pas tomber en rupture de stock afin de ne pas perdre de client et de ne pas nuire à leur réputation. L'analyse économique des gains potentiels est donc subjective mais a été approchée de la manière suivante.

Leur moyenne de commande journalière est de 18 clients. Grâce à une analyse de l'historique des données de l'entreprise, il a été estimé que l'entreprise va perdre environ 10% des clients qui voient la livraison de leur commande reportée en raison d'une rupture de stock. Les données recueillies ont permis de comptabiliser que chaque client leur rapporte en moyenne 104\$/année. Les arrêts de production dus à des ruptures de stock se produisent en moyenne 15 jours par année. Selon l'hypothèse émise que le système d'ajustement du kanban va permettre d'éviter de tomber en rupture de stock, il est possible d'estimer le gain économique de l'implantation de la solution à 2808\$/année (18 commandes clients journalières * 10% de perte de revenus suite à une annulation d'un client en raison d'une rupture de stock * 104\$ de revenu annuel par client * 15 journées de retards de production en raison d'une rupture de stock par année = 2808\$)

Ce système de suivi des indicateurs d'ajustement se veut aussi très peu dispendieux à implanter puisqu'il ne nécessite aucun achat d'équipement. Il nécessite simplement de prendre le temps d'importer les données de ventes dans le fichier excel à chaque semaine et de regarder si l'une des règles de décisions nécessite un ajustement du kanban. Il est donc question d'environ 15 minutes par semaine pour faire le suivi du Kanban avec le système d'ajustement et de 15 autres minutes s'il faut ajuster le Kanban. Considérant qu'il est impossible d'estimer à combien de reprises le Kanban va être ajusté, un estimé conservateur de 25 min par semaine sera utilisé pour calculer le coût d'implantation de la solution : 25 min /semaine * 52 semaines * 20\$/h = 433\$ / année. Le gain total de l'implantation de cette solution est donc de 2375\$ (2808\$ - 433\$) récurrent annuellement.

Considérations

L'implantation de cette solution se veut une façon de diminuer le stress vécu par la responsable à l'approvisionnement en lui fournissant un outil robuste qui va pouvoir la supporter dans son travail. Le succès de l'implantation de cette solution dépendra cependant beaucoup du niveau d'appropriation de l'outil de la part de cette responsable. Il sera donc extrêmement important de prendre le temps de bien lui expliquer l'outil afin qu'elle se sente à l'aise à l'utiliser. L'équipe lui fournira également une façon de se faire contacter afin que la responsable à l'approvisionnement puisse avoir du support à ce niveau en cas de problème.

5S pour les matières premières

Conception

Lors de la visite à la session d'automne, il a été soulevé qu'il y avait un manque d'organisation quant aux endroits d'entreposage. L'élément le plus frappant et critique était au niveau de l'entreposage des matières premières. L'équipe n'a noté aucune méthode ou logique d'organisation. Le troisième livrable dans le cadre du cours, a donc été décidé d'instaurer un 5S pour leurs armoires à matières premières.

La première étape a été d'effectuer l'inventaire des matières premières utilisées. Il a ensuite fallu analyser la façon dont la production est effectuée afin de trouver la meilleure solution pour le classement des matières premières. Il a été remarqué que, la production s'effectue par phase. L'équipe a donc opté pour un regroupement de matières premières par phase afin de simplifier les étapes de production.

La deuxième étape consistait à identifier les espaces de stockage dans les armoires. En raison de la situation de la COVID-19 et du manque de disponibilité de l'équipe d'Omy, l'équipe n'a pas été en mesure de compléter cette phase du projet. La décision a donc été prise de faire une procédure détaillée sur la façon de faire un 5S. Il fallait une procédure facilement adaptable et réutilisable afin que Omy puisse réutiliser ce concept pour l'appliquer aux autres endroits de stockages ou même aux postes de travail.

Pour la création de la procédure, l'équipe a procédé à un remue-méninge de tous les concepts de 5S vue depuis le début du baccalauréat en génie industriel. Il a fallu se mettre dans la peau d'un individu qui ne connaît rien du tout à la méthode 5S afin de rendre cette procédure applicable pour n'importe quel employé. La procédure est détaillée ci-dessous.

Procédure 5S

De façon générale, le principe de la méthode 5S est de rendre de façon plus visuelle le stockage de produits. Ainsi, chaque produit doit avoir son propre espace de stockage bien identifié et arrangé. Cela permet donc de faire l'inventaire et le remplissage beaucoup plus rapidement et facilement si la méthode est bien appliquée.

Répétez les étapes suivantes pour chaque phase de production.

1. Déterminer la quantité de chaque produit nécessaire pour chaque type produit qui se trouve dans la phase.
2. Mesurer les dimensions de chaque produit.
 - a. Exemple : Largeur, Longueur, Hauteur, Diamètre.
3. Calculer selon un arrangement proposé l'espace requis pour chaque produit.
 - a. Utiliser la quantité requise d'un produit et les dimensions de ce produit pour calculer le tout.
4. Trouver l'espace requis total pour mettre tous les produits d'une phase ensemble dans un bac ou un espace prédéterminé.
 - a. Attention de ne pas mettre trop les produits serrés entre eux, car il pourrait y avoir des bris ou les produits pourraient prendre plus de place que prévue.
5. Une fois les bacs disponibles, tester les combinaisons de l'étape précédente avec les vrais produits.
6. Faire des ajustements sur l'arrangement des produits au besoin. Utiliser du matériel pour faire des séparateurs et ainsi délimiter l'espace de chaque type de produit.
 - a. Au besoin, utiliser des séparateurs et/ou du ruban coloré pour délimiter aussi l'intérieur de l'espace dédié au produit pour faire des rangées ou autre.
 - b. S'assurer que les séparateurs et/ou le ruban coloré sont solides et ne briseront pas facilement.
7. Identifier clairement chaque espace afin de déterminer quel produit s'y trouve. Écrire le nom du produit et la quantité.
 - a. Au besoin, détailler chaque sorte de produit.

Fin de la procédure 5S

Une version Word et PDF a été transmise à Omy Laboratoires. L'équipe sera disponible pour toute question concernant l'implantation de la méthode 5S. En temps normal, donc sans COVID-19, nous aurions été sur place pour tester la méthode 5S et aider les employés à instaurer ce principe.

Analyse économique

L'implantation de la méthode 5S est une solution économiquement peu coûteuse, puisqu'elle ne nécessite que du ruban adhésif, des étiquettes et du temps de main-d'oeuvre et des bacs. Cela pourrait prendre environ 4 heures pour le temps de faire les étiquettes et délimiter les espaces pour chaque produit avec du ruban. Si on considère que cela prendrait environ un 4 heures de main-d'oeuvre et que le salaire moyen est de 20\$/heure, cela en coûterait environ 80\$ si on considère que l'entreprise utilise des bacs qu'elle possède déjà. On peut aussi considérer 10\$ au maximum pour le ruban adhésif et les étiquettes. Ainsi, cela fait un total de 90\$.

En ce qui concerne le gain a implantié cette solution, l'équipe a mesuré à l'automne dernier que prenait aux employés de production en moyenne 310 secondes pour trouver et sortir la matière première de la zone de stockage. Il est donc possible d'estimer que l'implantation d'un 5S pourrait facilement réduire ce temps par au moins 50%. Considérant qu'ils effectuent cette opération trois fois par semaine, 50 semaines par année, le gain annuel est d'environ 130\$.

Considérations

Au point de vue social, l'implantation de la méthode 5S peut grandement améliorer l'aspect visuel de l'environnement de travail. En effet, le fait que tout soit rangé aux bons endroits permet de donner un sentiment de satisfaction de travailler dans un environnement propre. en plus de favoriser l'adoption de meilleures habitudes de travail aux employés en leur créant un environnement propice à se ramasser.

Au point de vue environnemental, l'utilisation de la méthode 5S implique que l'espace de rangement est optimisé. Ainsi, cela pourrait enlever l'impression qu'il manque d'espace pour les matières premières et donc empêcher l'achat de meuble pour l'espace de stockage et donc éviter d'acheter des meubles inutilement. Cela empêche donc un achat non nécessaire ce qui évite du gaspillage. L'aspect négatif est toutefois l'utilisation de ruban non-nécessaire pour la

production. Leur pérennité dans le temps et la possibilité de les réutiliser permet toutefois de réduire leur impact environnemental.

Au point de vue économique, l'utilisation de la méthode 5S permet d'accélérer la production puisque toute la matière première par phase est regroupée au même endroit. Ainsi, le temps sauvé par l'employé peut être utilisé pour faire autre chose et c'est donc une meilleure utilisation des ressources.

Au point de vue santé et sécurité, il est évident que d'implanter la méthode 5S va impliquer un rangement et une organisation structurée. Ainsi, cela va faire en sorte que les matières premières ne vont pas traîner et encombrer les espaces de travail. De ce fait, cela pourrait éviter des accidents et rendre l'espace de travail plus sécuritaire. Également, le rangement des produits chimiques peut aussi permettre d'éviter que quelqu'un accroche un produit chimique sans faire exprès et qu'il subisse une brûlure, une réaction ou autre.

Bilan du projet

Trois livrables ont été ciblés pour le projet du cours *GIN-3200 Projets de conception de systèmes industriels*, soient la conception d'un système de gestion des stocks basé sur un kanban et son système de suivi d'ajustement en plus de l'instauration d'un 5S pour assurer un entreposage efficace des matières premières. Ces trois livrables ont été réalisés dans les délais du cours. Il manque cependant la phase d'implantation de ces outils qui s'effectuera dans les semaines à venir après la présentation à l'équipe de gestion. L'équipe est confiante d'avoir laissé une documentation solide pour que l'entreprise puisse reproduire les méthodes de travail utilisées dans les différentes phases des livrables. Malgré la situation exceptionnelle où l'équipe d'Omy Laboratoires était peu disponible et que les installations étaient inaccessibles, il a été possible de mener à terme les livrables et de s'adapter en trouvant des solutions pour permettre à l'entreprise de tirer profit des idées de l'équipe pour répondre aux différents objectifs.

Recommandations pour le futur

Les outils développés pour l'entreprise peuvent les aider à améliorer leur processus pour encore un certain temps mais à terme, il est évident qu'ils devront implanter un logiciel ERP lorsque leur entreprise aura atteint une maturité suffisante. D'ici là, il est toutefois encore possible d'améliorer les solutions décrites ci-haut en implantant des indicateurs de performances qui permettent de prendre des actions correctives lorsqu'une des solutions ne performe pas aussi bien qu'elle le pourrait.

Au niveau du kanban, trois indicateurs de performances seront recommandés à l'entreprise afin qu'elles les implantent graduellement dans l'optique de rendre le kanban le plus efficace possible. Les trois indicateurs sont:

- 1) Nombre de commande perdu à cause d'un manque de matière première.
- 2) Nombre de retard de production causé par manque de matière première.
- 3) Temps de stockage d'une matière première.

Ils ont été réfléchis afin d'améliorer le kanban si ce dernier n'est pas assez réactif ou s'il est trop conservateur et force le stockage de plus d'unités que nécessaire. Les tableaux suivants ont été montés à titre d'exemple pour montrer à l'entreprise comment ils pourraient implanter ces indicateurs à terme.

Période			Nb Jours	Nb Com Perdu MP		Nb Ret MP	
2020 - Trimeste 1	2020/01/01	2020/03/31	90	1	1,11%	1	1,11%
2020 - Trimeste 2	2020/04/01	2020/06/30	90	3	3,33%	2	2,22%
2020 - Trimeste 3	2020/07/01	2020/09/30	91	1	1,10%	5	5,49%
2020 - Trimeste 4	2020/10/01	2020/12/31	91	1	1,10%	1	1,10%
2020 - Trimeste 1	2021/01/01	2021/03/31	89	0	0,00%	0	0,00%
2020 - Trimeste 2	2021/04/01	2021/06/30	90	1	1,11%	1	1,11%
2020 - Trimeste 3	2021/07/01	2021/09/30	91	1	1,10%	1	1,10%
2020 - Trimeste 4	2021/10/01	2021/12/31	91	0	0,00%	0	0,00%

Tableau 1 – Exemple d'indicateurs

Produit	Date de réception (Lot)	Date Périmé (si applicable)	Nb jours avant périmé	Date d'écoulement (Lot)	Nb jours de stockage	Nb de jours voulu en stockage
A	2020/01/01	2020/03/17	76	2020/03/19	78	60
B	2020/04/01	2020/09/17	169	2020/07/10	100	60
C	2020/01/01	2020/09/17	260	2020/05/06	126	60
D	2020/04/01	2020/08/10	131	2020/04/09	8	90

Tableau 2 – Exemple d'indicateurs

Références

- [1] Université Laval. « Baccalauréat en génie industriel » <https://www.ulaval.ca/les-etudes/programmes/repertoire/details/baccalaureat-en-genie-industriel-b-ing.html>. Consulté le 21 août 2020.
- [2] Omy Laboratoires. <https://omycosmetics.com/>. Consulté le 19 août 2020.
- [3] Paul Lacasse. Notes du cours *GIN-2010 Gestion opérationnelle des entreprises*.
- [4] Michel Guillot. Notes du cours *GIN-3020 Ingénierie et gestion de la qualité*.

Projet 2 :

Ce projet a aussi été préparé par des étudiantes et étudiants ; le travail de conception y est abordé sous un angle différent de celui qui est adopté dans le projet 1.

Rapport final

GIN-3200 Projets de conception de systèmes industriels

Été 2020

Équipe

Lachance, Emilie	111155681
Labarre, Annie-Kim	111188886
Routhier, Antoine	111185714
Simard, Étienne	111187643



Table des matières

<i>1. Introduction</i>	3
<i>2. Mandat et objectifs</i>	3
<i>3. Description du travail mené</i>	4
3.1. Phase 1: Cadrage.....	4
3.2. Phase 2: Planification	5
3.3. Phase 3: Réalisation	6
3.4. Phase 4: Implantation.....	8
<i>4. Budget de réalisation et analyse économique</i>	11
4.1. Analyse de la demande d'investissement	13
4.2. Analyse financière de l'outil Power BI.....	13
4.3. Analyse financière temps standard	14
4.4. Résumé Analyse Économique	14
<i>5. Mise en relief des aspects santé et sécurité, économiques, sociaux et environnementaux liés au projet</i>	15
<i>6. Bilan de projet</i>	17
<i>7. Recommandation pour le futur</i>	18
<i>8. Conclusion</i>	19
<i>9. Annexe</i>	20
Tableau A : Description des étapes pour la collecte des temps standards.	20
Tableau B : Temps standard par étape par type d'emballage.....	22

Liste des tableaux

Tableau 1: Étapes pour la prise des temps standards	6
Tableau 2: Type d'emballage	7

Liste des figures

Figure 1: Plan de l'usine de Boucherville.....	4
Figure 2: Carte conceptuelle du projet Norbec.....	5
Figure 3: Modèle relationnel de données	7
Figure 4 : Livrable principal, le tableau de bord	9
Figure 5 : Demande d'investissement.....	12

1.Introduction

Norbec est une entreprise québécoise de 279 employés. Celle-ci est classée au 44e rang du classement des plus grandes PME au Québec en 2019 par Les Affaires¹. Son siège social est situé à Boucherville. Deux usines assurent la production, une à Boucherville et une à Saint-Hyacinthe. Norbec est un fabricant de panneaux isolants métalliques pour les chambres froides et de panneaux architecturaux pour l'enveloppe des bâtiments. La mission de l'entreprise est de contribuer à la création d'un monde durable par la fabrication de solutions isolantes de haute performance. Les principaux clients sont dans les secteurs des supermarchés, des restaurants, des usines de transformation alimentaire, des entrepôts réfrigérés et des centres de recherche. L'innovation est omniprésente chez Norbec. Voulant toujours améliorer leur façon de faire, les gestionnaires ont ciblé le département d'expédition comme ayant un potentiel d'amélioration intéressant. L'analyse de performance des employés du département d'expédition peut être facilitée. C'est le mandat qui est remis à l'équipe de projet. La description complète du mandat et des livrables se situe dans la section suivante.

2.Mandat et objectifs

Le mandat est de développer un tableau de bord avec l'outil Power Bi qui répond aux questions d'affaires et aux besoins des gestionnaires de projet. La question d'affaire ciblée au premier plan est l'efficacité du département par rapport aux temps d'emballage. L'outil Power Bi est imposé à l'équipe de projet, car il est déjà maîtrisé par les gestionnaires de Norbec. L'utilisation de Power Bi pour la création du tableau de bord assure une autonomie d'utilisation pour les gestionnaires et une pérennité dans le temps du projet. Le rapport vise l'analyse de l'efficacité du département sur les temps d'emballage pour mieux comprendre le temps que prend le travail à faire en comparaison avec le temps de main d'œuvre disponible. La lecture du tableau de bord facilite la prise de décision par rapport à la planification des tâches et du personnel. Le tableau de bord permet aussi d'identifier les emballages et éventuellement les employés qui sont les moins efficaces et permettra au gestionnaire du département de prendre des actions pour améliorer l'efficacité de son département.

Les objectifs sont d'avoir un rapport des temps standards du département d'emballage en fonction des types de produits et d'avoir des rapports d'efficacité des employés à l'expédition. Les temps standards serviront de barème pour la comparaison des temps réels. Le rapport d'efficacité doit être clair et facile à lire. L'information doit être accessible rapidement. Le visuel du tableau de bord est créé avec une liste de

¹ <https://www.lesaffaires.com/fiches-entreprise/norbec/2916>

couleurs et une forme typique de Norbec pour éviter la confusion et assurer l'agencement du tableau de bord avec les standards de la compagnie. Finalement, à la fin du mandat, deux livrables seront remis à l'entreprise. Le livrable principal est le tableau de bord interactif Power Bi et le sous-livrable est un fichier comprenant les temps standards d'emballage pour chaque équipement différent.

3. Description du travail mené

Pour mettre le projet à terme, quatre phases de projets distinctes sont réalisées. La phase 1 représente le cadrage. La deuxième phase est celle de la planification. La troisième phase est celle de la réalisation des deux livrables et la quatrième phase présente l'implantation des livrables, c'est-à-dire le tableau de bord interactif et le rapport d'efficacité. Les quatre phases sont présentées en détail ci-dessous.

3.1. Phase 1: Cadrage

Dans la première phase du projet, une analyse interne est faite par la direction de Norbec dans le département d'expédition. Le gestionnaire du département réalise qu'il y a un manque d'information par rapport à l'efficacité des employés au processus d'emballage. Les temps standards existants au sein de l'entreprise par emballage sont désuets. Étienne Simard, un des coéquipiers de l'équipe, travaille présentement comme stagiaire chez Norbec. Il présente l'idée de créer un tableau de bord qui peut mesurer l'efficacité des employés avec des temps réels et des temps standards. Pour se faire, une visite virtuelle de l'entreprise est premièrement effectuée par Étienne à l'équipe de travail. Lors de la visite virtuelle, les produits et processus sont expliqués. La figure 1 présente le plan de l'usine.



Figure 1: Plan de l'usine de Boucherville

Par la suite, une fiche projet permettant de connaître les personnes-ressources et les outils à la disposition de l'équipe est effectuée. La personne-ressource pour l'équipe est Étienne qui est lui-même guidé par le gestionnaire du département d'emballage. Les outils mis à la disposition de l'équipe sont les fichiers Excel, et l'outil Power BI. Le fichier Excel demeure un outil efficace pour compiler des données de temps. L'outil Power BI, qui sert à la création du tableau de bord, est un outil déjà utilisé par l'entreprise dans d'autres départements. Il s'avère logique que ce soit le même outil utilisé pour le département d'expédition. L'outil Power BI comporte plusieurs avantages, comme un accès illimité aux données locales et aux données « cloud », une visualisation interactive, des rapports instantanés, une actualisation des données automatiques et une utilisation facile.

3.2. Phase 2: Planification

La deuxième phase est celle de la planification. Celle-ci comporte l'élaboration d'une carte conceptuelle avec l'outil Cmap Tools. Cette carte est primordiale à la compréhension des prochains livrables du projet. Elle permet à l'équipe de bien visualiser les différentes composantes du tableau de bord et du rapport d'efficacité. La figure 2 présente la carte conceptuelle.

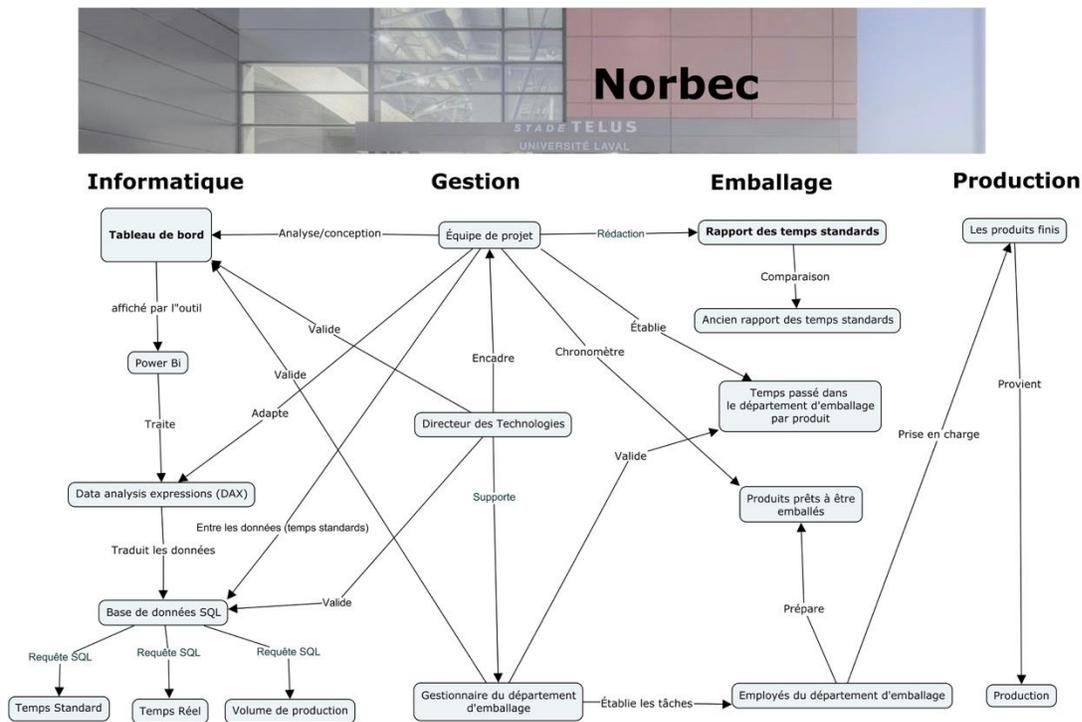


Figure 2: Carte conceptuelle du projet Norbec

La carte est divisée en quatre colonnes qui caractérisent le projet. Du côté de l'informatique, le livrable du tableau de bord est possible grâce à l'outil Power BI, qui comporte un langage de programmation DAX pour le calcul de différentes expressions mathématiques. Ces expressions mathématiques serviront au visuel

des différents indicateurs de performance. Celui-ci va chercher la base de données SQL des temps standards et réels avec des requêtes SQL. Les temps standards sont comptabilisés dans un fichier Excel. Les temps réels sont les données historiques dont l'entreprise Norbec a déjà en sa possession. Le volume de production est également connu. Du côté de la gestion, c'est l'équipe qui s'occupe de faire le lien entre le tableau de bord et le gestionnaire du département d'emballage. Le département d'emballage est ainsi capable d'avoir un rapport des temps standards et de pouvoir faire des modifications au besoin sur le terrain. Le département de production joue également un rôle dans ce projet puisque les produits finis sont transférés de ce département à celui de l'emballage.

3.3. Phase 3: Réalisation

Dans la phase de réalisation des deux livrables, il est important d'informer les employés sur le plancher par rapport à leur implication dans le projet. Comme ce sont eux qui sont chronométrés pour le processus d'emballage, il faut préciser que la prise des temps standards est seulement à titre d'information pour les gestionnaires. Il ne faut pas qu'ils ressentent un stress par rapport à ce mandat. Ensuite, la méthodologie de la prise des temps standards est décrite. Le tableau 1 présente les six étapes de la prise des temps standards. Étienne est celui présent sur le plancher et y passe trois jours consécutifs à prendre les temps standards.

Tableau 1: Étapes pour la prise des temps standards

Étape	Description
1.	Décortiquer chaque étape nécessaire à l'emballage des différents produits
2.	Chronométrer chaque étape individuellement
3.	Faire la somme des étapes pour les différents types d'emballages
4.	Valider les temps chronométrés par différents employés sur le plancher
5.	Vérifier que l'écart entre les temps soit réaliste
6.	Refaire les étapes 2 à 5 si l'écart entre les temps est supérieur à 10%.

La description complète de l'étape 1 et les temps associés se trouvent dans l'annexe comme tableau A. La prise de temps standards comporte des risques d'erreurs. Les hypothèses sont les suivantes : tous les employés travaillent à la même vitesse, les temps chronométrés manuellement ne sont pas considérés comme des risques d'erreurs et le stress des employés n'est pas pris en compte. Il existe cinq différents types d'emballage qui sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2: Type d'emballage

	Produit
1.	Crate
2.	Crate maritime
3.	Emballage carton
4.	Van fermé
5.	Coin bois

Chaque type d'emballage requiert certaines étapes qui ont été définies dans le tableau A de l'annexe. Les temps par étapes et par type d'emballage sont présentés dans le tableau B situé dans l'annexe.

Finalement, pour la réalisation du tableau de bord dans l'outil Power BI, il suffit de faire les requêtes SQL dans le cube tabulaire de l'entreprise. Par la suite, un modèle de données est créé. Ce modèle est présenté à la figure ci-dessous.

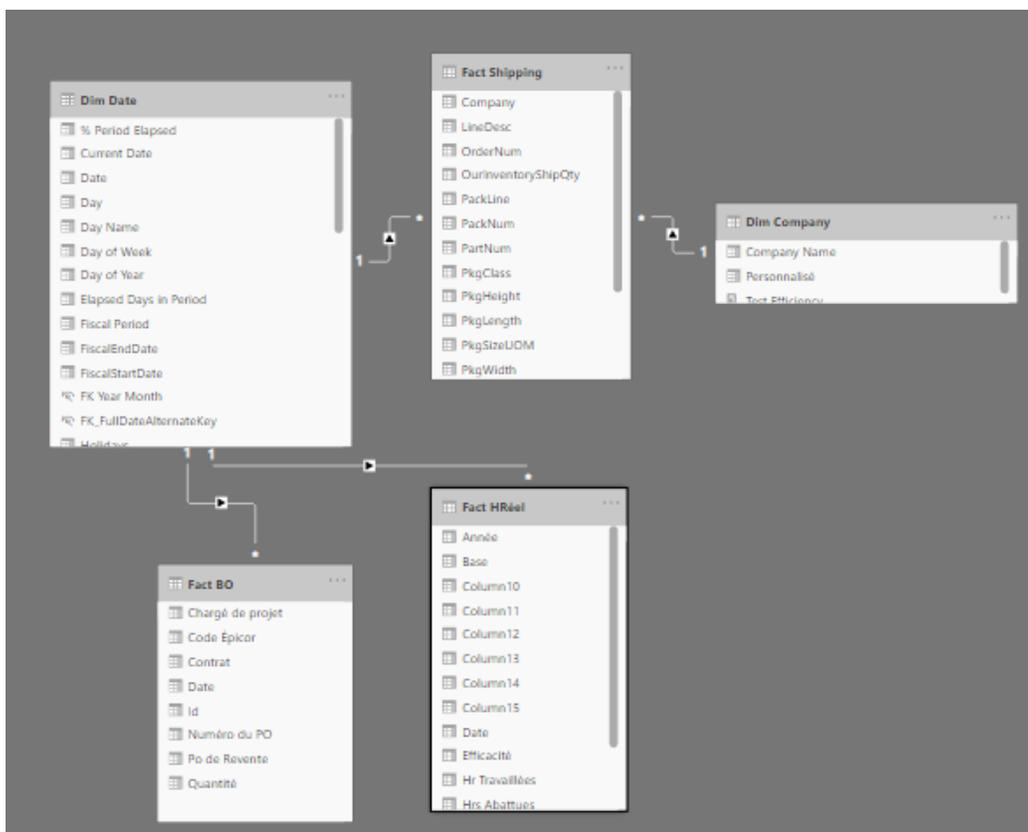


Figure 3: Modèle relationnel de données

Le modèle relationnel comprend plusieurs tables qui contiennent les données nécessaires à la création de mesures et ultimement à la création de visuels qui sont inclus dans le tableau de bord. Le modèle comprend des tables de faits (fact tables) et des tables de dimensions (dimension table). Ce type de modèle en étoile est utile dans des contextes d'analyses de données. Les tables de dimensions (Date et Company) comprennent des éléments fixes, donc qui ne varient pas dans le temps. Les tables de faits quant à elles comprennent des données qui varient dans le temps. Le modèle comporte 3 tables de faits soit Fait BO, Fait HRéel, Fait Shipping. Les tables de faits seront peuplées au fur et à mesure. Les champs identiques qui se retrouvent dans plusieurs tables sont des clés uniques et permettent de faire des liens entre les tables et ainsi créer des visuels qui analysent les tables de faits par rapport aux dimensions (ex: un visuel qui montre les heures réelles par rapport au temps).

Finalement, les indicateurs de performance sont établis en collaboration avec les superviseurs du département d'expédition et les mesures nécessaires aux visuels sont créées. Outre les différentes sommes et moyennes effectuées, la mesure de l'efficacité est présentée. Cette mesure est calculée en divisant la somme des heures réelles sur les heures standards. Par exemple, si les employés ont travaillé 30h (heures réelles) et qu'ils étaient supposés, selon les heures standards, en avoir travaillé seulement 20 (heures standards), alors leur efficacité est de $20/30 = 67\%$. Cette mesure et les autres mesures mentionnées servent à créer les indicateurs de performances qui sont représentés dans le tableau de bord par des visuels.

3.4. Phase 4: Implantation

La dernière étape du projet a été la validation des données et des mesures utilisées pour créer le tableau de bord interactif. Les données ont aussi été comptabilisées dans un document Excel avec les temps standards comme sous-livrable. Pour valider les données, le tableau de bord présenté à la figure ci-dessous a été vérifié par le superviseur du département d'emballage. Il a pu constater que les données représentées sont les bonnes et qu'il n'y a rien d'aberrant dans ce qui est présenté dans le tableau de bord.

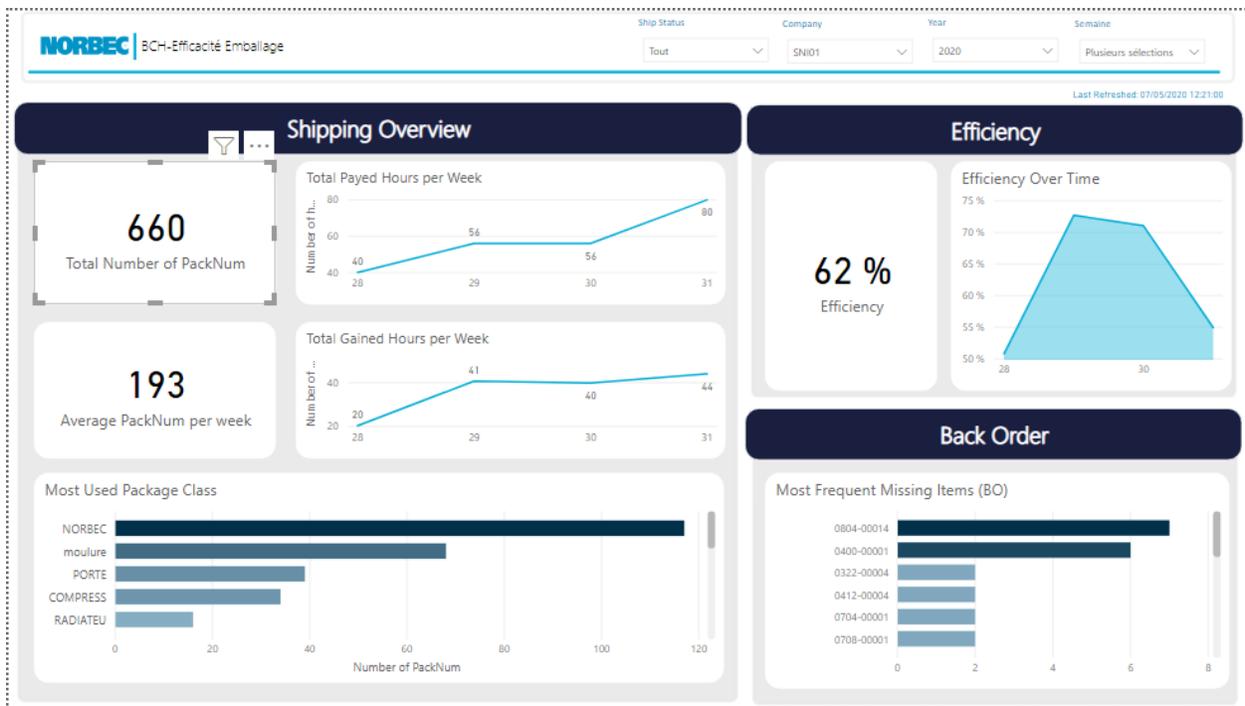


Figure 4 : Livrable principal, le tableau de bord

Dans la figure ci-dessus, il est possible de remarquer que deux sections principales comprennent chacune plusieurs indicateurs de performance.

À gauche, la section Shipping Overview comporte 2 cartes. La première carte présente le nombre total de pack number, donc de palettes pour les semaines sélectionnées. Dans cet exemple, les semaines 28, 29, 30 et 31 sont présentées. Il est à noter que cette sélection de dates peut être changée directement sur le tableau de bord dans les filtres au haut à droite du tableau de bord. Ainsi, le nombre total de palettes envoyées pour ces quatre semaines est de 660 palettes. La deuxième carte de cette section montre le nombre moyen de palettes par semaine. À droite de ces cartes, il y a deux graphiques des nombres d'heures réelles (graphique du haut) et des heures standards (graphique du bas). Le dernier indicateur pour cette section est le graphique à barre qui présente le top 5 types des packages les plus utilisés pour la période sélectionnée. Ainsi, l'emballage de type 'Norbec' est le plus utilisé (117 palettes en quatre semaines).

À droite, il y a la section Efficiency et la section Back Order. La carte de la section Efficiency affiche l'efficacité des employés du département pour la période sélectionnée. Ainsi, il est possible de remarquer que l'efficacité des employés est en dessous de 100% (le nombre d'heures réelles qu'ils ont travaillés est donc supérieur aux heures standards). Cette mesure est aussi représentée dans le graphique d'aire présenté dans la même section où il est possible de voir cette mesure dans le temps pour la période choisie.

Finalement, la section Back Order présente les produits qui sont le plus souvent manquants lorsque les employés font les emballages. Dans cet exemple, on remarque que l'article 0804-00014 a été manquant 7 fois dans la période sélectionnée. Ce dernier indicateur permet d'expliquer en partie la raison des pertes de temps.

Une fois le tableau de bord implanté et expliqué au superviseur du département d'emballage, le tableau de bord s'actualise automatiquement, donc ne nécessite pas de maintenance quotidienne de la part du département. En effet, il est possible de programmer une actualisation des données à la fréquence désirée. Ainsi, ce tableau de bord interactif sera toujours à jour et permettra aux superviseurs de répondre aux questions d'affaires qu'ils avaient identifiées dans les phases précédentes du projet.

Échéancier (estimé)	AAAA-MM-JJ	Investissement approuvé au budget
Date début travaux :	2020-07-27	<input checked="" type="checkbox"/> Oui
Date de mise en service :	2020-08-31	<input type="checkbox"/> Non
Dépôt payé d'avance		Montant approuvé au budget _____
% avant production :	_____	Écart option retenue : _____ - \$
% avant livraison :	_____	

Option retenue						
Sélectionner option retenue :	<input type="text" value="Option #1"/>					
Coût investissement :	- \$					
Contigence % :	- \$					
Total :	- \$					
Facteurs qualitatifs de l'investissement justifiant le choix de l'option						
Étant donné l'absence d'investissement et la probabilité élevée d'avoir une réduction au niveau des dépenses, il n'y a pas de raison de refuser ce genre de projet.						
Calculs financiers						
Économie coûts annuel :	40 000 \$					
Justification et calculs :	Coûts supplémentaires : _____					
Hypothèse: Suite à l'implantation du tableau de bord sur le plancher de production, on se rend compte à l'aide des différents indicateurs qu'il y a une personne de trop sur le plancher de production.						
Nouvelles ventes annuel :	_____					
Justification et calculs :						
Return on Investment (ROI) sur 3 ans						
Valeur investissement sur 3 ans :	120 000 \$					
Coût investissement :	- \$					
ROI :	-					
Délai de récupération						
Valeur investissement annuel :	40 000 \$					
Coût investissement :	- \$					
Délai de récupération (nb années) :	-					
VAN sur 5 ans						
	1	2	3	4	5	Total
Économie coûts annuel :	40 000 \$	40 000 \$	40 000 \$	40 000 \$	40 000 \$	200 000 \$
Coût suppl. annuels :	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
Nouvelles ventes annuel :	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
Coût investissement :	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$
Total	40 000 \$	40 000 \$	40 000 \$	40 000 \$	40 000 \$	200 000 \$
VAN :	154 199 \$					

Figure 5 : Demande d'investissement

4.1. Analyse de la demande d'investissement

Pour donner suite à la demande d'investissement ci-dessus, il est évident que dans le cadre du projet, il n'est pas facile de trouver beaucoup de données économiques. Le projet est sans aucun doute rentable, car quatre étudiants travaillant sur l'implantation d'un tableau de bord en ligne n'implique aucuns frais de main d'œuvre. L'implantation d'un tel outil est de permettre à la direction de bien comprendre les besoins du plancher. Par exemple, le nombre d'employés nécessaire au bon fonctionnement de la production. Le rapport illustre les indicateurs suivants : les heures payées, les heures gagnées, les quantités de produits les plus expédiés et les pièces en rupture de stock. Le but du rapport est de fournir le plus d'informations possible à la direction sous une forme simple et complète. Dans le formulaire de demande d'investissement ci-dessus, l'hypothèse qu'il y avait un employé de trop sur le plancher est faite. L'économie annuelle sur un salaire n'est pas à négliger. Il est possible de faire le même genre d'hypothèse pour les produits en rupture de stock qui engendre des frais de transport énorme à la compagnie.

4.2. Analyse financière de l'outil Power BI

Pour ce qui est de l'outil Power Bi, celui-ci ne requiert aucune licence lorsqu'on travaille sur la plateforme bureau. En d'autres mots, aucune licence ne devait être achetée pour la réalisation du projet. La licence permet de publier les rapports en ligne et de les consulter, un membre de l'équipe (Etienne) possède déjà cette licence donc celui-ci est responsable de publier le rapport en ligne à la fin du projet. La compagnie a fait l'acquisition de plusieurs licences plus tôt cette année lors de l'essai de l'outil. Lors de l'implantation d'un outil de ce genre, il est important de considérer les frais d'environ une vingtaine de dollars par licence. Dans notre cas, ces frais ne sont pas à prendre en compte. Un dernier aspect à considérer lors de l'implantation de ce genre de rapport dans une entreprise est que les usagers du logiciel vont probablement avoir besoin de support technique pour la conception de leur rapport. Chez Norbec, il y a un expert Power BI à temps plein pour répondre aux questions des usagers et pour « Débugger » au besoin. De plus, chez Norbec, l'expert Power BI est responsable de l'automatisation de l'actualisation des données. Bref, il est important de prendre en compte les différents frais engendrés par l'implantation d'un outil de ce genre soit les frais en lien avec les licences et les frais en lien avec le support technique. Cependant, ces coûts ne sont pas à considérer pour la réalisation de notre projet car ils sont déjà pris en charge par la compagnie.

Un autre aspect de notre analyse est les frais engendrés par l'entrée de données sur le plancher. Power BI est un outil puissant, mais comme n'importe quel autre outil de représentation graphique il nécessite des données de qualité pour bien fonctionner. Dans le cadre du projet, l'entrée de données en lien avec les « Packing Slip » est d'environ cinq minutes par packing slip. Selon les calculs, l'entreprise emballe en moyenne 200 packing slips par semaine. Ceci équivaut à environ 16 heures et demie d'entrée de données par semaine. Ce chiffre équivaut à presque la moitié d'une semaine de travail pour un des employés du département. C'est presque la moitié d'une paie qui s'en va directement dans l'entrée de données. C'est le prix à payer pour avoir des détails de qualité. Il ne faut donc pas oublier d'inclure ces frais indirectement liés à l'implantation de notre rapport Power BI.

4.3. Analyse financière temps standard

Les frais en lien avec le recueil des temps standards sont quant à eux moindres. L'un des membres de notre équipe (Etienne) a passé quelques jours sur le plancher de production à chronométrer le temps que ça prenait pour effectuer les différentes étapes d'emballage. Ensuite, ces étapes sont additionnées pour former les différents types d'emballage. Les employés du département ont par la suite pris leurs propres temps sur le plancher. Ceci a permis de valider la justesse des données et d'ajuster aux besoins. Bref, il est important de prendre en compte le temps que les employés ont pris pour ramasser ces données.

4.4. Résumé Analyse Économique

Pour résumer l'analyse financière du projet il est important de faire un sommaire des dépenses et des économies du projet. La plupart des dépenses analysées dans les sections ci-dessus sont déjà pris en charge par la compagnie. Tels les frais pour les licences Power BI, les frais en lien avec le salaire de l'expert Power BI engagé par la compagnie et les frais d'entrée de données. Cependant, les frais en lien avec la prise de temps standards sur le plancher de production doivent être pris en compte. Cette dépense est justifiée, car ces temps standards vont servir autant à la planification du calendrier de production qu'à l'analyse de l'efficacité du département. Les économies du projet sont quant à eux bien simples. Les exemples cités lors de l'analyse de la demande d'investissement illustrent clairement les opportunités qui seront engendrées par la consultation du rapport.

5. Mise en relief des aspects santé et sécurité, économiques, sociaux et environnementaux liés au projet

Dans un projet tel le projet d'implantation d'un tableau de bord, il est essentiel de prendre en compte tous les aspects importants relatifs à un projet pour être en mesure de mettre le projet à terme dans le meilleur environnement possible. De plus, pour que le projet perdure, ces aspects importants qui accompagnent le projet doivent être suivis attentivement. Le premier aspect à prendre en compte est la santé et la sécurité des employés de Norbec. En effet, dans le cadre de notre projet, certaines conditions spécifiques à l'implantation ont requis des mesures de santé et sécurité supplémentaires. De plus, les conséquences de l'implantation d'un tableau de bord peuvent avoir des effets sur la santé et sécurité des employés de Norbec à court, moyen et long terme. Il est important de détailler ces conséquences potentielles ainsi que les mesures prises par les membres de l'équipe du projet pour pouvoir s'assurer que cet aspect est suivi minutieusement pendant et à la suite du projet. Un autre aspect à prendre en compte est l'aspect économique. Pour que le projet soit rentable pour l'entreprise, il faut suivre les coûts engendrés par l'implantation du tableau de bord, mais aussi les bénéfices et les coûts qui viendront suite au projet. Un troisième aspect à prendre en compte est l'aspect social. Les employés peuvent réagir différemment à l'implantation d'un tableau de bord et aux changements qu'il apporte dans leur travail au quotidien. D'autant plus, lors de la prise des mesures de temps standards, il faut prendre en compte l'aspect social, qui peut influencer les résultats des mesures effectuées et le projet en entier. Finalement, l'aspect environnemental est aussi à prendre en compte. Dans ce projet, les conséquences à long terme du tableau de bord peuvent être des opportunités pour l'entreprise de diminuer son impact environnemental. Les quatre aspects résumés ci-haut sont détaillés dans les paragraphes subséquents. De plus, les mesures prises ou les conséquences des aspects du projet sont détaillées ainsi que les actions prises par les membres de l'équipe du projet.

Aspect santé et sécurité

Pour bien comprendre la situation dans laquelle l'entreprise Norbec se situe lors du projet, il faut savoir que la pandémie de la Covid-19 oblige Norbec à instaurer les mesures imposées par la santé publique pour les entreprises. Ainsi, tous les employés de Norbec doivent porter des masques et des lunettes lorsqu'ils travaillent dans l'usine en plus de leurs équipements de protection habituels. Les employés portent alors des bottes de cap d'acier, des masques et des lunettes. Le membre de notre équipe de projet qui a pris les temps standards a dû se conformer à cet habit pour des raisons de sécurité.

Lors de la prise de temps standards, les employés peuvent être stressés de se faire analyser. Ces employés peuvent être tentés de faire des mouvements différents de leurs mouvements habituels dans le but d'aller plus rapidement. De plus, le stress peut faire en sorte qu'ils soient distraits et se fassent mal. Pour contrer ce danger à la santé et sécurité des employés, le membre de l'équipe présent à l'usine rappelle fréquemment aux employés les raisons pour lesquelles il est important que les employés ne se pressent pas et qu'ils reproduisent les mêmes manœuvres qu'ils exécutent en temps normal. Les dangers potentiels leur sont aussi indiqués pour que les employés soient à l'affût.

Aspect économique

Comme démontré dans la section budget de réalisation et analyse économique de ce rapport, ce projet ne requiert pas d'investissement initial. En effet, l'entreprise utilise déjà le logiciel Power Bi. Ainsi, l'utilisation de l'outil sur le projet ne demande aucuns frais supplémentaires d'utilisation. De plus, comme l'équipe de projet est constituée d'étudiants universitaires, Norbec n'a pas de frais de main-d'œuvre associés à la mesure de temps standards et à la programmation du tableau de bord. Comme mentionné dans le rapport, il est possible de poser l'hypothèse que le projet du tableau de bord va avoir des retombées positives pour l'entreprise. En mesurant l'efficacité et en déterminant les facteurs qui nuisent à la productivité des employés et en appliquant des mesures pour contrer ces facteurs, la productivité des employés va augmenter (hypothèse) et des conséquences économiques positives s'en suivront. Il se pourrait même que l'entreprise décide d'enlever un employé sur le plancher de production après des constatations faites avec le tableau de bord.

Aspect social

Il est important de prendre en compte le stress potentiel que les employés subissent lors de la mesure de temps standards. Les employés peuvent aussi se sentir épiés et ainsi ne pas vouloir collaborer au projet. Il est très important de les impliquer dans le processus. Pour contrer cet effet indésirable du stress, les membres de l'équipe ont pris le temps d'expliquer le projet et ses objectifs avec les employés de l'usine pour les impliquer dans le projet.

Une fois le tableau de bord déployé, les employés seront au courant que leurs temps de travail sont comptabilisés. Ils peuvent se sentir en compétition avec les autres employés et même avec les autres départements. Il est important de suivre cet aspect social et d'informer les superviseurs de production de ce genre d'impact potentiel. Ceux-ci devront suivre l'évolution des comportements des employés et trouver des stratégies pour garder un environnement de travail sain pour les employés de Norbec.

Aspect environnemental

Le projet du tableau de bord ne comporte pas d'aspect environnemental pendant le projet. En effet, la prise de temps standards et de temps réels n'a aucun impact environnemental. De plus, le tableau de bord, qui est fait à partir du logiciel Power Bi n'impact pas l'environnement d'aucune façon. Toutefois, il est important de voir les opportunités qu'apporte l'utilisation du tableau de bord pour diminuer l'impact environnemental à long terme de Norbec. L'implantation du tableau de bord et la comparaison des temps standards et des temps réels vont mettre en lumière les processus les plus longs d'emballages. Dans l'optique d'une amélioration continue, les processus d'emballages les plus fastidieux seront revisités et certains d'entre eux seront possiblement changés. De nouveaux processus sont aussi synonymes d'opportunités de changer les types d'emballages existants. Les employés de Norbec sont conscients que les processus d'emballages actuels pourraient être améliorés pour être meilleurs pour l'environnement. Ainsi, l'implantation du tableau de bord pourrait entraîner de nouveaux processus d'emballages meilleurs pour l'environnement.

6. Bilan de projet

Le bilan de projet a permis de constater les limites du projet. Il permet aussi de mettre en valeur les points positifs et les points négatifs du déroulement du projet.

Évidemment, une des limites avec lesquelles l'équipe a dû s'adapter est le peu de temps disponible pour mettre à terme le projet. En effet, dans le cadre d'un cours d'une session d'été condensée, l'équipe a dû trouver un livrable qui était réaliste dans un délai de quatre semaines.

Le premier point positif du projet est la communication efficace entre le client et l'équipe d'étudiants tout au long du projet. Le fait d'avoir un membre de l'équipe travaillant comme stagiaire au sein de l'entreprise Norbec a été un atout. En effet, dès qu'une partie du livrable était complétée, il était possible de demander au gestionnaire du département de valider le travail effectué. De plus, le gestionnaire du département d'emballage et les employés à l'expédition ont collaboré à 100% avec l'équipe, ce qui a rendu le projet fort plus agréable. Les employés étaient impliqués dans le projet et voulaient que le projet soit un succès. Leur collaboration a fait la différence notamment dans les mesures du temps standards. Pendant les mesures, les employés étaient proactifs et tentaient de donner le plus d'information possible sur les raisons de chaque temps d'emballage. Le point de vue des employés est très important pour comprendre les menaces et les limites des temps que l'on a mesurés. Dans le temps alloué par l'équipe au projet, le tableau de bord a été réalisé comme planifié au départ. L'équipe du projet était très fière de présenter le livrable fonctionnel et facile d'utilisation au gestionnaire du département.

Le premier point négatif du projet est qu'il a été difficile de trouver un moment commun où tous les membres de l'équipe étaient disponibles en même temps. Chacun travaille sur des horaires différents, surtout dans un contexte de cours d'été. Pour bien comprendre les réalités des membres de l'équipe, certains membres ont des horaires flexibles, d'autres de jour et semaine et un membre de l'équipe travaille plutôt les soirs et fins de semaines (comme serveur). Compte tenu de ces horaires non compatibles, il était très compliqué de se parler tous en même temps. Une approche utilisée était de faire plus de réunions en petits groupes et avoir certains membres de l'équipe partager l'information aux autres membres. Une autre technique utilisée vers la fin du projet était d'enregistrer les réunions d'équipe avec l'aide des fonctionnalités de la plateforme Teams de Microsoft. De cette façon, les membres absents pouvaient réécouter la rencontre à un autre moment et ne pas manquer d'information importante pour suivre le projet. Un autre point négatif est la différence de temps d'exécution en fonction de l'employé mesurés. Pour contrer cette différence indésirable, les temps ont dû être chronométrés pour différents employés pour avoir une représentation plus réelle de la vitesse de l'ensemble des employés.

7. Recommandation pour le futur

Pour le futur, il sera important d'assurer une certaine pérennité au tableau de bord. Il est recommandé de mesurer les temps standards à chaque quatre mois puisque les employés peuvent changer et le temps d'emballage des produits également. Aussi, il serait pertinent de donner une mini formation à un employé de Norbec pour qu'il soit en mesure de faire des changements au temps standards dans l'éventualité où ceux-ci changeraient. Il devrait être en mesure de faire les requêtes SQL nécessaires pour ajouter des données pertinentes au modèle relationnel. De plus, cet employé pourrait aussi être chargé de s'assurer que les actualisations automatiques sont bien faites chaque semaine et qu'il n'y ait pas de données aberrantes.

Dans un futur proche, lorsque plus de données seront disponibles, des tendances seront observables dans les indicateurs de performance. Ainsi, le gestionnaire pourra prendre des mesures correctives pour améliorer l'efficacité. Éventuellement, l'ajout d'un punch au département d'emballage permettrait aux gestionnaires de connaître en temps réels les temps des différents employés. En ayant les temps pour chaque employé, il sera possible de les comparer et de déterminer quel employé est moins efficace. Encore une fois, en ayant plus d'information sur quel employé et quel emballage n'est pas efficace, il est possible pour le gestionnaire de remarquer les causes des pertes de temps et d'ensuite prendre des actions correctives pour tenter d'augmenter la productivité moyenne du département d'emballage.

Finalement, il est recommandé au gestionnaire de garder l'aspect social en tête puisqu'avec l'implantation d'un tableau de bord, il y aura certainement un degré de compétition entre les départements ou même entre

les employés du département d'emballage. Il sera important de rappeler aux employés que les indicateurs de performance du tableau de bord ne sont pas pour pointer personne du doigt, mais pour cibler les points moins efficaces pour pouvoir agir par la suite. Il est recommandé au gestionnaire de garder un œil sur l'environnement de travail qui pourrait devenir rapidement hostile à la suite de l'implantation du tableau de bord.

8. Conclusion

L'équipe a été mandatée afin de faciliter l'analyse de l'efficacité des employés du département d'expédition pour l'usine de Norbec. L'équipe a développé un outil informatique, de format Power Bi, de lecture de données qui présente de façon claire l'information nécessaire aux gestionnaires. Le rendu des livrables du projet permet aux gestionnaires de Norbec de planifier les tâches et le personnel de façon plus optimale. Dans un premier temps, l'équipe s'est familiarisée avec l'entreprise ainsi que les processus logistiques. Elle a ensuite amassé les temps standards reliés aux différentes étapes impliquées dans le département d'expédition. C'est sur la base des temps standards que l'outil Power Bi est créé pour rendre une analyse d'efficacité des employés. L'implantation graduelle est entamée, une première rencontre avec le gestionnaire a permis de confirmer l'exactitude des informations se trouvant dans le tableau. L'utilisation courante de l'outil est prévue à partir de la semaine du 24 août 2020. Une validation théorique et pratique a permis d'identifier les différentes retombées de l'outil. L'implantation a eu des impacts économiques, sociaux, environnementaux ainsi qu'organisationnels, se détaillant par une augmentation des revenus après avoir identifié et radié les facteurs qui nuisent à la productivité, une augmentation du transfert d'information entre les gestionnaires et les opérateurs et une opportunité de créer des nouveaux processus d'emballage plus efficace et plus soucieux de l'environnement. Le projet vise l'optimisation de l'expédition, mais celui-ci fait partie d'une suite de projets d'optimisation menés par l'équipe d'amélioration continue. Norbec consolide sa position de chef de file nord-américain, l'optimisation des processus de son usine lui permet de garder une longueur d'avance sur ses concurrents tels que Groupe Protec, Maison Rondeau et GG Réfrigération. Plusieurs efforts sont encore à déployer chez Norbec. Leurs valeurs d'innovation et d'engagement assurent un avenir rempli de projets.

9. Annexe

Tableau A : Description des étapes pour la collecte des temps standards.

ID	Étapes	Temps/sec	Ressource	Total
10	Prendre un plan de travail	15	1	15
20	Aller chercher palette	34	1	34
30	Faire place pour passer la palette	25	1	25
40	Placer les items sur la palette	205	1	205
50	Mettre boîte de kit sur la palette	35	1	35
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37
70	Installer Polystyrène de protection	123	1	123
80	Installer film de construction	109	1	109
90	Installer le shrinck wrap	210	1	210
100	Prendre mesure	24	1	24
110	aller chercher 3"x3" au dépt porte	154	1	154
120	Couper 2x 3"x3"x 48"	114	1	114
130	Couper 4x 2"x4" x ?	154	1	154
140	Couper 8 planches 1" x 48"	86	1	86
150	Faire le montage du crate + de 70"	422	1	422
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180
170	Replacer échelle et outils	43	1	43
180	Passer 2 strappes d'acier	270	1	270
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60
200	Aller au dépt porte chercher pièces	48	1	48
210	Installer banc de travail	25	1	25
220	Aller chercher pièces à l'acier	157	1	157
230	Aller chercher coin de carton	37	1	37
240	Couper carton	26	1	26
250	Emballage	183	1	183
260	Identification	75	1	75
270	Prise de mesure	23	1	23
280	Mettre film de protection	106	1	106
290	Aller porte emballage dans l'étagère	40	1	40
300	Installer Polystyrène de protection - 70"	-73	1	-73
310	Installer le shrinck wrap -70"	-70	1	-70
320	Faire montage du crate - de 70"	-120	1	-120
330	Installer Polystyrène de protection - 12"	-98	1	-98
340	Couper 2" x 4" x 12"	-114	1	-114
350	Faire montage du crate - de 12"	-122	1	-122

360	Installer 1 porte sur la palette+ Foam HD	267	1	267
370	Aller couper 2 planche de 48"	45	1	45
390	Aller porte mesure de plywood à Moya/aller chercher plywood	400	1	400
400	Prise mesure du crate maritime	135	1	135
410	Couper Plywood pour crate maritime (127 minx6)	762	1	762
450	Installer Plywood pour crate maritime (6x)8min	3840	1	3840
460	Couper planche de 1" d'extra pour le crate maritime	360	1	360
470	Installer planche 1" autour du crate maritime	900	1	900
480	Aller chercher P Vitre	360	1	360
490	Aller chercher Pro3	198	1	198
500	Faire coin de bois de 32"	210	1	210
510	Couper 3 x3x pour procube	114	1	114
520	Couper 2x4 pour procube	135	1	135
420	Faire montage crate pro3	295	1	295
430	Installer plywood pour pro3 maritime	960	1	960
440	Couper plywood pro3 maritime	508	1	508
530	Faire 2 coins de bois de 96"	270	1	270
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196
550	Aller chercher stock à l'acier	184	1	184
560	Traiter une ligne sur le picklist	140	1	140
570	Déduire inventaire avec picklist	120	1	120
580	Photo et classement (kit)	60	1	60
590	Mettre stock et fermer boîte	240	1	240
600	Disposer de la boîte (kit)	30	1	30

Tableau B : Temps standard par étape par type d'emballage

Id	Étapes	Temps/se	Ressourc	Total	Min	Type Emballage
10	Prendre un plan de travail	15	1	15	0.25	Crate
20	Aller chercher palette	34	1	34	0.57	Crate
30	Faire place pour passer la palette	25	1	25	0.42	Crate
40	Placer les items sur la palette	205	1	205	3.42	Crate
50	Mettre boîte de kit sur la palette	35	1	35	0.58	Crate
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37	0.62	Crate
70	Installer Polystyrène de protection	123	1	123	2.05	Crate
80	Installer film de construction	109	1	109	1.82	Crate
90	Installer le shrink wrap	210	1	210	3.50	Crate
100	Prendre mesure	24	1	24	0.40	Crate
110	aller chercher 3"x3" au dépt porte	154	1	154	2.57	Crate
120	Couper 2x 3"x3"x 48"	114	1	114	1.90	Crate
130	Couper 4x 2"x4" x ?	154	1	154	2.57	Crate
140	Couper 8 planches 1" x 48"	86	1	86	1.43	Crate
150	Faire le montage du crate + de 70"	422	1	422	7.03	Crate
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Crate
170	Replacer échelle et outils	43	1	43	0.72	Crate
180	Passer 2 strappes d'acier	270	1	270	4.50	Crate
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60	1.00	Crate
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Crate
200	Aller au dépt porte chercher pièces	48	1	48	0.80	Emballage carton
210	Installer banc de travail	25	1	25	0.42	Emballage carton
220	Aller chercher pièces à l'acier	157	1	157	2.62	Emballage carton
230	Aller chercher coin de carton	37	1	37	0.62	Emballage carton
240	Couper carton	26	1	26	0.43	Emballage carton
250	Emballage	183	1	183	3.05	Emballage carton
260	Identification	75	1	75	1.25	Emballage carton
270	Prise de mesure	23	1	23	0.38	Emballage carton
280	Mettre film de protection	106	1	106	1.77	Emballage carton
290	Aller porte emballage dans l'étagère	40	1	40	0.67	Emballage carton
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Emballage carton
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Emballage carton

300	Installer Polystyrène de protection -70"	-73	1	-73	-1.22	Crate -70
310	Installer le shrinck wrap -70"	-70	1	-70	-1.17	Crate -70
320	Faire montage du crate - de 70"	-120	1	-120	-2.00	Crate -70
330	Installer Polystyrène de protection -12"	-98	1	-98	-1.63	Crate -12
340	Couper 2" x 4" x 12"	-114	1	-114	-1.90	Crate -12
350	Faire montage du crate - de 12"	-122	1	-122	-2.03	Crate -12
360	Installer 1 porte sur la palette+ Foam HD	267	1	267	4.45	Ajout Porte
10	Prendre un plan de travail	15	1	15	0.25	Van fermé
20	Aller chercher palette	34	1	34	0.57	Van fermé
30	Faire place pour passer la palette	25	1	25	0.42	Van fermé
40	Placer les items sur la palette	205	1	205	3.42	Van fermé
50	Mettre boîte de kit sur la palette	35	1	35	0.58	Van fermé
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37	0.62	Van fermé
70	Installer Polystyrène de protection	123	1	123	2.05	Van fermé
90	Installer le shrinck wrap	210	1	210	3.50	Van fermé
370	Aller couper 2 planche de 48"	45	1	45	0.75	Van fermé
180	Passer 2 strappes d'acier	270	1	270	4.50	Van fermé
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Van fermé
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60	1.00	Van fermé
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Van fermé
480	Aller chercher P Vitre	360	1	360	6.00	Pvitre
10	Prendre un plan de travail	15	1	15	0.25	Procube coin bois
490	Aller chercher Pro3	198	1	198	3.30	Procube coin bois
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37	0.62	Procube coin bois
120	Couper 2x 3"x3"x 48"	114	1	114	1.90	Procube coin bois
500	Faire coin de bois de 32"	210	1	210	3.50	Procube coin bois
180	Passer 2 strappes d'acier	270	1	270	4.50	Procube coin bois
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60	1.00	Procube coin bois
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Procube coin bois
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Procube coin bois
10	Prendre un plan de travail	15	1	15	0.25	Procube crate
20	Aller chercher palette	34	1	34	0.57	Procube crate
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37	0.62	Procube crate

80	Installer film de construction	109	1	109	1.82	Procube crate
90	Installer le shrinck wrap	210	1	210	3.50	Procube crate
100	Prendre mesure	24	1	24	0.40	Procube crate
510	Couper 3 x3x pour procube	114	1	114	1.90	Procube crate
520	Couper 2x4 pour procube	135	1	135	2.25	Procube crate
420	Faire montage crate pro3	295	1	295	4.92	Procube crate
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Procube crate
180	Passer 2 strappes d'acier	270	1	270	4.50	Procube crate
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60	1.00	Procube crate
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Procube crate
10	Prendre un plan de travail	15	1	15	0.25	Procube maritime
20	Aller chercher palette	34	1	34	0.57	Procube maritime
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37	0.62	Procube maritime
80	Installer film de construction	109	1	109	1.82	Procube maritime
90	Installer le shrinck wrap	210	1	210	3.50	Procube maritime
390	Prendre mesure de plywood à Moya/aller chercher	400	1	400	6.67	Procube maritime
400	Prendre mesure du crate maritime	135	1	135	2.25	Procube maritime
430	Installer plywood pour pro3 maritime	960	1	960	16.00	Procube maritime
440	Couper plywood pro3 maritime	508	1	508	8.47	Procube maritime
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Procube maritime
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60	1.00	Procube maritime
10	Prendre un plan de travail	15	1	15	0.25	Procube maritime
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Procube maritime
20	Aller chercher palette	34	1	34	0.57	Emballage coin de bois
30	Faire place pour passer la palette	25	1	25	0.42	Emballage coin de bois
40	Placer les items sur la palette	205	1	205	3.42	Emballage coin de bois
50	Mettre boîte de kit sur la palette	35	1	35	0.58	Emballage coin de bois
60	Prendre Photo et créer fichier	37	1	37	0.62	Emballage coin de bois
70	Installer Polystyrène de protection	123	1	123	2.05	Emballage coin de bois
80	Installer film de construction	109	1	109	1.82	Emballage coin de bois
90	Installer le shrinck wrap	210	1	210	3.50	Emballage coin de bois
100	Prendre mesure	24	1	24	0.40	Emballage coin de bois
530	Faire 2 coins de bois de 96"	270	1	270	4.50	Emballage coin de bois
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Emballage coin de bois
160	Faire 2 étiquettes pour emballage	180	1	180	3.00	Emballage coin de bois
180	Passer 2 strappes d'acier	270	1	270	4.50	Emballage coin de bois
190	Aller porter la palette à l' expédition	60	1	60	1.00	Emballage coin de bois
540	Préparation papier pour l'emballage	196	1	196	3.27	Emballage coin de bois
560	Traiter une ligne sur le picklist	140	1	140	2.33	Boîte de kit
570	Déduire inventaire avec picklist	120	1	120	2.00	Boîte de kit
580	Photo et classement (kit)	60	1	60	1.00	Boîte de kit
590	Mettre stock et fermer boîte	240	1	240	4.00	Boîte de kit
600	Disposer de la boîte (kit)	30	1	30	0.50	Boîte de kit

ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec

oiq.qc.ca