

CHAPITRE 4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DES ÉTUDES DE CAS

La présente étude empirique a été réalisée dans deux PME très actives en innovation, Sotrem et Industries GRC, qui interviennent dans la transformation du métal. Ce chapitre présente essentiellement les projets d'innovation réalisés au sein de ces deux PME. Les projets étant achevés, il s'est agi d'analyser le processus de mise en œuvre, les résultats produits et l'impact sur les deux PME.

Les sources d'informations proviennent essentiellement d'un examen des rapports d'intervention sur les projets et des rapports de gestion des entreprises. À cela, s'ajoutent l'exploitation des contenus des entrevues et questionnaires ainsi que des données d'observations.

4.1. Projets d'innovation chez Sotrem

La PME Sotrem fait partie du groupe Sotrem-Maltech, spécialisé dans plusieurs secteurs industriels et manufacturiers. Les entreprises du groupe œuvrent chacune dans les domaines ci-après.

- Sotrem Inc intervient dans la refonte de l'aluminium et le traitement de métaux ;
- Maltech Ltée s'occupe du recyclage et de la décontamination industrielle
- Unilab Carbonne est spécialisée dans l'analyse et l'optimisation
- Galva Technologie se spécialise dans la galvanisation des métaux
- PCP Canada est une joint-venture avec quatre autres entreprises qui réalisent des plaques et des blocs d'aluminium

Cette étude s'est uniquement intéressée à la filiale Sotrem, qui opère dans la 2^{ème} et 3^{ème} transformation de l'aluminium. Depuis 1993, Sotrem fabrique et vend plusieurs types de produits d'aluminium sur des marchés diversifiés. Les produits transformés se déclinent en Deox, en lingots et en granules. Elle offre également des services spécialisés en aluminerie tels que le recyclage, le traitement thermique et les études en laboratoire. Sotrem a aussi développé une expertise dans la fabrication des fours pour le traitement thermique et la refonte.

La PME a mis en place une stratégie de développement orientée sur l'amélioration de ses technologies, l'engagement à la qualité, l'innovation et le développement de marchés. Sotrem a su développer des partenariats avec ses clients et ses fournisseurs et les universités. Elle participe aussi à la recherche sur les nouvelles technologies en partenariat avec plusieurs centres de recherche dont le centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium (CQRDA), le groupe Rio-Tinto-Alcan, Alcoa et le centre des technologies de l'aluminium (CTA).

Pour innover, Sotrem collabore avec le milieu universitaire auprès de qui, elle sollicite régulièrement l'expertise nécessaire pour améliorer ses méthodes de gestion et de production. À cet effet, l'entreprise s'est plusieurs fois associée avec l'université du Québec à Chicoutimi (UQAC) pour confier des mandats spécifiques à des étudiants ayant les compétences requises pour la résolution de problèmes organisationnels précis. Sous la direction scientifique d'un Professeur expert qui accompagne Sotrem dans ses initiatives d'innovation, les étudiants « consultants » réalisent des mandats d'une durée de 3 à 4 mois. Pour chaque mandat, l'étudiant est sollicité pour résoudre un problème organisationnel précis en y apportant des solutions originales et innovantes pour Sotrem. L'intervention s'articule généralement autour d'un diagnostic préliminaire sur les processus et les outils de production, suivi de l'identification de pistes d'innovation et de la mise en œuvre des projets d'innovation retenus. Tout le travail se fait en collaboration avec les responsables à l'interne et les opérateurs sur le plancher.

En adoptant une stratégie d'innovation avec les universités, Sotrem a pu réaliser plusieurs projets innovants que sont l'optimisation du four 30', la conception de nouveaux outils de production, l'implantation de panneaux 5S et d'outils de Lean Management.

4.1.1. Projets d'innovation technologique de procédé

A. Projet d'optimisation du four 30'

Le traitement thermique, une des activités de Sotrem a pour but d'améliorer les propriétés mécaniques des pièces de métal en aluminium, en acier, en fonte, en cuivre ou en laiton. Pour ce qui concerne l'aluminium, le traitement consiste au vieillissement, à la relaxation de contraintes, au traitement de recuit, au traitement d'homogénéisation, au

séchage d'aluminium en lingots, en gueuses ou autres et en des procédés de trempes de type T-4, T-5, T-6 et T-61, T-7. Le traitement thermique chez Sotrem se fait selon le système juste à temps car elle reçoit les commandes d'une manière aléatoire, ce qui exige une certaine flexibilité du système de production.

Contexte du projet d'optimisation du four 30'

Avec une dimension de 360 pouces de long, 111 pouces de large et 120 pouces de haut, le four 30' tel que présenté à la figure 15, devrait permettre de traiter un volume de pièces pouvant aller jusqu'à 12.000 livres. Malheureusement jusqu'en 2007, le four n'était jamais chargé à son maximum. Pour une commande donnée, il arrivait que le four soit mis en marche deux fois alors qu'un seul chargement aurait été suffisant.

Les coûts de production d'un traitement thermique étaient estimés à environ 1,100\$ CAN pour l'utilisation du gaz naturel et le taux d'usure du four. Ces coûts s'avéraient être trop élevés par rapport à l'état de la production. Il devenait donc urgent pour Sotrem de trouver une stratégie pour optimiser l'utilisation du four 30' dans le traitement thermique des pièces d'aluminium.



Figure 15. Four 30' et bac à trempe
Source : rapport d'intervention, Caton (2007 :5)

Le diagnostic approfondi du système de traitement thermique effectué par Caton (2007) a révélé deux problèmes majeurs liés au traitement des commandes et au flux d'information.

Pour le traitement des commandes, l'entreprise recevait plusieurs sortes de pièces en aluminium qui devaient être chargées dans des paniers pour le traitement thermique. Cependant, une problématique était qu'une commande arrivait avec plusieurs pièces et il était difficile d'estimer le nombre de fournées et le nombre de lots de traitements à faire. Cette situation engendrait une perte importante de temps pour le référencement des pièces. Également, il était constaté que le directeur des opérations était fréquemment interrompu dans son travail par les employés sur la quantité de pièces à enfourner selon la place disponible dans les paniers. Celui-ci devait se rendre dans l'entrepôt pour vérifier les références restant à combler et la manière de le faire. L'idée de projet innovant retenue pour remédier à ce problème a été l'élaboration d'un système de calcul du chargement du four dès l'arrivée des commandes.

Le problème sur le flux d'information était dû au fait que les données de trempe (température de l'eau et durée de la trempe pour chaque panier) étaient inscrites dans un format papier. De plus, ces informations n'étaient pas stockées dans une base de données. Cette méthode de suivi du traitement thermique présentait plusieurs inconvénients notamment un stockage volumineux dû à l'utilisation du papier, une perte de temps pour accéder aux données d'archives et une utilisation excessive de papier. Pour y remédier, il a été suggéré l'acquisition d'enregistreurs numériques.

Mise en œuvre du projet d'optimisation du four 30'

À l'issue du diagnostic et de la validation des projets d'innovation retenus, la mise en œuvre opérationnelle, à savoir la conception de la feuille de calcul de même que les recherches sur les spécifications des enregistreurs à acheter et la liste des fournisseurs ont été réalisées par l'étudiante intervenante. Elle a toutefois travaillé en collaboration avec le directeur des opérations, le directeur qualité et les opérateurs sur le plancher afin de valider les résultats intermédiaires auxquels elle parvenait. C'est ainsi que des rencontres étaient faites avec les opérateurs pour les impliquer et mieux prendre en compte leurs

préoccupations. Pour faciliter l'appropriation des différents outils, des sessions de formation ont été organisées à l'intention des utilisateurs et un guide d'utilisation a été soumis aux utilisateurs.

Les livrables

Comme livrables issus du projet, il peut être cité la conception d'un programme de calcul et l'acquisition d'enregistreurs numériques.

Le programme de calcul se compose d'un fichier Excel en trois feuilles. La première feuille présente l'interface de calcul et la seconde les références des pièces. Cette feuille stocke les informations sur le nombre de pièces par étage et le nombre d'étages par panier, pour chaque référence de pièce ainsi que le type de traitement qui est associé. La troisième feuille présente le rapport de paquetage. La figure 16 présente le programme de calcul tel que conçu par l'intervenante externe.

Choisir la référence des pièces avec le menu déroulant (cases vertes uniquement).
 Entrer le nombre de pièces à traiter par référence (cases vertes uniquement).
 Cliquer sur une case en dehors du tableau puis cliquer sur le bouton calcul.

| | | | | | | | | |
|--------|--|-----------------------|---|--|--|--|--|--|
| Date : | | Nombre de référence : | 0 | | | | | |
|--------|--|-----------------------|---|--|--|--|--|--|

| Référence de la pièce | Nombre de pièces envoyées par le client | Nombre de panier(s) disponible(s) | Nombre d'étage(s) par panier | Nombre de pièces par étage | Panier(s) utilisé(s) | Étage(s) utilisé(s) | Panier(s) restant(s) | Étage(s) restant(s) au maximum |
|-----------------------|---|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Figure 16. Interface du programme de calcul
Source : rapport d'intervention, Caton (2007 :30)

En entrant dans la feuille chaque type de pièce avec le poids, le nombre de pièces par étage, le nombre d'étages par panier, le numéro de pièce et la quantité, un calcul automatique est fait pour fournir avec précision le nombre de paniers à utiliser. Ainsi, il devenait plus facile d'estimer le nombre de cuissons à faire. En plus de la feuille de calcul de chargement, il a été élaboré une feuille de paquetage pour répondre à un besoin exprimé

par les opérateurs. Cette feuille qui précise les directives complètes, devrait être renseignée au moment où le directeur des opérations prévoit le chargement du four.

Les enregistreurs numériques ne sont pas technologiquement nouveaux sur le marché, mais ils étaient nouveaux au niveau de l'entreprise Sotrem au moment de leur acquisition. Le projet d'achat d'enregistreurs numériques pour le suivi des fournées répondait à un besoin d'amélioration du réseau d'information. Il devait permettre d'obtenir rapidement des données informatiques faciles à stocker dans une base de données, à améliorer le service à la clientèle et à réduire l'utilisation du papier. L'utilisation du numérique devrait également donner à l'entreprise une image plus moderne à la fine pointe de la technologie.

Résultats du projet d'optimisation du four 30'

À l'issue de la mise en œuvre du projet visant l'optimisation du four 30', il a pu être enregistré des résultats mesurables et quantifiables. En se basant sur le rapport d'intervention de Caton (2007), il a été reconstitué le tableau suivant.

Tableau 21. Résultats du projet d'optimisation du four 30'

| Intitulé | Projet d'optimisation du four 30' |
|---------------------------------------|---|
| Innovations technologiques de procédé | - Programme de calcul informatique - Achat de 2 enregistreurs numériques |
| Durée | 3 mois |
| Coût | - Programme de calcul informatique : 0\$ - Achat de 2 enregistreurs numériques : 5.500 \$US – 6.500 \$US |
| Résultats atteints à la fin du projet | - Gain de temps estimé : 1 à 2 h par traitement thermique répartis comme suit : directeur qualité : 15 min par trempe ; directeur des opérations : 1 h par journée de paquetage, ouvrier : 30 min chacun par paquetage. - Bénéfices : 1,100 \$ CAN. Le four étant chargé en une fois au lieu de 2 comme avant la feuille de calcul - Réduction de l'utilisation du papier |

Source : élaboré à partir de Caton (2007)

B. Projet d'optimisation des processus la production : conception d'un système de démoulage et d'un nouveau système de trempe

À l'issue de l'intervention de Caton (2007), Sotrem a procédé en 2008 à d'importantes réorganisations dans son usine. L'usine a été subdivisée et délimitée en quatre secteurs que sont : (i) la refonte de l'aluminium ; (ii) le traitement thermique ; (iii) la zone intermédiaire de réception, de stockage et d'expédition et (iv) le nettoyage des siphons. Ce nouvel zonage tout en simplifiant l'organisation des moyens de production impliquait également de prendre en compte certaines contraintes relatives à la circulation des biens et des personnes et au stockage des pièces.

Pour répondre à cette problématique et maintenir ses efforts d'amélioration, Sotrem a fait appel en 2009 à l'expertise de l'UQAC avec pour mandat de développer de nouvelles méthodes afin d'optimiser les processus de production. Plus précisément, au travers de cette intervention, Sotrem visait une optimisation des flux de matières, des biens et des personnes, une optimisation des méthodes de travail, un stockage plus efficient, un gain de temps et un meilleur suivi des commandes et des pièces au sein de la production (Kupp, 2009).

Le diagnostic approfondi fait par l'étudiant / consultant sur le processus de production a révélé une complexité dans le système de refonte de l'aluminium susceptible d'affecter négativement plusieurs aspects notamment la sécurité, la productivité et la planification (Kupp, 2009). Pour y remédier, deux projets d'innovation de nature technologique ont été proposés.

Standardisation du système de démoulage des gueuses

Lors du processus de refonte, l'aluminium est chauffé dans les fours et coulé en gueuse dans une moule. La gueuse est prête à être démoulée après un temps de refroidissement d'une vingtaine de minutes. L'opération de démoulage consiste à renverser le moule sur une plaque à l'aide d'un chariot élévateur. Cette opération qui paraît assez simple soulevait cependant deux problématiques. D'une part, la plaque qui servait à recevoir la gueuse était constituée d'une simple feuille d'acier. D'autre part, l'action qui consiste à déposer le moule sur le plancher devant la plaque pour faciliter le démoulage conduisait peu à peu à une dégradation du plancher (Kupp, 2019).

Pour remédier à ces deux situations, une idée d'innovation technologique a été de repenser le système de démoulage des gueuses en incluant une plaque pour le dépôt initial, le tout inséré dans un cadrage métallique. Une telle innovation permettait de résoudre non seulement le problème d'usure du plancher tout en instaurant une standardisation des méthodes de démoulage dans l'entreprise.

La figure 17 montre clairement la différence entre l'ancienne et la nouvelle plaque de démoulage.



Figure 17. Plaques de démoulage

Source : rapport d'intervention, Kupp (2009 : 45)

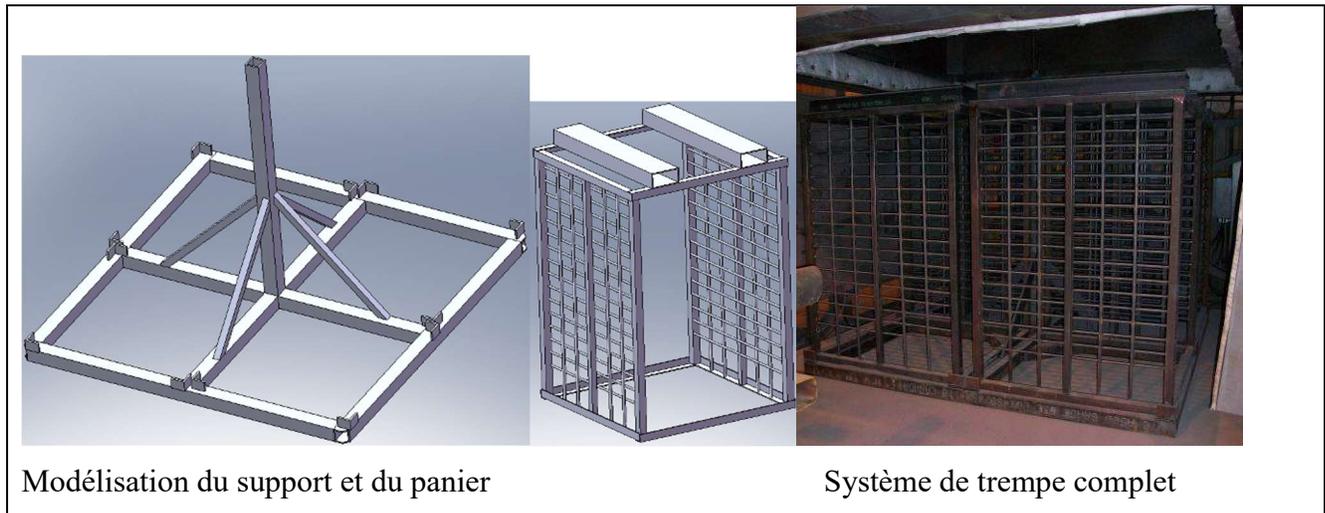
Conception d'un nouveau système de trempe

La deuxième innovation technologique a été la conception d'un nouveau système de trempe mieux adapté. La conception R&D concernant les dimensions et le calcul de la stabilité du système, a été faite par l'étudiant intervenant et soumis à l'approbation du directeur des opérations. Les plans ont ensuite été transmis aux mécaniciens pour la réalisation du système. Concrètement, la démarche de conception du nouvel équipement a suivi les étapes suivantes (Kupp, 2009) :

- observation des paniers utilisés,
- réalisation de plusieurs prototypes,
- présentation des prototypes aux décideurs et collaborateurs en atelier,
- dimensionnement et validation du prototype retenu,
- modélisation avec la conception assistée par ordinateur (CAO).

Le projet de conception d'un nouveau système de trempe s'est déroulé sur une période d'un mois avec les ressources disponibles dans l'entreprise.

La figure 18 donne une vision du nouveau système de trempe sous ses formes informatiques (modélisation CAO) et réelles.



Modélisation du support et du panier

Système de trempe complet

Figure 18. Nouveau système de trempe
Source : rapport d'intervention, Kupp (2009 : 46)

L'élément important à souligner avec ces innovations technologiques est qu'elles n'ont pas nécessité la mobilisation d'importants investissements financiers. Il était convenu avec l'entreprise que les améliorations proposées devaient se faire à moindres coûts. Pour ce faire, la conception de la nouvelle plaque de démoulage et celle du nouveau système de trempe ont été faites à l'intérieur de Sotrem avec les ressources humaines et matérielles disponibles.

4.1.2. Projets d'innovation organisationnelle : optimisation managériale du modèle de production

Toujours en quête d'excellence, la PME Sotrem s'est engagée à poursuivre l'innovation permanente à tous les niveaux de son fonctionnement. Plus spécifiquement, elle soutient les actions visant la réduction des non-valeurs et la création d'une plus grande valeur économique pour ses clients.

A. Projet d'implantation d'outils 5S

Pour rappel, le mandat assigné à Kupp en 2009 consistait en une optimisation intégrale du processus de production. Pour ce faire, en plus d'avoir mis en place des projets d'innovation technologique, son intervention a également consisté à proposer des améliorations d'ordre organisationnel. À cet effet, le projet d'innovation organisationnelle 5S visait à répondre à un besoin d'élimination des pertes de temps liées aux déplacements inutiles de la force de travail dans l'usine (Kupp, 2009).

Dans sa conception, la méthode 5S s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue l'objectif étant d'optimiser les conditions de travail. Concrètement, l'implantation d'outils 5S a pour objectif d'éliminer les déchets et de créer un environnement propre et bien ranger. Le déploiement des 5S suit un ordre logique et progressif. Les trois premiers S représentent des actions de terrain tandis que les deux derniers constituent des actions de maintien et de progrès.

- Seiri (*éliminer*) pour se débarrasser les choses inutiles ;
- Seiton (*ranger*) pour mettre de l'ordre en identifiant et en gardant chaque chose à sa place ;
- Seiso (*nettoyer*) afin de garder les lieux propres ;
- Seiketsu (*standardiser*) pour permettre de détecter rapidement par un contrôle visuel une anomalie ;
- Shitsuke (*respecter*) pour maintenir en place les quatre premiers principes.

Il a été observé que l'application des 5 S dans les PME produit des résultats appréciables. Par exemple, un impact visuel important, une amélioration de la participation des employés et une amélioration des processus (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016).

Dans sa mise en œuvre initiale en 2009, le projet 5S a consisté essentiellement en l'installation de six racks à outils (pelles, balais) dans quelques lieux stratégiques de l'usine. L'objectif étant d'éviter que les opérateurs ne perdent plusieurs minutes à rechercher un outil et de faciliter le contrôle de l'utilisation du matériel. Cette implantation des 5S, assez sommaire cadrait bien à la taille de l'usine de l'époque.

La figure 19 donne un aperçu de la situation du poste expédition avant (gauche) et après (droite) la mise en place des 5S.



Figure 19. Effet du projet 5S sur le poste expédition
Source : rapport d'intervention, Kupp (2009 :50)

En 2013, les besoins de l'usine ayant évolué, il nécessitait pour Sotrem d'implanter de vrais panneaux 5S à la grandeur de l'usine.

Pour ce faire, l'entreprise s'est une fois de plus associée avec l'UQAC pour optimiser davantage le système de gestion de la production. À cet effet, il a été fait appel à un étudiant avec une expérience confirmée en gestion et en appui aux entreprises pour une intervention d'une durée de quatre mois. Fort des constats issus du diagnostic et de concert avec les décideurs de l'entreprise, il a été identifié une douzaine d'actions stratégiques à mettre en œuvre sur une période de deux ans (Larouche, 2013). Les douze actions identifiées consistaient en :

1. la création d'un bon de production ;
2. la réalisation d'un Kaizen sur le mouvement de stocks à la production ;

3. la mise en place de tableaux 5S dans l'ensemble de l'usine ;
4. l'établissement d'une stratégie pour la conduite du changement ;
5. l'implantation des indicateurs de performance pour le système de production ;
6. la standardisation des processus, procédures et procédés rattachés au système de production ;
7. l'implantation de feuilles de travail ;
8. la mise en place d'une procédure pour la réception des marchandises ;
9. la mise à la disposition du directeur de production les prévisions mensuelles de ventes ;
10. l'organisation d'un Kaizen sur l'imputabilité au niveau des coûts par projet ;
11. la promotion de la qualité au premier coup ;
12. la centralisation des processus de planification de la production dans les mains d'un seul intervenant.

Seules les cinq premières actions étaient prévues pour être réalisées à court terme par le consultant dans le cadre de son intervention en tant qu'étudiant.

Pour cette seconde étape d'implantation de panneaux 5S dans toute l'usine, une petite équipe composée d'un employé cadre, d'un employé syndiqué et du responsable en santé, sécurité au travail a été mobilisée. Les objectifs attendus de ce projet ont été fixés et partagés à tous les employés. Un calendrier de rencontres et de suivi a également été élaboré par l'intervenant et soumis aux personnes concernées. Cette nouvelle approche d'introduction de changement, plus participative devrait conduire à la réussite et à l'atteinte des résultats du projet. Un compte rendu était régulièrement fait à un comité multidisciplinaire sur l'état d'avancement, de même que sur la validation des choix de tableaux. Au final, l'entreprise a fait l'acquisition de vingt (20) tableaux 5S et de deux cents (200) nouveaux outils et accessoires. Même si cela a nécessité un investissement important de près de 300 000\$, les dirigeants de l'entreprise comprenaient bien la nécessité d'un tel investissement et n'ont pas hésité à y consentir. Les tableaux, chacun avec ses propres outils ont été installés à divers endroits de l'usine et adaptés à chaque secteur de travail. La figure 20 ci-dessous présente quelques panneaux implantés dans l'usine.

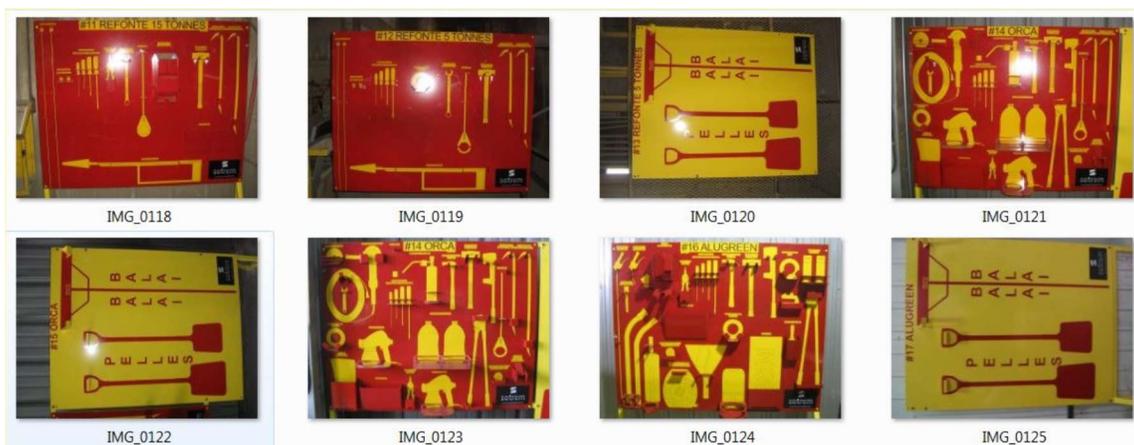


Figure 20. Quelques panneaux 5S

Source : rapport d'intervention de Larouche (2013 :262).

Pour garantir la réussite du projet, il a été important de sensibiliser et de conscientiser les opérateurs sur l'importance de la propreté et au rangement. À l'issue de la mise en œuvre, le projet 5S a incontestablement été une réussite. Selon les différents acteurs, les panneaux étaient en ordre et entretenus avec efficacité.

L'intervention de l'étudiant aura eu véritablement un impact positif sur Sotrem, car à la fin de son intervention qui a duré 4 mois, il a été recruté par l'entreprise comme directeur des opérations et des ressources humaines. Son mandat ne consistait plus seulement en l'optimisation du système de production, mais en l'amélioration de l'ensemble des opérations à l'intérieur de l'entreprise.

B. Projet Lean Management

Le diagnostic de 2013 du modèle de production révélait encore de nombreux gaspillages relatifs aux transports et aux mouvements des opérateurs (Larouche, 2013). L'ensemble des actions stratégiques identifiées dans le cadre de réduction des gaspillages et de l'optimisation du modèle de production en général, devraient conduire progressivement Sotrem vers un système de production selon les principes du Lean management. L'essence de la démarche Lean consistant en l'élimination systématique des temps de non-valeur, elle paraissait adaptée pour remédier à la situation de l'entreprise.

La mise en œuvre opérationnelle d'une démarche Lean s'appuie sur plusieurs outils, dont la roue de Deming, le *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) ; le *Single Minutes Exchange of Die*

(SMED) ; la méthode 5S, la mesure du taux de rendement ; l'organisation de Kaizen ; le Total Productive Maintenance (TPM) ; le Six Sigma ; la cartographie des flux. Tous ces outils ne sont pas nécessairement utilisés à la fois dans une démarche Lean, chaque entreprise décide de l'outil à utiliser selon son besoin et ses capacités.

Chez Sotrem, les cinq premières actions dont les projets d'implantation de panneaux 5S et l'organisation de Kaizen sur le mouvement des stocks ont été réalisées avec succès. Les autres actions qui devaient être réalisées sur le moyen terme n'ont pu être poursuivies. Les activités ont été interrompues suite à la fin du contrat de l'intervenant externe et d'une réticence manifeste de certains employés à poursuivre la démarche.

Cependant, le cas du projet Lean est assez singulier, si bien qu'il ne paraît pas approprié de parler d'un projet échoué. Dans les faits, il n'était pas explicitement fait mention de réalisation d'un projet Lean management, mais il s'agissait surtout d'enclencher un processus par l'utilisation de certains outils du Lean. Néanmoins, il a paru pertinent de faire cas de ce projet, car le sujet est revenu plusieurs fois lors des entrevues.

4.1.3. Projets d'innovation socio-humaine

Les projets d'innovation socio-humaine chez SOTREM sont fortement liés aux projets d'innovation organisationnelle et technologique. En effet, l'adoption de nouveaux outils de production et de nouvelles méthodes de travail nécessitait un changement chez les utilisateurs. Il s'est agi essentiellement de sensibiliser la direction et le personnel sur l'importance des méthodes pour améliorer la performance (Kupp, 2009) ou encore l'organisation d'atelier Kaizen sur les mouvements des stocks à la production (Larouche, 2013). Il a fallu faire prendre conscience à la direction du manque de rigueur et des conséquences sur les processus de fabrication. Les opérateurs ont eux aussi été conscientisés sur les méthodologies et procédures de travail, ce qui a permis une réduction des tensions entre la direction et les opérateurs.

Une deuxième innovation d'ordre socio-humaine a été la sensibilisation sur l'ordre et la propreté dans l'usine. Cela a consisté à effectuer un inventaire des équipements et à son maintien à jour, au nettoyage de l'usine, au recyclage et la vente des objets inutilisés ainsi qu'à la réfection de la peinture.

Une troisième innovation socio-humaine a été la démarche d'amélioration de la culture organisationnelle. La croissance visée par Sotrem ne peut être soutenue que si tous les acteurs dans l'entreprise sont ouverts au changement. Pour éviter les dissidences observées avec certaines actions qui devaient être mises en œuvre, Sotrem s'est engagée à travailler à établir un climat de confiance entre les opérateurs et les dirigeants. Les actions concrètes passent par la sensibilisation, la conscientisation, la bonne communication aussi bien dans le cadre de rencontres formelles que dans la manière de communiquer au jour le jour. L'entreprise a même recruté une directrice des ressources humaines qui travaille à instaurer un bon climat de travail.

4.1.4. Impact des projets d'innovation sur la performance de Sotrem

Les résultats des données de performance viennent essentiellement des données recueillies sur le terrain aussi bien au travers d'entrevues que de questionnaires et d'analyse des rapports de l'entreprise.

Performance économique

Depuis 2009, Sotrem a investi plus de 5 000 000\$ en équipement et infrastructures (Dubé, 2015). Au niveau technologique elle a investi dans la R&D pour développer la technologie Alugreen qui lui permet de produire un nouveau type de granules à plus grande valeur pour le client. L'entreprise a aussi fait l'acquisition d'un nouveau four, le vortex, technologiquement plus évolué avec une plus grande capacité de production et acheté de nouveaux compteurs intelligents. Tous ces investissements innovants pour Sotrem, ont contribué à sa croissance actuelle.

Entre 2009 et 2018, elle a vu son chiffre d'affaires croître pour atteindre 30 millions \$.

Avec le nouveau four vortex, la récupération après la fonte de copeaux de ferrailles d'aluminium a été optimisée de 15% et apporte à Sotrem un revenu supplémentaire de plus de 2 000 000 \$ tout en générant chez ses clients un gain d'environ 700 000\$ en chiffre d'affaires (Dubé, 2015).

Le programme de calcul informatique, tout en facilitant la maximisation des charges a joué un rôle important dans l'amélioration de la productivité tel qu'il est ressorti des entrevues. Ce répondant affirmait ainsi : « si dans une année, je pouvais chauffer 1000 tonnes

d'aluminium, en maximisant mes charges, j'ai pu augmenter à 1200 tonnes, donc j'ai des gains en capacité de 20% que j'ai gagné avec le calcul informatique ».

Les innovations organisationnelles ont elles aussi contribué à améliorer la productivité. Même si le gain économique est difficilement mesurable, avec les panneaux 5S, les responsables de l'entreprise estiment à 25% l'augmentation de la productivité et à 50% la réduction des pertes de temps.

Performance socio-humaine

Sur le plan socio-humain, l'élément le plus important a été l'acquisition de nouvelles connaissances. Les participants à l'étude s'accordent que les différentes innovations ont doté l'entreprise de plusieurs procédures, outils et diverses aptitudes qu'ils continuent d'appliquer jusqu'à présent.

Le sondage auprès des opérateurs atteste que ceux-ci ont tiré un bénéfice certain des projets d'innovation. En effet, sur une échelle de 5, les opérateurs évaluent à plus 3 le développement de leurs compétences et l'amélioration de leur satisfaction générale au travail. L'impact positif sur les opérateurs est également confirmé par ce répondant qui remarquait : « il est constaté une dynamique au niveau du plancher de production, au niveau de la santé, sécurité également ».

Un autre fait important a été une réelle prise de conscience de la nécessité d'améliorer la culture de l'entreprise. Les résistances constatées face à certains changements ont mis en évidence certains aspects culturels défavorables au changement qu'il convenait d'y remédier. Somme toute, l'expérience avec certaines actions du Lean n'a pas du tout été négative. Elle a été une occasion pour Sotrem de travailler à reformuler ses processus, à améliorer la communication interne et l'environnement physique.

Performance environnementale

L'impact environnemental a été la diminution de l'utilisation du papier dans le recueil des données de trempe. Les enregistreurs numériques tout en facilitant le stockage numérique évitent à l'entreprise d'avoir à gérer un stock important de papier.

D'un autre côté, la maximisation des charges à l'aide du programme de calcul informatique a été une source d'économie énergétique substantielle.

La figure 21 donne une synthèse des différents projets d'innovation chez Sotrem et de leur impact sur sa performance.

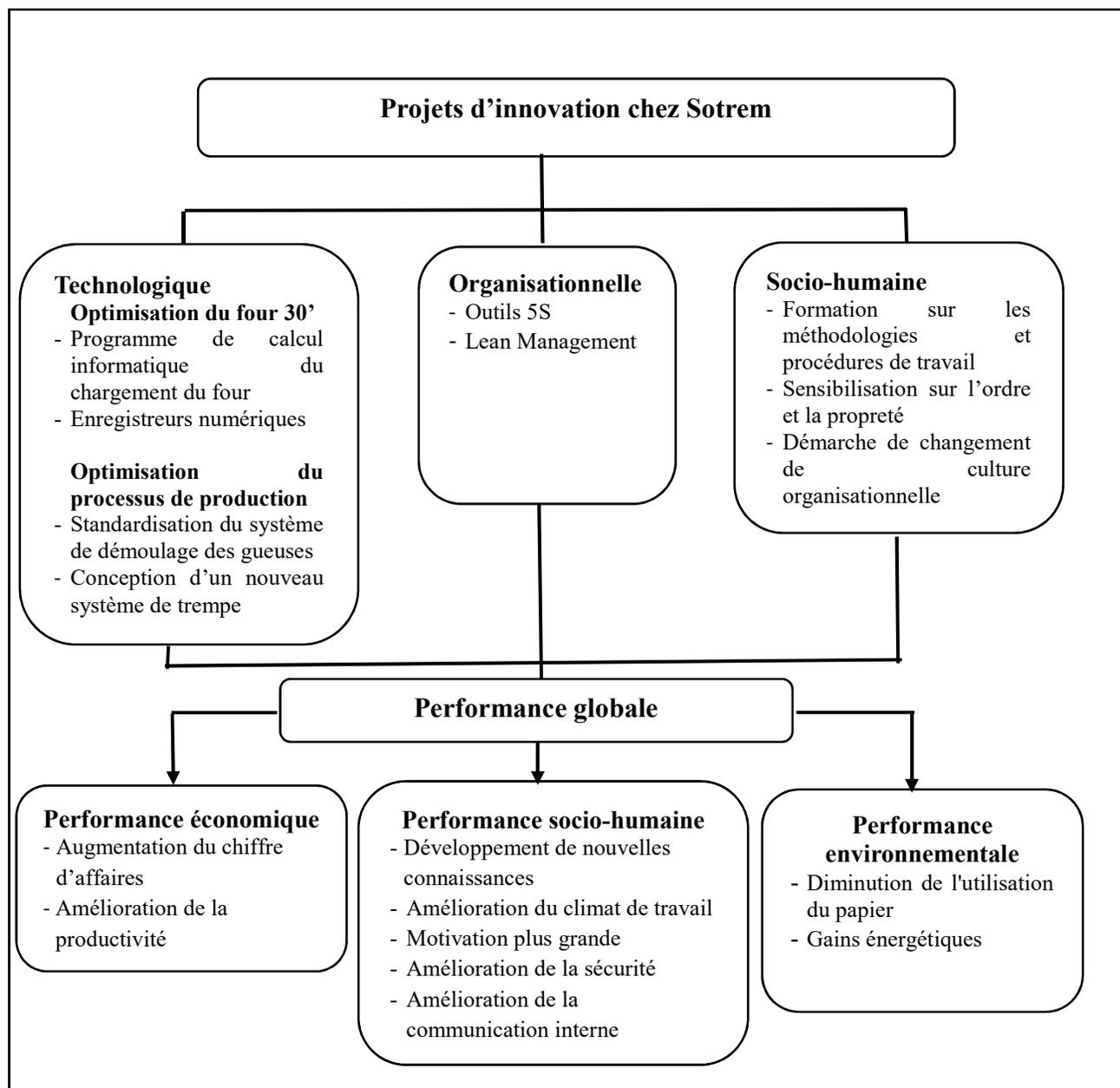


Figure 21. Impact des projets d'innovation chez Sotrem

Les données recueillies permettent d'affirmer que les projets d'innovation réalisés ont contribué à une amélioration de la performance chez Sotrem. La question serait de

savoir si la croissance actuelle de l'entreprise résulte des seuls projets d'innovation ou si elle proviendrait d'autres facteurs exogènes. Une réponse serait que la performance actuelle est due à une combinaison de plusieurs facteurs même si les projets d'innovation y ont tout de même contribué. Comme le souligne ce participant : « si je n'avais pas maximisé mes charges dans mes fours, sans étudier les rapports de temps et mouvements, on n'aurait jamais réussi à maximiser et à amener le volume de travail pour rester compétitif. Le marché nous aurait sortis ».

Les autres facteurs seraient liés aux opportunités que Sotrem a pu saisir de l'environnement et à la compétence des ressources affectées sur les projets d'innovation. Il convient de préciser qu'au moment de cette étude dans l'entreprise, la feuille de calcul n'était plus utilisée, car l'entreprise a fait l'acquisition du vortex, un nouveau four plus performant et d'une plus grande capacité.

Quant aux enregistreurs numériques, leurs bénéfices pour l'entreprise ont amené celle-ci à en acquérir d'autres qu'elle a implantés au niveau de tous ses fours.

Concernant le cas particulier de l'objectif Lean, il peut porter à confusion. En effet, si les opérateurs se sont rétractés plus tard dans la poursuite des activités, cela ne vient pas du fait qu'ils n'étaient pas suffisamment informés ou que la démarche leur a été imposée. La raison serait essentiellement due à un déphasage entre le rythme auquel les activités devraient se dérouler et le niveau d'engagement des opérateurs sur le projet. Dans tous les cas, le projet Lean ne peut être considéré comme un échec, car l'entreprise a tiré un grand profit dans l'application progressive de certains outils du Lean. C'est ce que soutient ce répondant quand il affirme : « même si on n'a pas été Lean, on a quand même gagné dans la démarche, c'est super positif puisqu'on a des procédures et des outils qu'on continue à appliquer ». Les résistances constatées ne s'expliquent pas explicitement par un refus catégorique à appliquer des outils Lean. Elles proviennent de relations difficiles qui préexistaient déjà entre la direction et le plancher. Par ailleurs, les responsables reconnaissent qu'ils ont voulu réaliser les activités d'une manière accélérée qui ne cadrerait pas avec le rythme des opérateurs. En somme, il a manqué une réelle analyse de l'environnement culturel en ce moment, tout comme stipulait ce répondant : « je pense qu'on a sous-estimé ce que ça prenait pour se rendre là, on a voulu aller trop vite parce qu'on trouvait que c'était logique ».

En guise de conclusion sur Sotrem, le principal constat est que même si tous les projets d'innovation n'ont pas atteint les résultats escomptés, ils n'ont pas affecté nécessairement de manière négative la performance de l'entreprise.

Innover c'est aussi avoir une tolérance à l'incertitude, les plans initiaux peuvent changer et il faut être capable de rebondir pour faire face à toute nouvelle situation. Il faut savoir tirer de l'expérience à partir des erreurs. Dans le cas de cette PME, l'expérience avec certains outils du Lean a été l'occasion pour elle de s'engager dans une démarche d'innovation socio-humaine visant l'instauration d'une culture plus favorable au changement.

4.2. Projets d'innovation chez Industries GRC

Fondée en 1987, Industries GRC œuvre dans la transformation des feuilles de métal d'acier, d'aluminium et d'acier inoxydable en produits mécano-soudés peints. Elle produit essentiellement des pièces, des composantes et des boîtiers métalliques sur mesure. La clientèle d'Industries GRC se compose d'entreprises et d'industries manufacturières basées en Amérique du Nord.

Au cours de l'année 2009, Industries GRC a connu un changement de direction avec une nouvelle vision plus orientée sur le développement des affaires et l'amélioration continue. Pour redonner la confiance aux clients et en attirer de nouveaux, la nouvelle direction a adopté un style de management proactif axé sur le changement et les nouvelles technologies.

4.2.1. Projet d'innovation technologique de procédé : implantation d'une technologie de découpe au laser Fibe

Dans le but d'améliorer leurs performances productives et de mieux répondre au besoin du marché, la PME Industries GRC a investi dans le renouvellement de ses équipements de production.

Contexte du projet de nouvelle technologie

Dans le domaine de la transformation du métal en feuille, Industries GRC disposaient de technologies anciennes datant des années 90. Seulement, le marché dans lequel l'entreprise évolue, devenu très dynamique et très compétitif rendait impératif une mise à jour des équipements. En effet, les clients devenaient plus exigeants sur les découpes du métal. Ils recherchaient une certaine qualité de découpe et de finition qu'il était impossible à Industries GRC d'obtenir avec les machines qu'elle disposait. Celles-ci laissaient apparaître des traces sur les découpes lors du poinçonnage et cela devenait inacceptable pour les clients. C'est pour remédier à ces imperfections et rester compétitive que l'acquisition d'un système de découpe plus évolué s'imposait à Industries GRC. L'entreprise avait le choix entre la technologie de découpe au CO₂ et celle à la fibre optique qui sont les deux technologies modernes existantes sur le marché. Le choix s'est porté sur

la technologie au laser fibre, plus performante, plus rapide en découpe et nécessitant moins d'entretien. Même si la technologie laser n'est pas radicalement nouvelle sur le marché, elle est une nouveauté pour Industries GRC qui, pour la première fois depuis sa création décidait d'investissements aussi importants dans ses équipements.

En plus du laser, Industries GRC a entrepris plusieurs autres renouvellements technologiques dans l'ensemble de son usine. Il a ainsi été fait l'acquisition d'un tour de chargement, l'achat d'une plieuse plus moderne et d'outillages divers. Également, des améliorations ont été apportées au poste de sablage. L'entreprise a fait l'acquisition de tables aspirantes afin d'éliminer la poussière qui se dégageait lors du sablage et permettre ainsi que les opérateurs ne soient plus obligés de travailler avec des masques. Au niveau de la conception, Industries GRC a investi dans un logiciel de modélisation et d'une imprimante en 3D pour la conception de cartes de travail plus claires et plus complètes car cela n'était pas possible avec le logiciel AutoCad que l'entreprise utilisait depuis longtemps.

Cet ensemble de nouvelles technologies devrait permettre à Industries GRC d'améliorer sa productivité et d'élargir son marché par la fabrication de pièces complexes qu'elle n'était pas capable de fabriquer. Initiée en 2014, la mise en œuvre du projet a duré environ six mois depuis la commande des équipements jusqu'à leur implantation, pour un coût total de 1 810 000 \$.

La figure 22 présente les principales composantes de la technologie laser.



Figure 22. Technologie Laser

Source : observation de l'usine, automne 2016

En prévision, le laser devrait fonctionner 3480 heures par année, soit 72.5h / semaine pendant 48 semaines dans l'année. Il était prévu un chiffre d'affaires moyen de 15.53 \$/h soit 10.08\$/h pour l'acier, 18.26\$/h pour l'aluminium et 18.26\$ pour l'acier inoxydable. Le coût de l'entretien étant estimé à 0.50\$/h.

Processus d'implantation du projet de nouvelle technologie

Le projet d'innovation technologique découle d'un processus de réflexion stratégique de cinq ans sur la nécessité de moderniser l'usine. Au terme de ce processus, la mise en œuvre a été confiée au coordonnateur technique qui était chargé de l'achat et de l'implantation des équipements. Après consultation des opérateurs du plancher sur l'outillage, les accessoires, le système de sécurité et sur les diverses options à acquérir, il a été élaboré un cahier de charges sur les besoins et les spécifications des nouvelles machines à acquérir. Trois principaux manufacturiers ont ensuite été consultés et invités à soumettre des offres conformément au cahier des charges. La décision s'est portée vers un fournisseur qui proposait en plus de l'installation du nouvel équipement, le rachat et la désinstallation des vieux équipements.

L'installation des équipements s'est faite sans une grande difficulté, car des dispositions étaient prises dans l'organisation et l'ordonnancement des tâches pour ne pas créer de perturbations sur le plancher de production.

L'appropriation du nouvel équipement a été facilitée par la formation et l'accompagnement proposé par le manufacturier à l'entreprise.

Le projet d'implantation de nouvelles technologies de procédé a été suivi de plusieurs autres changements au niveau d'Industries GRC. À cet effet, il a été réalisé des réorganisations humaines et structurelles, de même que des réaménagements sur le plancher.

4.2.2. Projet d'innovation organisationnelle : la réorganisation des postes de travail

En plus d'implanter une nouvelle technologie de découpe, Industries GRC a entrepris plusieurs actions en vue d'optimiser le fonctionnement d'ensemble de son usine. Plusieurs réaménagements, particulièrement des déplacements physiques de postes ont été faits pour accueillir les équipements. Les actions ont concerné surtout le déplacement et la relocalisation des postes de soudure. De plus, les compresseurs installés initialement à l'extérieur ont été amenés à l'intérieur de l'usine afin d'éviter les pertes de production durant les jours de grand froid. Effectivement, il arrivait qu'en période hivernale, les compresseurs ne commencent à fonctionner qu'après plusieurs heures occasionnant ainsi des temps improductifs à certains postes de travail. Par ailleurs, toute l'infrastructure de la tuyauterie de gaz et de l'électricité a été refaite. Il a également été procédé à un nivellement du plancher dans un secteur de l'usine et ce, pour ramener tous les postes de travail sur un même niveau.

Toutes ces améliorations ont été soutenues par l'implantation de panneaux 5S toujours dans la perspective du maintien de l'ordre et de réduction des déplacements inutiles.

Toutes les actions de relocalisation n'ont pas nécessité réellement des investissements financiers et ont été faites avec l'approbation des opérateurs concernés. L'objectif étant d'améliorer et de faciliter leur travail, les opérateurs ne se sont pas montrés réticents d'autant plus qu'ils avaient l'opportunité de s'installer d'une façon plus efficace alors qu'avant, ils ont hérité leur place de la conception initiale de l'usine.

4.2.3. Projet d'innovation socio-humaine

En marge de la modernisation des équipements et de l'usine, Industries GRC a perçu la nécessité d'instaurer une nouvelle culture organisationnelle. Inspiré du modèle d'entreprise, émergent évolutif conceptualisé par Laloux (2015), l'objectif d'un tel projet initié par le directeur général est de parvenir à construire des équipes suffisamment autonomes et capables de travailler ensemble pour assurer la croissance de l'entreprise. Dans un modèle évolutif, l'élaboration des meilleures procédures et leur application n'est plus le sujet dominant. La préoccupation se situe au niveau du renforcement du potentiel des équipiers pour éviter que les décisions ne viennent systématiquement d'en haut

(Laloux, 2015 :107). Industries GRC s'est alors engagée à promouvoir l'écoute et la bonne communication avec les employés. Pour y parvenir, les dirigeants se rapprochent des équipes sur le plancher pour communiquer avec elles sur les actions à entreprendre. Une autre stratégie a consisté à travailler directement sur les chefs d'équipes au travers de formations et un coaching au quotidien. En effet, ceux-ci étant plus proche des opérateurs, il convenait de leur doter des habiletés nécessaires pour qu'ils soient capables de communiquer et de transmettre efficacement les informations au sein de leur département.

4.2.4. Impact des projets d'innovation sur la performance d'Industries GRC

Les différents projets d'innovation sur les équipements, les innovations organisationnelle et culturelle ont eu des retombées significatives sur Industries GRC qu'il convient de souligner.

Performance économique

Sur le plan économique, les différentes innovations ont permis à Industrie GRC d'enregistrer des gains économiques substantiels.

Premièrement, avec la nouvelle technologie de découpe au laser fibre, l'entreprise a réalisé des économies sur le coût de la main-d'œuvre. Au lieu de travailler avec soixante opérateurs pour un chiffre d'affaires de 5 000 000\$, l'entreprise parvient à faire le même montant avec seulement une trentaine d'opérateurs. D'où une économie sur le coût de la main-d'œuvre.

Deuxièmement, il est noté une augmentation de la capacité de production et de l'amélioration de la productivité. En effet, pour un même volume donné, le temps de découpe avec le laser est beaucoup plus réduit qu'avec les anciennes poinçonneuses. Par exemple, quatre machines étaient affectées à la coupe pour une production d'une durée totale de 80 heures par jour. Avec la technologie laser, cette durée est réduite à 60 heures par jour. Sur une journée, Industries GRC a pu réaliser une économie en temps de production de 20 heures. Également il est constaté une plus grande optimisation sur l'utilisation de la matière première. Avant le laser, sur une feuille de métal, il était constaté une perte de 25%, mais avec le laser, l'opérateur est capable d'embarquer dans ce 25% une autre carte de travail pour en faire d'autres pièces.

Troisièmement, le transfert des compresseurs de l'extérieur vers l'intérieur a éliminé les pertes de production qui étaient constatées chaque année. L'installation des compresseurs à l'intérieur génère beaucoup de chaleur qu'il faut évacuer. L'entreprise a donc mis une ventilation avec des volets automatisés qui fait qu'en été la chaleur est évacuée à l'extérieur, mais reste stockée à l'intérieur de l'usine en période hivernale. Cette transformation génère un double avantage au niveau énergétique mais aussi sur le temps de production. Par exemple, un arrêt de 4h dû au froid pouvait générer une perte de temps de main d'œuvre surtout au niveau du poste insertion, de la tour de chargement, de l'assemblage des pièces et de la peinture. Ce temps improductif était estimé entre trente et quarante heures, car plusieurs opérateurs se retrouvaient incapables d'accomplir efficacement leurs tâches. Ce gain de temps a participé à améliorer la productivité.

Performance socio-humaine

À l'issue de la mise en œuvre des projets d'innovation, les responsables ont constaté une plus grande motivation et implication des opérateurs. Ces derniers font beaucoup de demandes d'amélioration surtout au niveau de la fabrication du produit et des équipements de production. Le fait marquant a été que les demandes d'amélioration ont davantage augmenté depuis que les dirigeants essaient d'implanter une nouvelle approche culturelle au niveau de l'usine. Ce qui démontre un plus grand intérêt et une plus grande implication pour le bon fonctionnement de l'entreprise.

Concernant la santé-sécurité au travail, la technologie laser a permis une réduction considérable du nombre d'accidents au poste de découpe. Également, les réaménagements des postes de travail plus ergonomiques ont été bénéfiques sur l'environnement du travail. En effet, l'espace supplémentaire libéré dans l'usine a facilité les déplacements dans l'usine optimisant ainsi le flux de travail.

Un autre gain de performance constaté est une plus grande flexibilité dans l'accomplissement des tâches. En conséquence, l'opérateur laser au besoin est exercé à faire de la découpe pour alimenter la poinçonneuse. De même, les opérateurs au niveau de pliage ou de l'insertion sont à même d'apporter un soutien à l'opérateur laser.

En recueillant l'avis des opérateurs, ces derniers ont soutenu que les nouveaux équipements, les réaménagements faits dans l'usine, de même que la nouvelle culture

organisationnelle leur sont bénéfiques. Sur une échelle de 1 à 5, ils estiment à 4 le niveau de leur satisfaction au travail, de même que le niveau de développement de leurs compétences. Au regard du succès constaté avec ces innovations, les opérateurs sont ouverts et se montrent favorables à accueillir de nouveaux projets innovants.

Performance environnementale

Sur le plan environnemental, l'impact des projets d'innovation chez Industries GRC est quelque peu perceptible.

Les nouveaux équipements sont moins assourdissants. Un aspect positif surtout pour le voisinage qui est maintenant moins exposé à des nuisances sonores. De même, la relocalisation des compresseurs à l'intérieur de l'usine et la récupération de la chaleur qui est en produite ont réduit l'utilisation de l'unité de chauffage au gaz. D'où une économie sur la consommation énergétique.

La figure 23 présente une synthèse des résultats de performance des projets d'innovation chez Industries GRC. Ces informations sont tirées des entrevues et de l'analyse des documents.

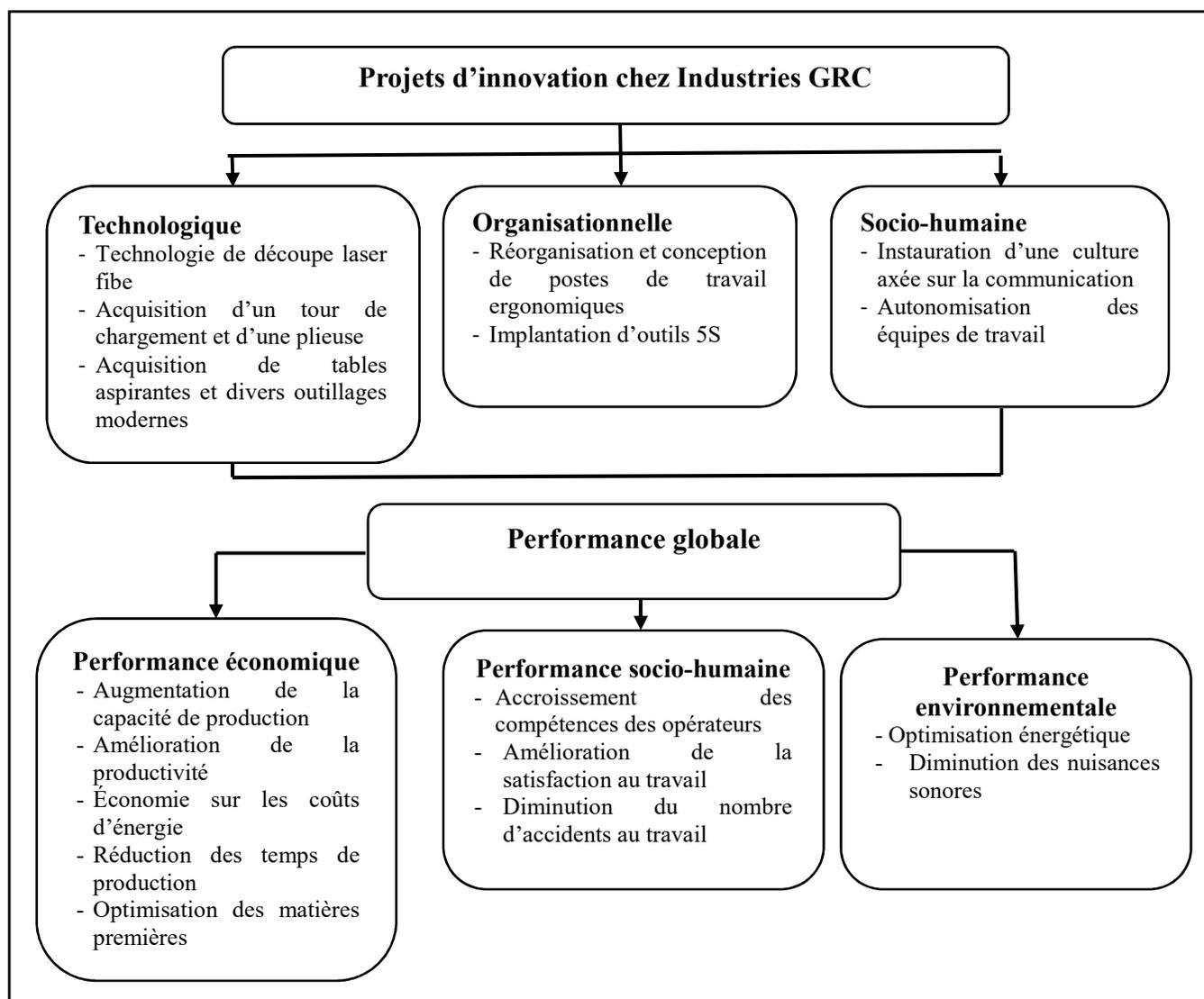


Figure 23. Impact des projets d'innovation chez Industrie GRC

L'impact des projets d'innovation sur la performance d'Industries GRC est relativement positif. Ils ont permis à Industries GRC d'être encore en opération et d'être plus compétitive. Néanmoins, après deux ans de fonctionnement, les retombées financières ne suivent pas les attentes de l'entreprise. Les résultats des ventes ne se sont pas améliorés car la PME a vu le départ de quelques clients importants qui se sont tournés certains vers le marché asiatique, certains vers le plastique comme produit de substitution. Toutefois, cette situation ne peut être directement attribuée aux projets innovants. En effet, il est

ressorti des entrevues que : « nouvelle technologie ou pas, ces clients seraient partis. Peut-être que sans cette nouvelle technologie, la situation se serait davantage détériorée ».

La technologie laser fibre a certes permis de résoudre un problème au niveau du poste de découpage, mais il faut souligner l'apparition de goulots d'étranglement dans la chaîne de production notamment au niveau des postes de pliage et de soudure que nous avons pu constater sur le terrain. Pour y remédier, les responsables planifiaient d'ores et déjà l'acquisition d'une autre plieuse plus moderne. À la soudure, les actions concernaient surtout à une réorganisation du travail afin d'améliorer la productivité des opérateurs de ce secteur. Il s'agirait surtout d'utiliser de façon optimale la force de travail (Meddeb, 1995) des opérateurs à la soudure et ce, en fonction des commandes et non en fonction de la matière du métal comme cela se fait actuellement. L'opérateur qui soude l'acier inoxydable devrait être suffisamment flexible pour travailler s'il y a lieu sur une autre matière telle que l'aluminium.

Dans le cas des industries GRC, l'on pourrait déplorer que les nouvelles technologies aient eu une incidence sur le nombre d'employés. Toutefois, les informations recueillies auprès des responsables démontrent que l'entreprise éprouvait un besoin crucial d'innover, même si au cours ou en fin du processus, elle s'est vue obligée de se départir de certains individus. L'innovation technologique dans ce cas ne saurait être une cause directe de la réduction du nombre d'employés. Il y a eu des départs volontaires, mais aussi des congédiements justifiés sur la base de comportements inappropriés de certains employés qui avaient déjà reçu des avertissements. Des observations sur le terrain, cette situation n'a pas affecté négativement ni le climat de travail, ni la motivation des autres employés.

En définitive, il est à remarquer qu'actuellement le potentiel de production existe chez Industries GRC. Le laser ne fonctionne qu'entre 25% et 30% de sa capacité par manque de volume. Il revient à Industries GRC de développer de nouvelles stratégies d'affaires afin d'accroître les ventes et son portefeuille clientèle.

En conclusion sur l'étude empirique, il est observé que les projets d'innovation ont eu un impact positif sur la performance globale des PME Sotrem et Industries GRC. Il n'a toutefois pas été possible de recueillir des informations désagrégées par projet. L'on peut cependant constater qu'un projet d'innovation en appelle un autre. Les innovations, que ce soit d'ordre technologique ou organisationnel doivent être nécessairement accompagnées d'actions mobilisatrices des ressources humaines. C'est donc à juste titre que ce répondant soutenait : « tu ne peux pas mettre un sans l'autre, parce que toute technologie est conduite par des humains ». Dans tous les cas, les projets d'innovation quelle que soit leur nature exigent une approche holistique de l'organisation. Dans le cas de l'un ou de l'autre des PME, il y avait lieu de regarder et d'optimiser l'ensemble des composantes qui interviennent dans la production.

L'impact des projets d'innovation sur la performance étant posé, il s'agira dans le chapitre suivant d'analyser le processus managérial qui a soutenu la mise en œuvre des projets d'innovation afin d'isoler les facteurs déterminants à l'origine des impacts positifs. Il sera également engagé une discussion sur ces facteurs en conformité avec des preuves empiriques issues de la littérature.