

**RESMED**



[CONCEPTION ET  
DEVELOPPEMENT D'UNE LIGNE  
DE REPARATION OPTIMISEE  
POUR LE SERVICE APRES VENTES

***Responsable du stage*** : M.Hervé Ranno-Charrier

***Responsable pédagogique*** : M.Gilbert Farges

***Rapport réalisé par:*** Leila Drouche

## Résumé

Dans le cadre de la préparation du master 2 Management de la Qualité 2011-2012, un stage de validation de l'année universitaire a été effectué au sein de la société ResMed. Ce Groupe est spécialisé dans la fabrication et la commercialisation des appareils respiratoires. La durée du stage s'étend du 20 février 2012 au 20 août 2012.

Actuellement l'objectif des entreprises n'est pas uniquement de maîtriser les processus internes mais aussi d'intégrer la qualité dès la conception. Le but est de livrer un produit et un service de qualité afin de satisfaire le client et d'acquérir d'autres parts de marché. Pour ce faire, plusieurs méthodes existent. Pour le projet de conception et de développement d'une ligne de réparation optimisée destinée au Stellar, la méthode Design For Six Sigma (DFSS) a été utilisée. Cette approche est apparentée au Six Sigma qui permet de maîtriser la variabilité des processus et de faire participer le client dès la conception.

**Mots clefs:** DFSS, DMADOV, Voix du client, DMAIC, Maison de la Qualité.

## Abstract

As part of the academic Master Degree Program in Quality Management for the year 2011-2012, an internship of six month period has been undertaken at ResMed, a company specialized in the manufacturing and marketing of respirators. The internship period is from February 20<sup>th</sup> to August 20<sup>th</sup> 2012.

Today, the objective of companies is not only to master internal processes but also to consider quality related issues from the design step of the product. This will help to deliver quality products and services which will meet customer requirements and allow the company to acquire new market shares.

Several methodologies can help to achieve this. For the design and implementation of a new repair line of Stellar, a new generation respiratory, the method which has been chosen is the Design for Six Sigma (DFSS) approach. This approach is similar to the Six Sigma which helps to reduce variability within a process and involve customers from the design step.

**Key words:** DFSS, DMADOV, Voice Of Customer, DMAIC, QFD

## Sommaire

Remerciements .....	4
Glossaire .....	5
Liste des figures .....	6
Liste des tables : .....	7
Introduction.....	8
Chapitre I : Présentation de l'entreprise .....	9
1.1. ResMed-Leader en médecine du sommeil et en ventilation.....	9
1.2. ResMed Paris.....	12
Chapitre II : Contexte, enjeux, problématique et risques projet .....	21
1. Contexte .....	21
2. Enjeux .....	25
3. Problématique et stratégie du projet.....	25
4. Gestion des risques.....	28
Chapitre III : Méthodologie de la gestion du projet .....	29
1. Le DFSS (Design For Six Sigma) : une approche apparentée au Six Sigma .....	29
1.1. La méthode Six Sigma.....	29
1.2. Le déploiement du Lean six Sigma.....	37
2. Le DFSS : une approche pour la conception de nouveaux produits.....	38
2.1. DFSS Vs Six Sigma (DMAIC) .....	38
2.2. DFSS : transformation des attentes clients en solutions.....	43
2.3. DFSS et les autres méthodes de conception.....	45
Chapitre VI: Le projet du stage .....	48
1. Define Phase ( <i>Phase de définition</i> ) : .....	49
2. Measure Phase (Phase Mesure): .....	58
3. Analyze Phase (Phase d'analyse).....	66
4. Design Phase (Phase développement) .....	67
5. Optimize Phase (Phase d'optimisation).....	68
6. Verify Phase (Phase de vérification).....	69
Etats d'avancement & Perspectives du projet .....	70
Conclusion.....	71
ANNEXES .....	72
Références Bibliographiques.....	81

## Remerciements

*Je tiens à remercier dans un premier temps mon tuteur de stage et responsable du SAV ResMed Paris ; M.Hervé Ranno-Charrier qui a été présent et à l'écoute depuis le début du stage.*

*Un merci particulier à M.Charbel Bou-Kheir qui m'a soutenu tout le long du projet et qui m'a permis d'avancer et de m'encourager à chaque étape.*

*Je remercie également M.Gilbert Farges pour son aide et son soutien, ainsi que M.Caliste qui m'a permis d'avancer grâce à ses enseignements qui m'ont été précieux.*

*Un grand merci à :*

- *Samuel Remblière ; le chef d'atelier pour son aide et sa disposition.*
- *Tous les techniciens de l'atelier ; qui m'ont permis d'avoir une vue détaillée de leur travail.*
- *Claudy Zygmunt; la rédactrice technique qui m'a apporté des réponses clés au cours de mon projet.*
- *Céline Leray et Lilit Gregorian ; les assistantes SAV qui ont répondu présentes à mes interrogations.*
- *Christophe Petit et Louis-Marie Poquet; les formateurs clients grâce à qui j'ai pu voir les aspects techniques fonctionnels et de réparation des appareils.*

*Un merci à mon mari qui m'a soutenu tout le long de cette expérience et qui a été patient. Ainsi qu'à mes parents et mon frère qui m'ont soutenu depuis le début.*

## Glossaire

- ❖ **DMADOV** : Define, Measure, Analyze, Design, Optimize, Verify
- ❖ **ETTR** : Elapsed Time To Repair
- ❖ **EPT** : Estimated Process Time
- ❖ **FAST** : Functional Analysis System Technique
- ❖ **FPY** : First Pass Yield
- ❖ **Gage R&R** : Gage Repetability & Reproducibility
- ❖ **KPIs** : Key Performance Indicators
- ❖ **PDS** : Planification Dynamique Stratégique
- ❖ **QFD** : Quality For Deployment
- ❖ **QQOQCP** : Qui ?, Quoi ?, Où ?, Quand ?, Comment ?, Pourquoi ?
- ❖ **5S** : *SEIRI* (Supprimer l'inutile), *SEITON* (Situer les choses), *SEISO* (Faire scintiller), *SEIKETSU* (Standardiser les règles), *SHIRSUKE* (Suivre et progresser)
- ❖ **VSM** : Value Stream Mapping/ Chaîne des valeurs
- ❖ **Principaux états d'avancement** :

**EDEVIS** : Envoie devis

**DDIAG/FDIAG**: Début diagnostique/Fin diagnostique

**DREP/FREP**: Début réparation/ Fin réparation

**DCTRL/FCTRL**: Début contrôle/Fin contrôle

**DREFM/FFERM**: Début fermeture/ Fin fermeture

**RET** : Retour client ; renvoie de la machine au client

**DPACK/FPACK**: Début Packaging/Fin Packaging

## Liste des figures

Figure 1: Les types d'appareils ResMed.....	10
Figure 2: Implantation géographique de ResMed Global.....	10
Figure 3: La politique qualité ResMed.....	11
Figure 4: Chiffre d'affaires ResMed de 2007 à 2011 .....	12
Figure 5: Les dates clefs de ResMed Paris.....	13
Figure 6: L'évolution technologique des appareils ResMed Paris .....	13
Figure 7: L'organigramme du SAV ResMed Paris.....	14
Figure 8: Le marquage CE.....	16
Figure 9: Proportions des machines réparées au SAV Paris .....	16
Figure 10: Types de ventilations à ResMed Paris.....	17
Figure 11: La technologie du Stellar 150 : le iVAPS .....	20
Figure 12: L'étendue de l'ETTR.....	21
Figure 13: Les bancs utilisés pour la réparation de l'Elisée.....	22
Figure 14: Comparaison du processus actuel et du processus du Stellar .....	23
Figure 15: Elimination des WT dans le processus du Stellar .....	24
Figure 16: La PDS.....	27
Figure 17: Les niveaux de pilotage Six Sigma.....	30
Figure 18: Baisse de l'ETTR de 2009 à 2012 .....	32
Figure 19: La méthode Six Sigma.....	34
Figure 20: Le DFSS et le DMAIC .....	39
Figure 21: Les coûts de démarrage et de scale up chez Toyota avant et après le QFD.....	42
Figure 22: les 7 principes d'action d'une démarche qualité.....	44
Figure 23: Les finalités d'une démarche qualité .....	44
Figure 24: Relation entre les domaines de conception .....	45
Figure 25: Performances de l'Axiomatic Design.....	46
Figure 26: Démarche de conception du Systematic Design.....	47
Figure 27: Le concept du banc optimisé .....	48
Figure 28: L'équipe projet.....	49
Figure 29: La stratégie du projet .....	50
Figure 30: Planning prévisionnel.....	51
Figure 31: Le SIPOC projet.....	52
Figure 32: VSM des Stellar sous garantie .....	53
Figure 33: Cartographie du processus des Stellar hors garantie.....	55
Figure 34: Les étapes de réparation sur un seul banc .....	60
Figure 35: Le banc destiné au Stellar.....	61
Figure 36: Les états d'avancement des différentes étapes .....	62
Figure 37: L'arbre des pannes du Stellar.....	63

Figure 38: Matrice de priorisation des pièces détachées .....	63
Figure 39: Principe du Stock Visual Management .....	69
Figure 40: Les états d'avancement du projet .....	70
Figure 41: Les principes du KANBAN .....	76
Figure 42: Tableau d'ordonnancement .....	77
Figure 43: Réalisation du QFD .....	78
Figure 44: Les quatre macro-phases de la QFD .....	79

## Liste des tables :

Table 1: Les ventilateurs ResMed Paris par utilisation.....	18
Table 2: Le QQOQCP .....	26
Table 3: Gestion des risques projet .....	28
Table 4: Alternatives aux risques projet.....	28
Table 5: Comparaison entre Six Sigma et Lean .....	35
Table 6: Les différences fondamentales entre le Six Sigma et le DFSS .....	38
Table 7: Comparaison entre le DMAIC et le DMADV .....	40
Table 8: La gestion des risques lors du déploiement du Gage R&R.....	58
Table 9: Risques et alternatives .....	59
Table 10: Pourcentage des pièces détachées de l'arbre des pannes.....	64
Table 11: Les alternatives des pièces détachées.....	64
Table 12: Le nombre de réparations par un opérateur.....	65
Table 13: Les 5S la qualité et l'environnement.....	73

## Introduction

La conjoncture actuelle de compétitivité pousse les entreprises à déployer différentes méthodes et approches de résolution de problèmes et de gestion de projets, dans le but de livrer un produit ou un service de qualité afin de satisfaire le client et d'acquérir d'autres parts de marché.

L'objectif n'est pas uniquement de maîtriser les processus internes mais les entreprises s'intéressent de plus en plus à intégrer la qualité dès la conception ; une étape majeure lors du développement d'un nouveau produit. Pour ce faire l'entreprise se doit d'être efficace et efficiente dès le début et garantir un produit de qualité satisfaisant les besoins du client dès la première utilisation.

Plusieurs méthodes de conception existent. Celle adoptée par ResMed Paris est le Design For Six Sigma (DFSS), une approche apparentée au Six Sigma, qui permet de maîtriser la variabilité des processus. Les éléments clefs de cette méthode sont la qualité et la participation du client en recueillant ses besoins un sondage le VOC (Voice Of Customer).

Le DFSS a été déployé dans le cadre du projet de conception et de développement d'une nouvelle ligne de réparation optimisée pour l'appareil respiratoire nouvelle génération le Stellar.

Ce rapport traite le projet en quatre parties principales dont : la première qui donne un aperçu de l'entreprise, la seconde partie expose la problématique et la stratégie du projet, la troisième partie traite le choix de la méthodologie DFSS et enfin la dernière partie aborde le projet du stage et les différentes étapes du DFSS.

Pour des raisons de confidentialité, les pièces détachées (allant de la vis jusqu'au moteur) vont être citées sous forme de numéros)

## Chapitre I : Présentation de l'entreprise

### 1.1. ResMed-Leader en médecine du sommeil et en ventilation

ResMed est une entreprise du domaine médical spécialisée dans la fabrication et la commercialisation d'appareils respiratoires pour le diagnostic et le traitement des Troubles Respiratoires du Sommeil (TRS) ou apnée du sommeil et de l'insuffisance Respiratoire Chronique (IRC).

L'entreprise a été fondée en 1989 pour commercialiser un appareil destiné au traitement du Syndrome d'Apnée Obstructive du Sommeil (SAOS) ; un sous-groupe majeur des TRS.

Le SAOS est le syndrome le plus fréquent de l'apnée du sommeil, il se traduit par l'obstruction des voies aériennes, ces circonstances cliniques d'écart à la normale peuvent être dus à un manque de tonus musculaire pendant le sommeil, à une présence excessive de tissus ou à des déformations anatomiques des voies aériennes supérieures et de la mâchoire. Chez ResMed le premier traitement réussi pour le SAOS a été conçu avec le principe de la Pression Positive Continue des voies nasales (PPC) / Continuous Positive Airways Pressure (CPAP). Ce sont des appareils développés pour l'apnée du sommeil tels que la gamme S8 et la gamme S9, leur principe de fonctionnement est d'envoyer une légère pression dans les voies aériennes afin de les maintenir ouvertes et permettre au patient d'avoir une meilleure qualité de sommeil.



S9 Elite™



S8 Auto Score™

L'IRC est l'incapacité chronique du système respiratoire à assurer des échanges gazeux adaptés aux besoins de l'organisme cela se traduit par un manque d'oxygène (O<sub>2</sub>) et un défaut d'épuration du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Les causes de cette insuffisance sont différentes et comprennent des maladies touchant les voies respiratoires. Dans ce cas les appareils utilisés ne sont pas des PPC mais des respirateurs classés dans la catégorie des ventilateurs (Bilevel/VNDP) ce type de ventilation combine deux paramètres la pression et le volume.

Comme mentionné sur la (figure 1), les PPC/CPAP sont utilisés avec une interface patient non invasive (masque à fuite), alors que la ventilation utilise des interfaces patients à valve en ventilation invasive (trachéale) et non invasive (masque).

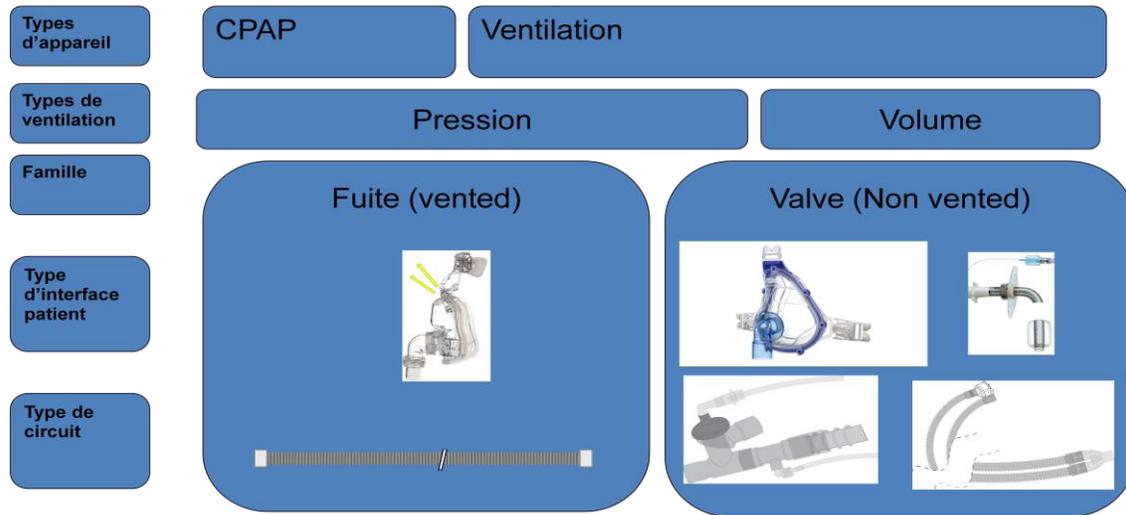


Figure 1: Les types d'appareils ResMed <sup>[1]</sup>

- **Implantation géographique**

ResMed opère grâce à des bureaux en direct en Allemagne, Australie, Autriche, Espagne, Finlande, France, Grande Bretagne, Hollande, Hong Kong, Japon, Malaisie, Nouvelle-Zélande, Singapour, Suède, Suisse, et Etats-Unis, ainsi qu'à travers un réseau de distributeurs dans plus de 60 autres pays <sup>[2]</sup> (figure 2).



Figure 2: Implantation géographique de ResMed Global <sup>[2]</sup>

- **Une qualité globale au cœur du métier**

Comme l'illustre la (figure 3) la politique qualité de ResMed s'articule autour de la satisfaction du client. La société a intégré au sein de son système commun de management de la qualité un manuel qualité global.

Cette politique globale permet le maintien et l'efficacité du système de management de la qualité, tout en étant dans un environnement d'amélioration continue mesuré grâce à des indicateurs de performances dits KPIs (Key Performance Indicators) <sup>[3]</sup>.



**Figure 3:** La politique qualité ResMed <sup>[3]</sup>

- **Chiffre d'affaire**

En 2011, le chiffre d'affaire de ResMed a été estimé à plus d'un milliard de dollars, depuis 2007 le chiffre d'affaire de ResMed est en perpétuelle augmentation (figure 4).

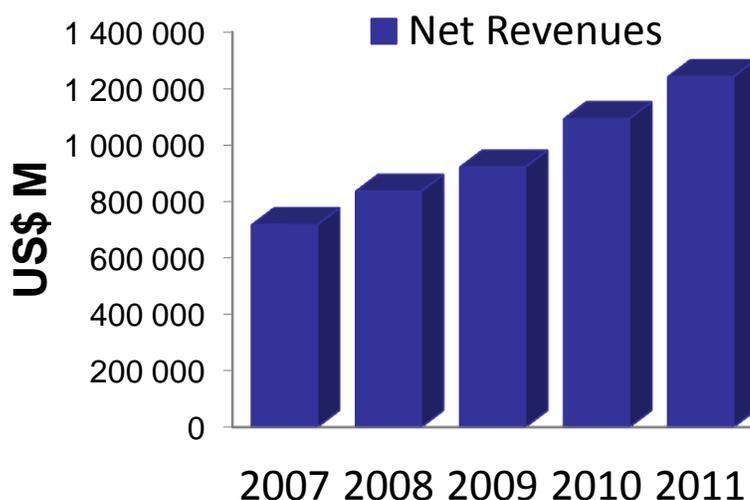


Figure 4: Chiffre d'affaires ResMed de 2007 à 2011 <sup>[4]</sup>

## 1.2. ResMed Paris

- **Les dates clés**

Suite à la fusion de SAIME et de PREMIUM, en 2005, un centre de développement, de fabrication, de services et de ventes pour la ventilation a été mis en place. En 2008, le Groupe SAIME devient ResMed (figure 5) <sup>[5]</sup>.

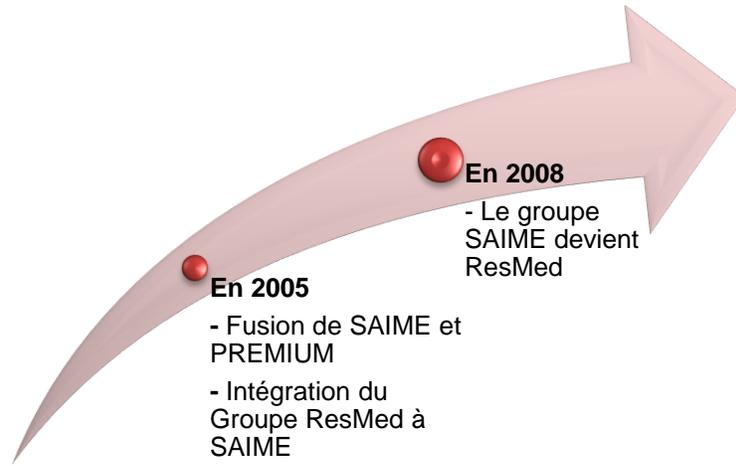


Figure 5: Les dates clefs de ResMed Paris [3]

Plusieurs gammes ont été développées en commençant par la gamme Eole 1 qui pesait 25kg en 1987. Grâce à une évolution technologique et pratique remarquables la société a réussi à développer des appareils de plus en plus performants dont la gamme Elisée, qui ne pèse que 2,5kg et qui fonctionne grâce à une micro turbine (figure 6).

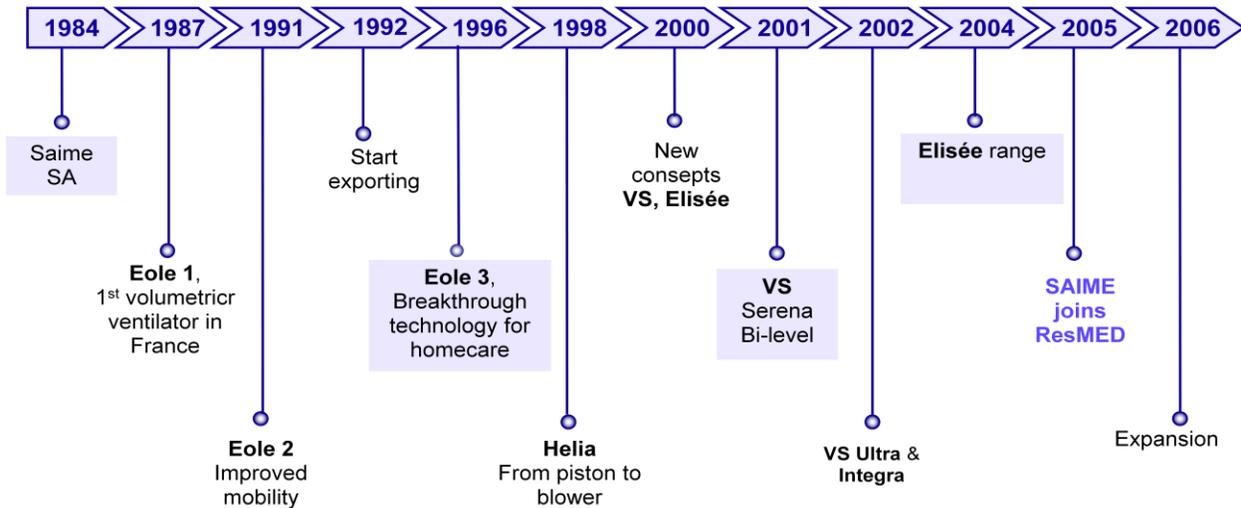


Figure 6: L'évolution technologique des appareils ResMed Paris [6]

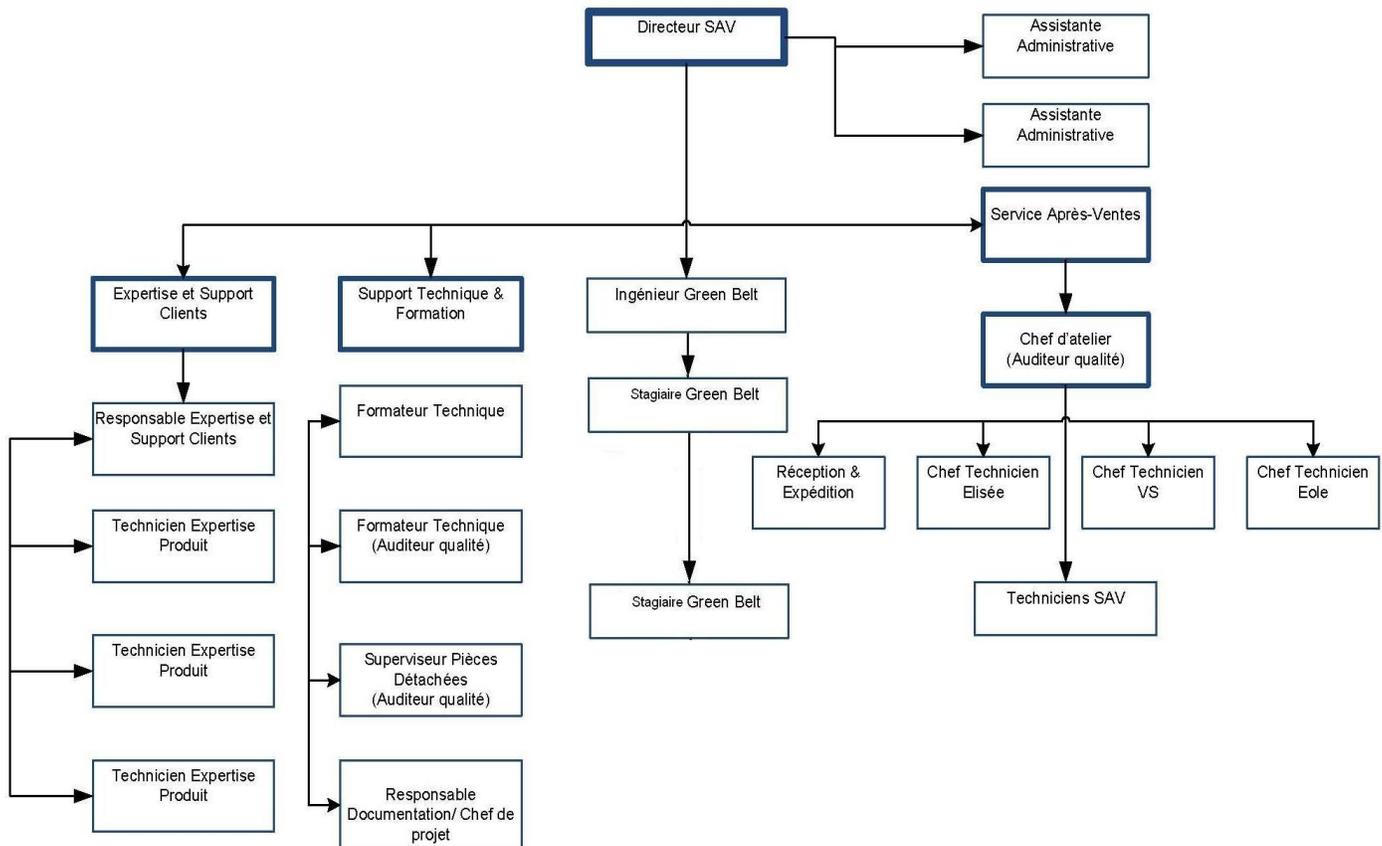
• **Le Service Après Ventes Paris**

La division ResMed Paris ne fabrique et ne répare que des ventilateurs volumétriques et barométriques.

Dans le cadre de la validation du Master 2 Management de la Qualité à l'UTC, le stage de fin d'études s'est déroulé au sein du service après ventes dont les principales fonctions sont :

- ✓ La réparation des machines retournées par les clients
- ✓ Formation des clients
- ✓ Support technique

L'organisation du SAV est détaillée dans le diagramme ci-après :



**Figure 7:** L'organigramme du SAV ResMed Paris [7]

- **La gamme des produits**

### ***L'environnement réglementaire et normatif global***

Les appareils ResMed évoluent dans un environnement normatif et réglementaire global. Les ventilateurs appartiennent à la gamme des appareils électromédicaux et sont soumis à un environnement normatif régi par la norme générale NF EN 60601-1: 1990 + A1:1993 + A2: 1995 (janvier 2007) <sup>[8]</sup>. Selon cette norme un appareil électromédical est défini comme étant un : «*appareil électrique qui possède une PARTIE APPLIQUEE ou qui transfère de l'énergie vers le PATIENT ou à partir de celui-ci ou qui détecte un tel transfert d'énergie vers le PATIENT ou à partir de celui-ci et qui est:*

*a) équipé au plus d'un moyen de raccordement à un RESEAU D'ALIMENTATION donné ; et*

*b) destiné par son FABRICANT à être utilisé:*

*1) pour le diagnostic, le traitement ou la surveillance d'un PATIENT ou*

*2) pour la compensation ou l'atténuation d'une maladie, d'une blessure ou d'une incapacité »*

De plus, les appareils ResMed répondent aux exigences réglementaires des dispositifs médicaux de classe IIb cités dans les règles 9 et 11 de la directive DIRECTIVE 93/42/CEE DU CONSEIL du 14 juin 1993 relative aux dispositifs médicaux <sup>[9]</sup>.

Il est essentiel de souligner que ces appareils ont une large utilisation allant du domicile aux hôpitaux; ils sont soumis à des normes de sécurité et de conformité dites spécifiques.

Afin que ResMed puisse vendre ses produits en Europe il est indispensable qu'ils soient marqués CE ; le marquage est obtenu selon la procédure illustrée dans la (figure 8) <sup>[10]</sup>

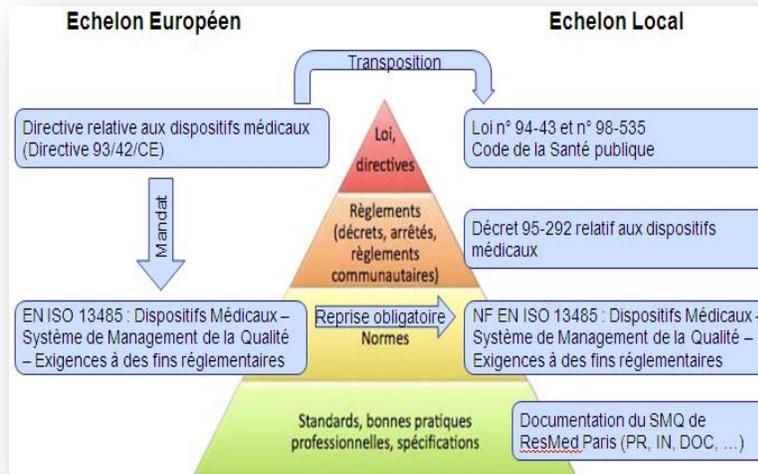


Figure 8: Le marquage CE <sup>[10]</sup>

### Pourcentages des réparations

Le SAV Paris répare en moyenne 200 machines par mois, dont la gamme VS, Eole et la gamme Elisée ; majoritairement des Elisée 150 avec un taux de 68% (figure 9).

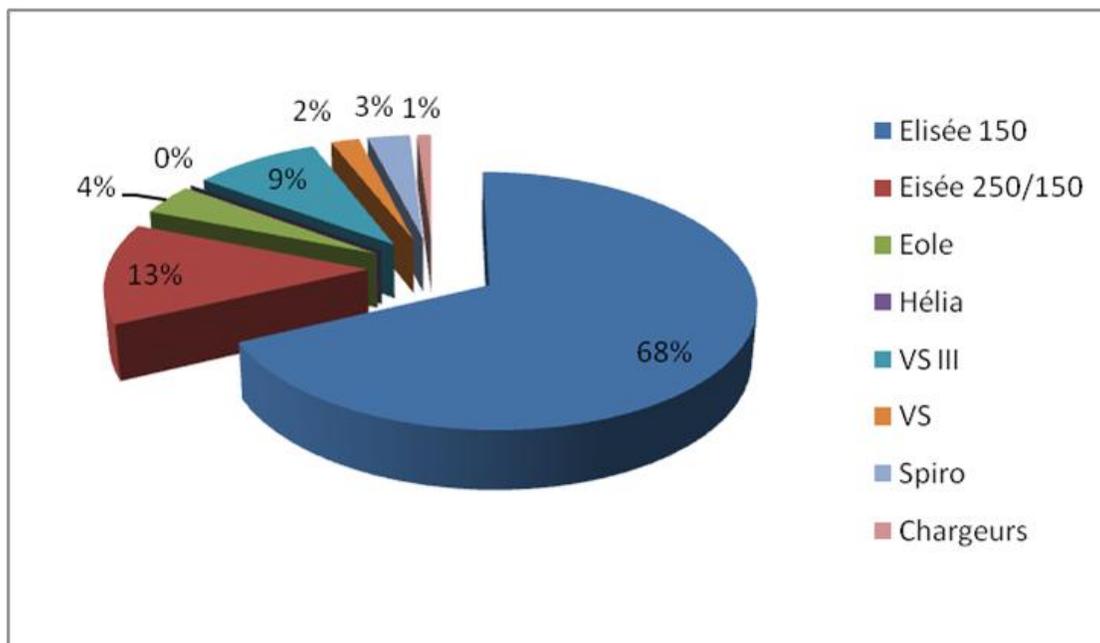


Figure 9: Proportions des machines réparées au SAV Paris <sup>[11]</sup>

## Classement par type de ventilation

ResMed Paris est en charge de 3 gammes de ventilateurs : Eole, VS, Elisée et Stellar sur lequel porte ce projet.

Le classement des appareils peut se faire selon (figure 10) :

- *Les paramètres utilisés* : il existe deux types de ventilations ; une ventilation barométrique et une ventilation volumétrique.
- *L'interface patient/ventilateur* : elle regroupe deux familles de ventilations ; à fuite et à valve.

Il est important de souligner que tous ces appareils sont destinés aux enfants et aux adultes.

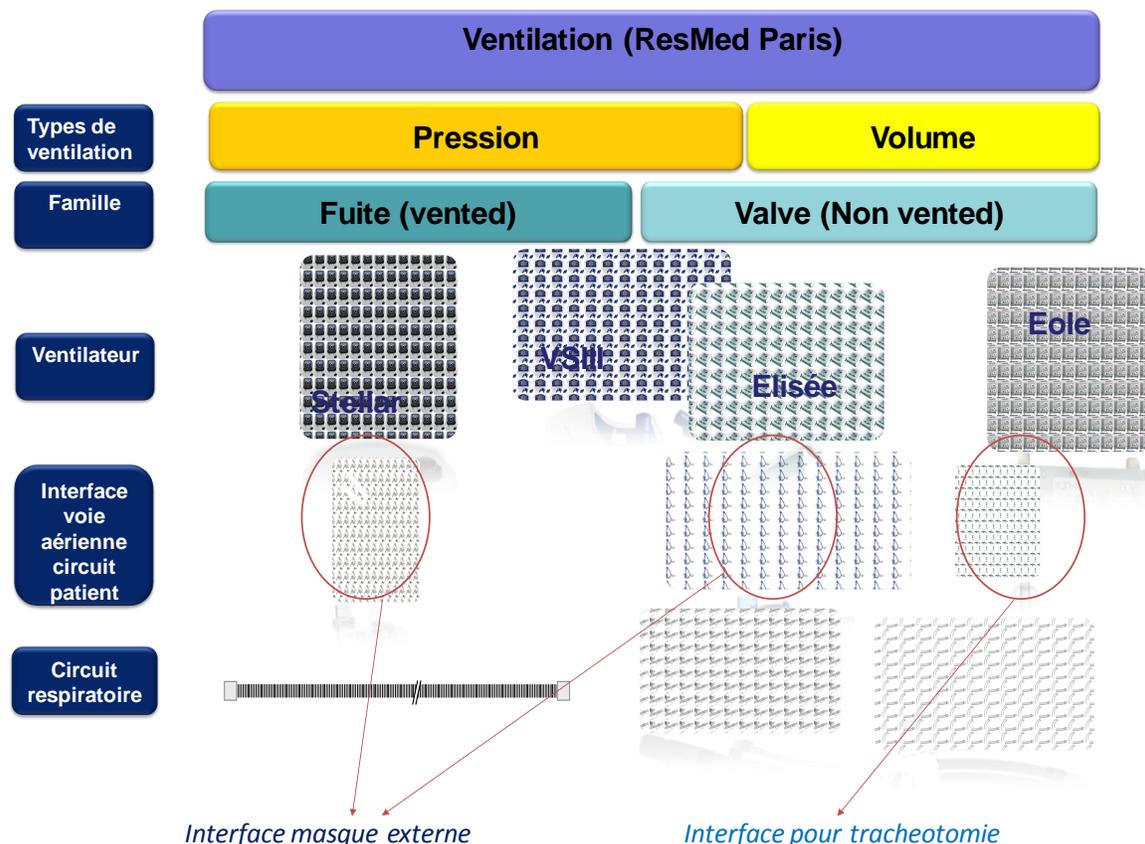


Figure 10: Types de ventilations à ResMed Paris <sup>[1]</sup>

## Classement par utilisation

Les ventilateurs ResMed Paris sont destinés à plusieurs utilisations dont à domicile, à l'hôpital notamment en pneumologie, réanimation et les poste opératoires. Ces appareils sont également destinés au milieu urgentiste et ambulatoire (table 1).

LE TYPE DE GAMME						
	Stellar 100 et 150	VS III	Eole XLS	Elisée 150	Elisée250	Elisée350
Appareils						
Utilisation	Du domicile à l'hôpital	Domicile	Domicile	Domicile & hôpital	Transport & urgences	Hôpital (reanimation & soins intensifs)

**Table 1:** Les ventilateurs ResMed Paris par utilisation <sup>[3]</sup>

Les différentes gammes répondent à des normes dites spécifiques dont un exemple :

### -L'Elisée 350-

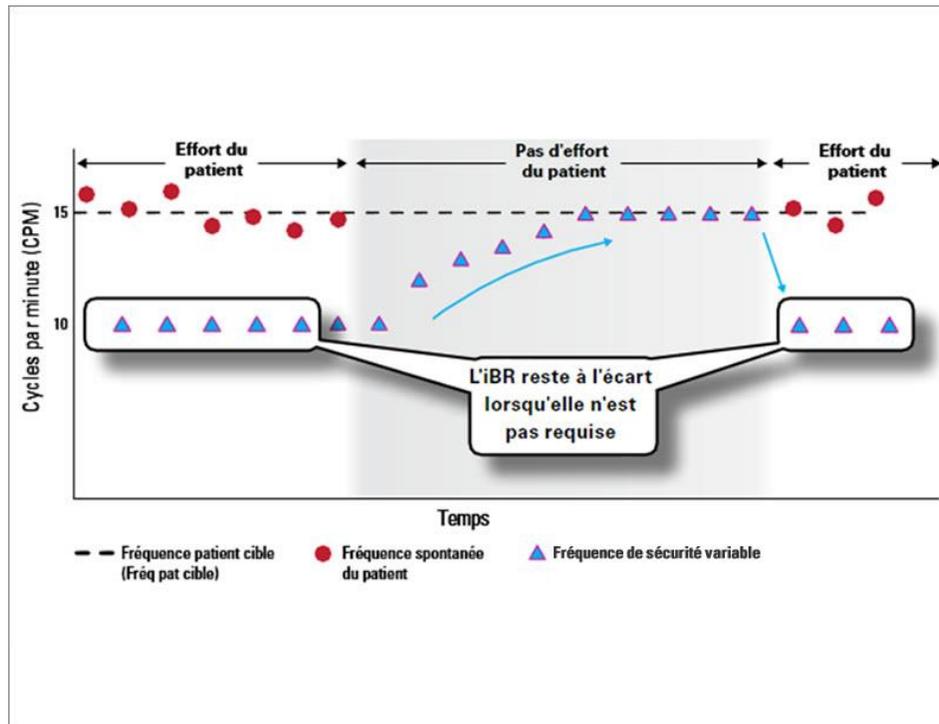
- ✓ EN 794-1: 1997 + A2: 2009 Ventilateurs pulmonaires - Partie 1: Prescriptions particulières des ventilateurs pour soins critiques
- ✓ EN 794-3: 1998 +A2: 2009 Ventilateurs pulmonaires - Partie 3: Règles particulières pour les ventilateurs d'urgence et de transport

La gamme VS regroupe quatre appareils : Serena, Integra, Ultra et VSIII, sa fabrication se fait à Sydney et la réparation à ResMed Paris.

La gamme Eole, est un ancien appareil mais qui a été fabriqué jusqu'en 2011 de par la demande fluctuante. Cependant ResMed Paris doit assurer un SAV de 5ans de par la réglementation.

La gamme Stellar est fabriquée à Sydney. C'est un ventilateur nouvelle génération ; il regroupe le Stellar™100 et le Stellar™150. Ces deux produits ont les mêmes fonctions et sont destinés à la même utilisation sauf que le Stellar™150 est doté d'une technologie exclusive; le iVAPS (intelligent Volume-Assured Pressure Support/Aide inspiratoire intelligente pour une ventilation alvéolaire garantie) une nouvelle innovation ResMed. Ce paramètre permet une stabilisation de la ventilation alvéolaire des utilisateurs. Les patients souffrant d'insuffisance respiratoire ont des espaces anatomiques morts.

Le iVAPS permet de fournir une fréquence de sécurité variable (intelligent Back-up Rate, iBR) au moment requis, la fonction iBR maximise les probabilités de déclenchement spontané par le patient. Cette fréquence de sécurité variable aide à maintenir la synchronisation au cours d'événements comme une toux ou un soupir (figure 11) <sup>[12]</sup>.



**Figure 11:** La technologie du Stellar 150 : le iVAPS <sup>[12]</sup>

La gamme Stellar est utilisée pour les jeunes enfants (13 kg +) et les adultes souffrant, par exemple d'une maladie neuromusculaire, du syndrome d'obésité hypoventilation (SOH) ou de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO).

## Chapitre II : Contexte, enjeux, problématique et risques projet

### 1. Contexte

En plus des 3 gammes réparées actuellement au SAV ResMed Paris. Le Stellar, un nouveau ventilateur, intégrera le service.

#### *Définition de l'ETTR chez ResMed*

Afin de mieux cerner le contexte du projet, il est nécessaire de définir le spectre du temps de réparation (ETTR : Elapsed Time To Repair) ; un élément important pour le processus. L'ETTR s'étend de la réception de l'appareil en logistique jusqu'à l'emballage en intégrant les devis (figure 12).

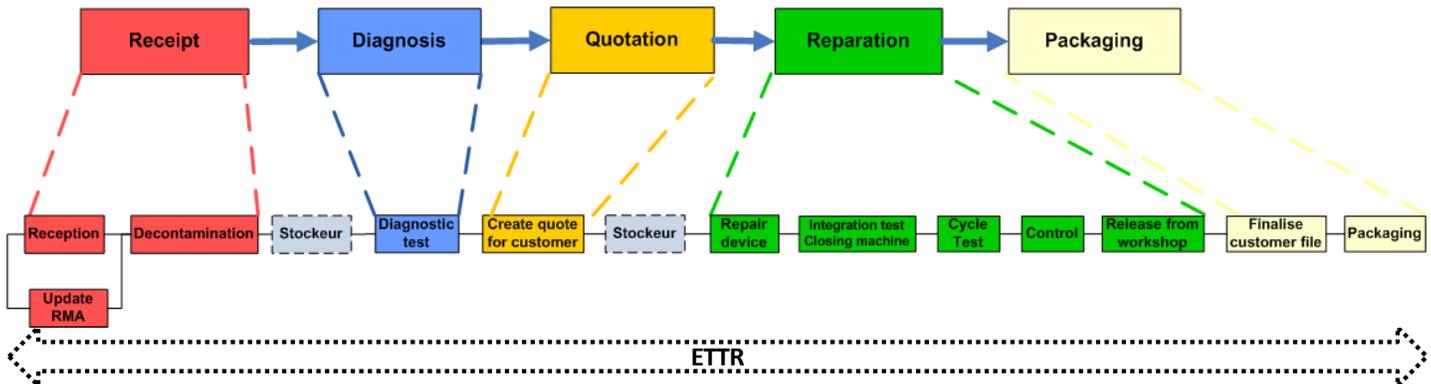


Figure 12: L'étendue de l'ETTR [3]

### *Processus de réparation du Stellar*

L'analyse de la cartographie actuelle du processus de réparation, permet de voir que les 5 étapes principales sont la réception, le diagnostic de la panne, la création du devis, la réparation de la panne et enfin l'emballage. Les sous étapes sont au nombre de 14. Les étapes sont effectuées sur des bancs différents (figure 13).



**Figure 13:** Les bancs utilisés pour la réparation de l'Elisée <sup>[3]</sup>

Le processus de réparation du Stellar révèle quelques différences. Certaines étapes sont communes au processus actuel, tandis que d'autres sont inexistantes (figure 14).

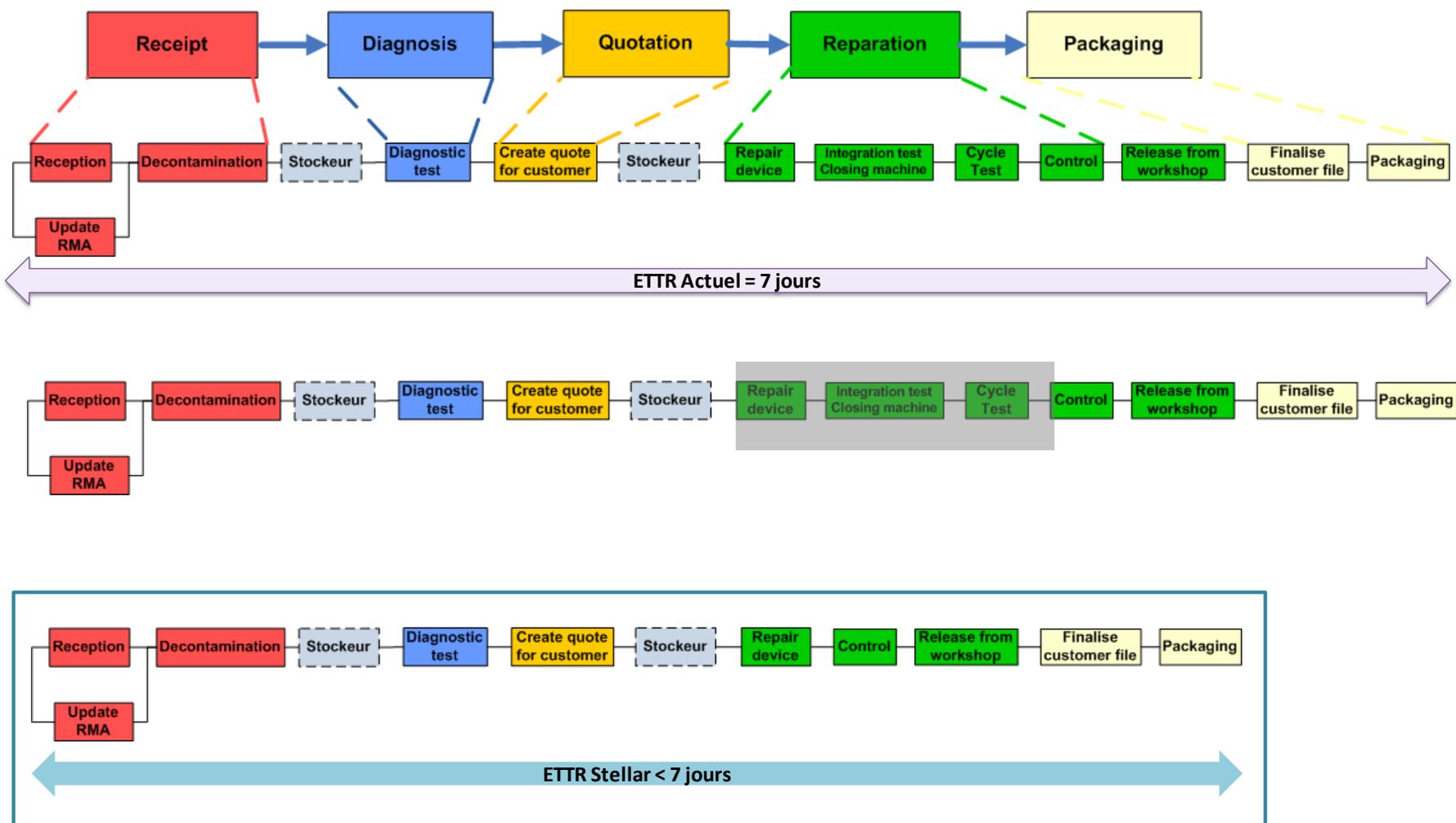


Figure 14: Comparaison du processus actuel et du processus du Stellar <sup>[3]</sup>

La particularité majeure du Stellar, est l'utilisation d'un logiciel pour le diagnostic et le contrôle. Cela permet de faire les différents tests instantanément.

Grâce à ce principe de réparation, l'idée principale est de supprimer tous les temps d'attente qui n'apportent aucune valeur ajoutée. Le but est d'effectuer ces étapes sur le même banc par le même technicien dans un flux continu. Ce concept permet de garantir au client un ETTR de 2 jours avec, sur le banc, un temps de réparation < 1h20 (figure 15).

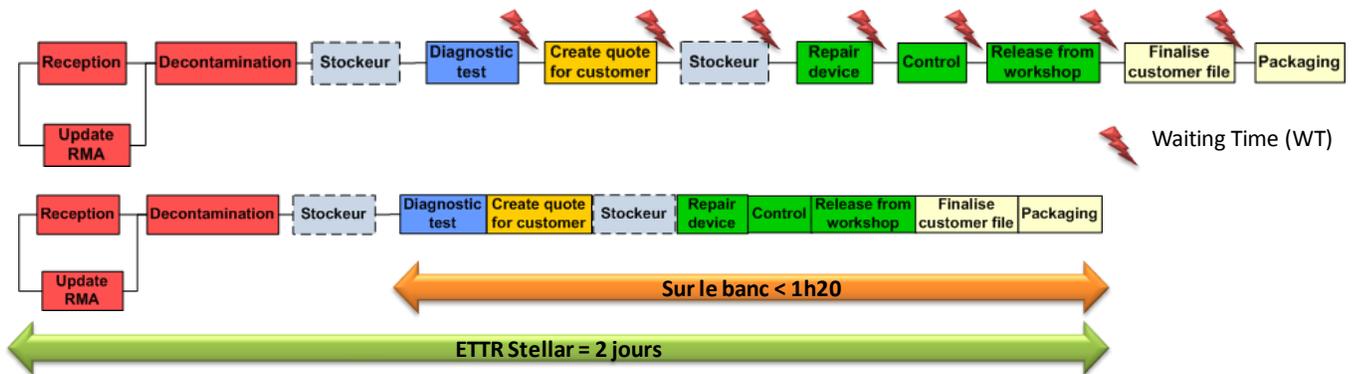


Figure 15: Elimination des WT dans le processus du Stellar <sup>[3]</sup>

## 2. Enjeux

Etant donné que le ventilateur Stellar a une large utilisation allant du domicile à l'hôpital, ResMed se doit d'assurer une réparation rapide qui permet un renvoi au client dans des délais très courts.

La conception d'un nouveau banc optimisé en ayant toutes les pièces détachées à poste et en effectuant toutes les étapes de réparation sur le même banc par un seul technicien ; permettra un gain de temps et d'argent au SAV ResMed Paris et cela en supprimant les actions n'ayant aucune valeur ajoutée dont les WT.

## 3. Problématique et stratégie du projet

- ***Cadrer la problématique (QQOQCP)***

Afin de mieux suivre le projet dans son intégralité, il a été nécessaire de bien cerner la problématique avant d'entamer toute autre action. Pour ce faire un QQOQCP (Qui?, Quoi?, Où?, Quand?, Comment?, Pourquoi?) a été réalisé ce qui a permis de cerner le périmètre et les acteurs majeurs du projet (table 2).

<b>QQOQCP : Cadre le problème</b> Rechercher et partager les enjeux	<b>Drouche Leila</b> Conception d'un banc de réparation optimisé pour le Stellar		<b>Réf : QQOQCP_2012</b> <b>Phase Define</b>
<b>Donnée d'entrée :</b> Problématique générale	Le Stellar une technologie simple et un processus de réparation rapide		
<b>Qui ?</b> Qui est concerné par le problème?	Directs	Indirects (éventuels)	
	Emetteurs : SAV ResMed Paris Récepteurs : ResMed Paris	Récepteurs : Entités ResMed (Finlande, USA, Australie, Allemagne)	
<b>Quoi ?</b> C'est quoi le problème ?	Les bancs actuels ne sont pas adaptés à la réparation du Stellar en 2 jours		
<b>Où ?</b> Où apparaît le problème ?	Au SAV Paris		
<b>Quand ?</b> Quand apparaît le problème ?	Lors de l'étape de réparation (Diagnostic, Réparation et Control)		
<b>Comment ?</b> Comment mesurer le problème ? Comment mesurer ses solutions ?	Identifier les besoins des clients internes et externes Faire passer des machines dans le flux actuel		
<b>Pourquoi ?</b> Pourquoi résoudre ce problème ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour réparer 95% des machines en un délai de 2 jours maximum</li> <li>- Pour éliminer les temps d'attentes (Waiting Time « WT »)</li> <li>- Pour réduire les coûts des étapes de réparation</li> <li>- Pour garantir une bonne réparation dès la première fois</li> </ul>		
<b>Donnée de sortie :</b> Question explicite et pertinente à résoudre	Concevoir un banc optimisé adaptable à la réparation de 95% du Stellar en moins de 2 jours		

**Table 2:** Le QQOQCP <sup>[3]</sup>

- **Définir la Stratégie (PDS)**

Les objectifs mesurables, les livrables et la stratégie du projet ont pu être définis à l'aide de la PDS (Planification Dynamique Stratégique) (figure 16).

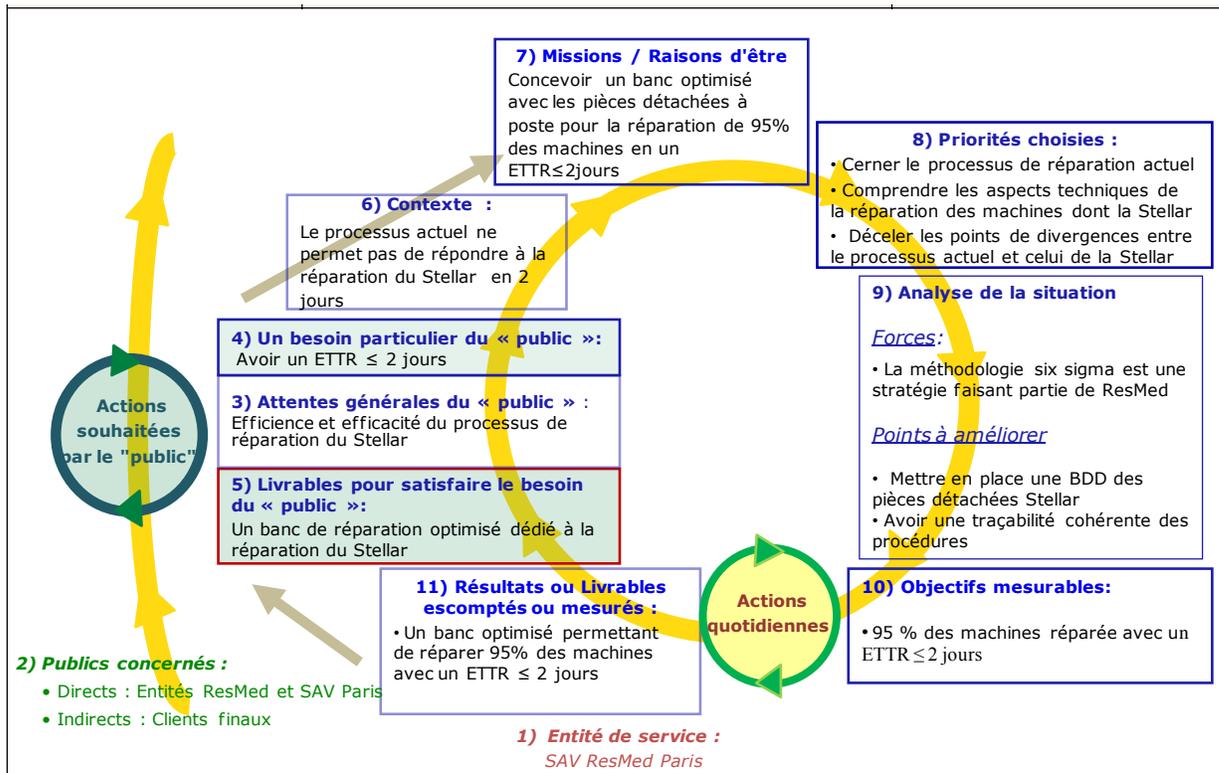


Figure 16: La PDS [3]

## 4. Gestion des risques

Pour une meilleure gestion du projet il a fallu effectuer une étude des risques possibles afin de définir leur criticité. Cette dernière est le produit de la Gravité (G,) l'Apparition (A) et la Détectabilité (D). L'échelle attribuée à chacun des critères est 1(Faible)-3 (Moyenne)-9 (Haute) (table 3), par la suite des alternatives ont été mises en place afin de palier à ces risques (table 4).

Actions	Risques	Gravité	Apparition	Détectabilité	Criticité	Rang
Déroulement du projet	Mauvaise utilisation de la méthodologie DFSS	9	3	9	243	1
Déroulement des étapes du DFSS	Mauvaise utilisation des nouveaux outils qualité du DFSS	9	1	9	81	2
Lors de l'utilisation du VOC interne	Mauvaise interprétation des besoins clients internes	9	1	9	81	2

**Table 3:** Gestion des risques projet <sup>[3]</sup>

Risques	Alternatives
Mauvaise utilisation de la méthodologie DFSS	Se documenter sur la méthodologie Prendre conseil auprès du responsable du stage
Mauvaise utilisation des nouveaux outils qualité du DFSS	Se documenter dans la littérature sur les utilisations des outils Demander l'avis du responsable du stage
Mauvaise interprétation des besoins clients internes	Garder une trace des notes de toutes les informations recueillies

**Table 4:** Alternatives aux risques projet <sup>[3]</sup>

## Chapitre III : Méthodologie de la gestion du projet

### 1. Le DFSS (Design For Six Sigma) : une approche apparentée au Six Sigma

#### 1.1. La méthode Six Sigma

La méthodologie Six Sigma est apparue au Japon en 1980 au sein de l'équipementier électronique Motorola. Au cours des années 90, cette méthode a été adoptée par d'autres groupes industriels multinationaux dont General Electric (GE).

Le Six Sigma vise l'amélioration continue de la qualité des processus et la maîtrise de la variabilité en utilisant des outils statistiques. C'est une méthode qui est adaptable à tout type de processus : industriel, ingénierie de produit, commercial, maintenance, achats et conception de produit et de service <sup>[13]</sup>.

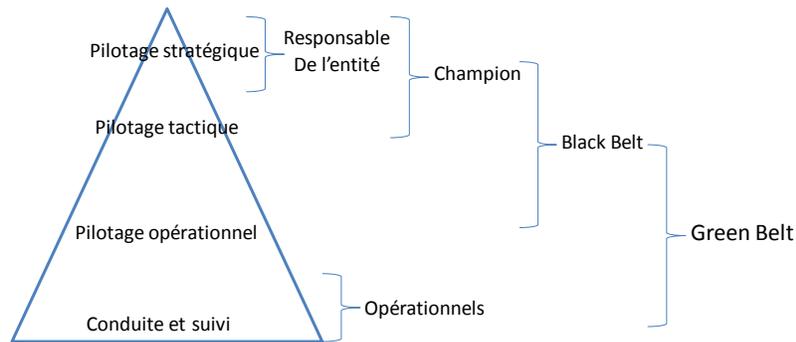
Le Six Sigma est une méthodologie d'identification et de résolution de problèmes au niveau des processus, dans le but de réduire les défauts qui sont à l'origine de la perte de temps, d'argent et de clients. Etre performant à un niveau Six Sigma signifie qu'il n'existe que 3,4 défauts par 1 million d'occurrence c'est ce qui est appelé le DPMO (Defects Per Million Opportunities). Les outils utilisés dans le Six Sigma permettent de mettre l'accent sur les points critiques pour le client et sur les facteurs en cause des défaillances <sup>[14]</sup>.

Au sein du SAV ResMed Paris le Six Sigma fait partie intégrante de la politique de gestion de projet et de résolution de problèmes. En effet, plusieurs projets Six Sigma ont été effectués et ont fait leurs preuves dans l'amélioration des processus.

#### *1.1.1. Six Sigma : Une démarche de management et une organisation de la compétence*

Afin de mener à bien un projet Six Sigma, il est nécessaire de définir le rôle des individus qui vont mener le changement. General Electric a associé des dénominations telles que White Belt, Green Belt, Black Belt, Master Black Belt et Champion.

Il existe 4 niveaux de pilotage (figure 17) <sup>[15]</sup>.



**Figure 17:** Les niveaux de pilotage Six Sigma <sup>[15]</sup>

**Stratégique :** La mise en place d'une méthodologie Six Sigma vise les coûts, les performances internes, la satisfaction du client et la perception interne, ainsi que le positionnement vis-à-vis de la concurrence. Pour ce faire, il faut avoir une vision claire dès le début dans la façon de procéder et impliquer le Champion. Ce dernier a pour mission de déployer et de sélectionner les projets sur les lesquels doit être appliquée une démarche Six Sigma.

**Tactique :** Ce pilotage consiste en la traduction du pilotage stratégique au niveau opérationnel. Le but est de faire le choix des chantiers Six Sigma qui doivent être développés et donner les moyens pour qu'ils se fassent. Le Champion est aussi impliqué dans cette phase avec l'aide du Black Belt pour le choix des projets. Le Black Belt est la personne qui a des connaissances de haut niveau en statistiques et doit avoir un bon relationnel afin de pouvoir mener à bien les projets.

**Opérationnel :** Le pilotage opérationnel a pour but la conduite des projets Six Sigma à travers la méthodologie DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), à ce niveau le Black Belt est le leader assisté par le Green Belt.

**Conduite et suivi :** Pour cette étape le but est d'appliquer les décisions résultantes de la démarche DMAIC, elle implique tous les opérationnels du processus, le Green Belt devient à son tour un opérationnel.

### **1.1.2. Six Sigma : une méthodologie basée sur l'écoute du client**

Le Six Sigma vise la satisfaction du client. D'une façon plus simple un client satisfait est content, un client non satisfait est mécontent. Cependant plusieurs entreprises pensent que la satisfaction du client ne peut être mesurée de par la nature de sa perception qui est purement émotionnelle et non cognitive, mais la mesure de l'émotion du client peut se faire à travers un questionnaire avec des pourcentages attribués aux éléments de réponse. Cela permet de prioriser les réponses selon leur poids et leur importance d'après le client. Dans la méthodologie Six Sigma c'est ce qui est appelé le VOC (Voice Of Customer) ou la Voix Du Client qui consiste en un sondage à travers un questionnaire.

Le VOC est le fil conducteur du déploiement d'un projet Six Sigma, c'est ce qui permet de définir la stratégie du projet. En effet, le but est de satisfaire et de fidéliser les clients de l'entreprise, d'acquérir d'autres parts de marché et d'améliorer la chaîne des valeurs ou la VSM (Value Stream Value) <sup>[16]</sup>.

Chez ResMed le VOC a permis de connaître la position du client vis-à-vis de l'ETTR en 2010, ce qui a consolidé le projet de diminution de l'ETTR à 14 jours.

### **1.1.3. Six Sigma : Une stratégie de percée et de mesure**

En plus de l'amélioration continue des processus au quotidien, le Six Sigma permet à l'entreprise une « percée » et cela avec une remise en cause fondamentale des processus. L'intérêt est de revoir les produits, les processus ou les mentalités. Le but de la percée n'est pas forcément de changer tout au même temps mais c'est un ensemble d'actions résultants d'un changement dans la façon d'être <sup>[17]</sup>. C'est ce qui a permis à ResMed de diminuer le temps de réparation de leurs machines de jour en jour en passant d'un ETTR de 49 jours en 2009 à un ETTR de 7 jours en 2012 (figure 18).

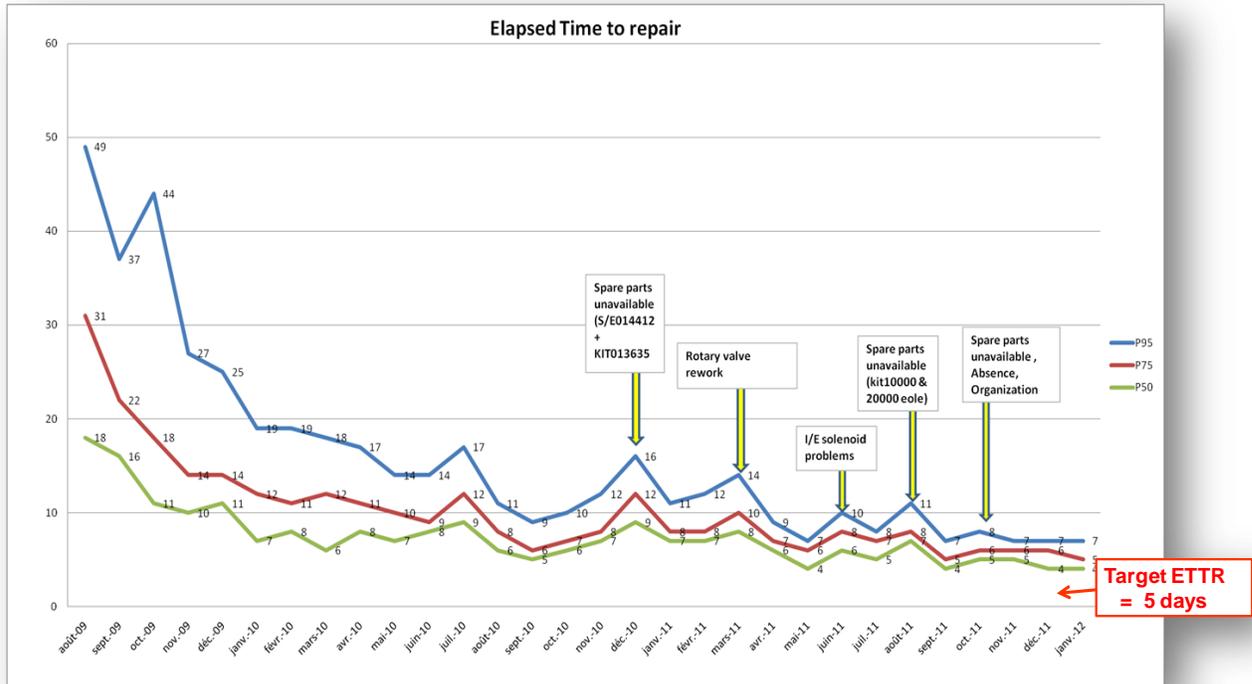


Figure 18: Baisse de l'ETTR de 2009 à 2012 <sup>[11]</sup>

En effet, analyser et mesurer les processus en profondeur permet de déceler des points d'amélioration non négligeables qui à long terme apportent un gain au sein d'une entreprise. C'est dans cette optique qu'opère ResMed afin d'atteindre un ETTR de 5 jours à travers un autre projet Six Sigma.

Une stratégie par percée se fait à travers plusieurs actions <sup>[18]</sup> :

- a. Identifier les problèmes liés à une non-qualité d'un produit ou d'un service qui a des incidences sur sa performance
- b. Etablir un projet
- c. Mesurer et analyser le processus actuel afin de connaître sa vraie performance
- d. Générer et tester des hypothèses sur les causes d'une mauvaise performance
- e. Déterminer les causes à l'origine de la mauvaise performance et apporter des preuves
- f. Concevoir et développer les mesures remédiatrices, des modifications du procédé qui mettent sous contrôle les causes de la mauvaise performance

- g. Etablir de nouvelles procédures de contrôle pour prévenir la réapparition du défaut et rendre pérenne les nouveaux standards
- h. Faire face à la résistance au changement
- i. Reproduire les résultats et définir un nouveau projet

#### **1.1.4. Six Sigma : Une méthodologie de la maîtrise de la variabilité**

Selon Jean-Paul Souris, consultant des organisations « *Toute activité répétitive, mesurable ne se comporte pas toujours de manière identique, c'est ce qu'on appelle la variabilité. Cette dernière se présente sous la forme d'une courbe de Gauss dite « loi normale ». La mesure de cette variabilité donne le niveau de qualité des processus des entreprises qu'elles soient de type manufacturing (Production) ou transactionnel (services) ».*

L'ennemi principal du Six Sigma est la variabilité dans les processus. Car, l'insatisfaction d'un client vient d'un écart entre la situation attendue et la situation réelle. Les causes de cette variabilité peuvent provenir de plusieurs facteurs dont : les matériaux, les procédures et les conditions d'évolution du processus <sup>[19]</sup>.

En visant la variabilité des processus, le Six Sigma permet de maintenir la capacité de ces derniers. Autrement dit le processus doit être *capable* de répondre aux exigences des clients, en restant dans l'intervalle des limites spécifiées (Limite Haute acceptable et limite basse acceptable), cela permet de centrer la dispersion, de se rapprocher de la moyenne et d'avoir une courbe en cloche (figure 19) <sup>[20]</sup>.

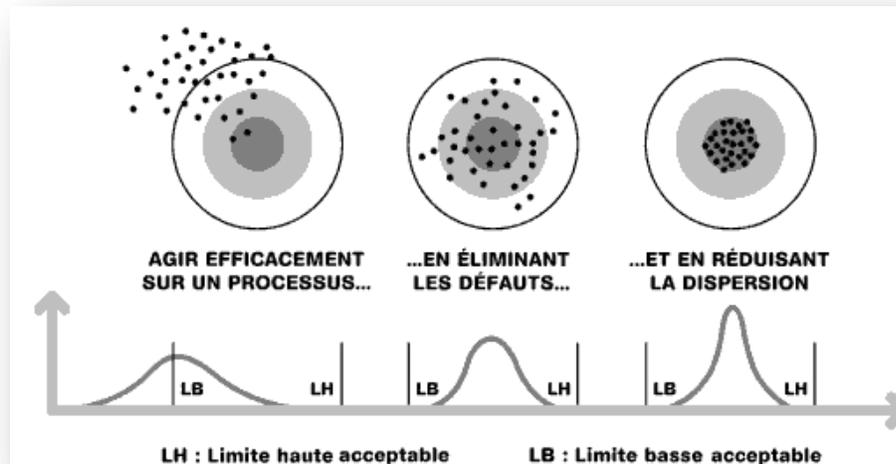


Figure 19: La méthode Six Sigma <sup>[20]</sup>

### 1.1.5. L'apport du Lean au Six Sigma

En plus d'intégrer le Six Sigma dans sa stratégie de gestion de projet, ResMed associe le Lean à ses pratiques. Cette méthode a permis à l'entreprise de maintenir un flux continu de ses opérations en utilisant plusieurs outils Lean dont le diagramme spaghetti, le système KANBAN pour bien gérer les stocks, tout cela dans un environnement de travail organisé et sécurisé en déployant un chantier 5S.

La combinaison du Lean et du Six Sigma est abordée dans plusieurs publications. Le Six Sigma a pour objectif de mesurer les taux d'erreurs et leur réduction, mais poussé à l'extrême il peut engendrer des coûts pour une amélioration non significative pour le client. Le Lean quant à lui prend en compte la création de valeur ajoutée tout au long du processus ; le but de cette méthode est d'être efficace tout en améliorant ses processus en des temps plus courts. Grâce à l'utilisation de la VSM, il est possible de diminuer les temps d'exécution des tâches sans valeur ajoutée ainsi que l'élimination des temps d'attentes <sup>[21]</sup>.

La comparaison du Six Sigma au Lean révèle que les deux approches sont différentes. Alors que le Six Sigma est théorique et basé sur les statistiques pour la résolution des problèmes le Lean est basé sur des bonnes pratiques, mais comme toute méthode le Lean a ses limites lorsque les problèmes deviennent complexes alors le Six Sigma peut les résoudre de par le niveau de détail avec lequel il analyse les causes des problèmes. A cet effet, la VSM apporte la vision cible et le plan d'action à dérouler alors que le Six Sigma permet d'analyser n'importe quel processus de n'importe quel secteur (table 5) <sup>[22]</sup>.

	Six Sigma	Lean
<b>Principe</b>	Réduire les variations des processus	Eliminer les gaspillages
<b>Domaine d'application</b>	Tous les processus métiers	Plutôt les processus de l'industrie manufacturière
<b>Approche</b>	Approche générique de résolution des problèmes basée sur les statistiques	Implémentation basée sur les bonnes pratiques
<b>Mode de sélection d'un projet</b>	Divers modes mais principalement basé en fonction de l'importance du processus	Utilisation du Value Stream Map
<b>Délai d'un projet</b>	De 2 à 6 mois	De 1 semaine à 3 semaines
<b>Orientation</b>	Problèmes	Flux

**Table 5:** Comparaison entre Six Sigma et Lean <sup>[22]</sup>

En résumé, la combinaison du Lean et du Six Sigma se fait selon 3 axes :

- ❖ Une méthodologie autour de l'amélioration continue des processus
- ❖ Une démarche basée sur la résolution de problèmes (DMAIC)
- ❖ Des outils pour accompagner la démarche (Lean)

Après avoir vu le Six Sigma, et les apports essentiels du Lean à cette méthodologie statistique un aperçu du Lean et ses outils est tout aussi important.

## ➤ *Les principes du Lean*

Le but du Lean est de réduire les cycles de production, diminuer les stocks, augmenter la productivité et optimiser la qualité <sup>[23]</sup>.

Les 5 principes du Lean sont : a) Spécifier ce qui apporte ou crée de la valeur pour le client b) Identifier le flux de valeur c) Favoriser l'écoulement du flux d) Tendrer les flux (stocks) f) Viser la qualité totale.

En effet, le Lean se focalise sur les processus et part du principe que :

- a) La vitesse d'exécution de tous les processus indique le niveau de qualité globale
- b) Les processus lents sont des processus coûteux
- c) La métrique principale du Lean est l'efficacité du cycle de vie d'un processus
- d) 95% des délais des processus concerne des temps d'attente

La finalité est que le Lean permet une amélioration continue par élimination des gaspillages (Muda) : Les temps d'attentes, les productions excessives d'où résulte un excès de stocks disponibles, les manutentions inutiles, les transports inutiles, les tâches inutiles, les mouvements inutiles, les produits défectueux, l'inexactitude de l'inventaire des pièces permettant la fabrication du produit final.

De plus, le Lean aide au pilotage de la performance par le suivi d'indicateurs qui doivent être simples à construire et à mettre à jour, cela donne des états d'avancement des différentes étapes qui peuvent alerter sur d'éventuels dysfonctionnements, ce qui permet d'approfondir l'analyse de la source du problème.

Le Lean vise le « juste à temps » et pour cela plusieurs outils peuvent être utilisés dont le 5S, SMED, TPM, le KANBAN, la difficulté est de les adapter à la situation voulue lors du déploiement d'un chantier Kaizen <sup>[24]</sup>.

Pour éliminer les tâches à non valeur ajoutée la VSM (Value Stream Mapping), peut être utilisée. Cet outil est une représentation du processus étudié sous forme de cartographie et pour cela il faut décrire les tâches, la nature et la quantité des informations qui sont échangées, les temps d'attente, les cycles, les taux de qualité et de non qualité, la productivité et les ressources humaines affectées. Une fois la VSM mise en place un plan d'action est déployé afin d'atteindre la cible <sup>[22]</sup>.

Parmi les outils Lean précédemment cités il ne sera développé que ceux qui ont été ou vont être utilisés pour le projet.

### ➤ **Les outils Lean**

Les outils essentiels utilisés pour le projet de développement du banc de réparation optimisé sont : les 5S et le KANBAN (*Annexes : fiches n°1 et n°3*). Tous ces outils ont pour origine le Toyotisme qui repose sur deux principes essentiels :

- ✚ L'autonomisation : basée sur la polyvalence des ouvriers
- ✚ Le KANBAN : basé sur le juste à temps

Avant de déployer toute autre méthode Lean il est nécessaire que le milieu de travail soit propre, organisé et sécurisé pour cela il faut utiliser les 5S, qui sont considérés comme le socle pré-requis pour le déploiement des autres outils <sup>[25]</sup>.

## **1.2. Le déploiement du Lean six Sigma**

Le déploiement de la méthode Lean Six Sigma doit être fait avec prudence en prenant en compte tous les facteurs humains. Il est important au préalable de mettre en place un plan de communication, car cette méthode engendre des changements et pour ce faire il faut prendre en compte le facteur humain et être claire sur la vision et la stratégie utilisée. Il faut que la direction et l'équipe projet soient prêts à savoir expliquer ce que c'est le Lean Six Sigma, les implications pour les employés et les implications pour l'organisation <sup>[26]</sup>. Autrement dit l'utilisation du Lean Six Sigma requiert un savoir faire et un savoir être en organisant dès le début les fonctions de chacun et en communiquant sur les changements qui vont être effectués.

## 2. Le DFSS : une approche pour la conception de nouveaux produits

Plusieurs études ont démontré que les changements faits à la phase de conception coûtent moins chers que lorsque le produit est déjà mis en place. En ayant une bonne conception dès le début et en prévoyant les défauts cela permet de diminuer les problèmes en production, assemblage, service et support. A cet effet, l'utilisation d'une approche structurée et par étape permet aux entreprises de <sup>[27]</sup>:

- ❖ Rationnaliser les processus de développement
- ❖ Diminuer le temps de commercialisation du produit
- ❖ Mettre en place la conception

### 2.1. DFSS Vs Six Sigma (DMAIC)

La comparaison du DFSS et du Six Sigma montre que le Six Sigma (DMAIC) est utilisé pour la détection et la résolution des problèmes dans les processus et services existants. Le DFSS quant à lui a pour but la prévention des problèmes dès la conception. Il est aussi important de savoir que les résultats d'une méthodologie Six Sigma sont plus rapidement quantifiables contrairement au DFSS pour lequel les résultats ne se voient pas rapidement (table 6) <sup>[28]</sup>.

Six Sigma for manufacturing/service parts	Design for six sigma (DFSS)
Focus is on detecting and resolving problems in processes or products or services	Focus is on preventing problems
Cultural change is fairly greater	DFSS requires much greater cultural change than Six Sigma
More reactive	More proactive
Savings generated from Six Sigma projects can be quantified rather quickly	Benefits from DFSS projects are more difficult to quantify and tend to be much more long term
Looks at existing processes and fixes problems	Focuses on the up-front design of the product and process

**Table 6:** Les différences fondamentales entre le Six Sigma et le DFSS <sup>[28]</sup>

Il existe d'autres différences entre ces deux méthodes de par la proportion d'outils statistiques utilisés. Contrairement au DMAIC le DFSS utilise plus des méthodes de conception que des méthodes statistiques (figure20).

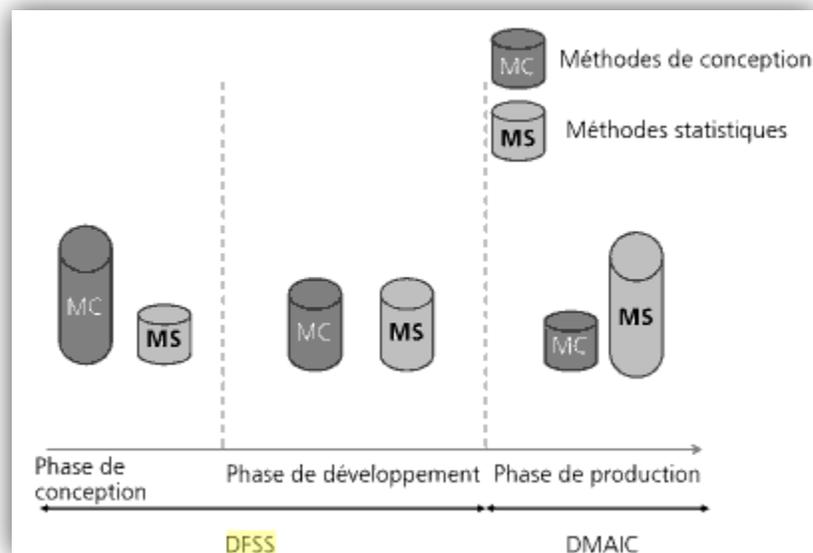


Figure 20: Le DFSS et le DMAIC <sup>[18]</sup>

Le DFSS apporte de ce fait d'autres outils tels que le QFD (Quality Function Deployment), l'AMDEC (FMEA : Failure Mode and Effects Analysis) et des tests de simulation et d'optimisation de la conception. Le VOC effectué en Define est intégré dans un QFD afin de permettre la transcription des attentes clients en des fonctionnalités techniques pour le produit <sup>[29]</sup>. Cet outil permet aussi aux ingénieurs et aux clients d'avoir le même langage <sup>[30]</sup>.

Contrairement au Six Sigma dont la méthode utilisée pour la gestion de projet est le DMAIC, le DFSS n'a pas de méthode universelle, dans la littérature il existe plusieurs méthodes dont :

- ❖ **DMADOV**: Define, Measure, Analyze, Design, Optimize, Verify. Cette méthode est utilisée par 62% des entreprises
- ❖ **DIDOV** : Define, Identify, Design, Optimize, Verify
- ❖ **DMEDI**: Define, Measure, Explore, Develop, implement
- ❖ **DCOV**: Define, Characterize, Optimize, Verify
- ❖ **DIDES**: Define, Initiate, Design, Execute, Sustain

Le DIDOV est similaire au DMADOV le « I » du premier regroupe le « M » et le « A » du deuxième. L'approche choisit pour ce projet est le DMADOV.

Phase	DMAIC	DMADV
<b>DEFINE</b>	<p><b>Project Objectives-</b> Defect and process variation reduction in an existing process or product</p> <p><b>Scope-</b> Defined and bound by the existent problem</p> <p><b>Returns-</b> Returning savings to the bottom line; reduction of cost of poor quality</p> <p><b>Customers-</b> Those impacted by the problem</p> <p><b>Key Requirements-</b> The critical and satisfying requirements are that the solution to the problem improves the primary output variable (Y), while ensuring the consistency of improvement</p> <p><b>VOC data gathering-</b> of an investigative nature</p>	<p><b>Project Objectives-</b> Identification and development of a new process, product or service that provides best customer satisfaction</p> <p><b>Scope-</b> Broad, defined by potential opportunity</p> <p><b>Returns-</b> Generating increased revenue to the top line</p> <p><b>Customers-</b> Prospective market, internal or external, that the process or product can cater to</p> <p><b>Key Requirements-</b> Critical and satisfying requirements are considered baseline, but latent requirements are to be paid attention to</p> <p><b>VOC data gathering-</b> of an exploratory nature</p>
<b>MEASURE</b>	<p><b>Key Variables (output and input)-</b> Categorization based on the location of existent problem and existent effects</p> <p><b>Data collection-</b> Data is collected, using the current state of the process as the basis of facts, is used to identify the root causes for the problem</p>	<p><b>Key Variables (output and input)-</b> Categorization based on the potential problem and predicted effects</p> <p><b>Data collection-</b> Data is collected, with or without a current state of the process, to identify and prioritize requirements, including latent ones</p>
<b>ANALYZE</b>	<p><b>Process Capability determination-</b> The capability of the process is determined directly from the performance of the process in its current state</p> <p><b>Key sources of data-</b> Current and historic process data</p> <p><b>Verification of root causes-</b> The relationship between KPIVs and KPOVs are known, hence the focus is on quantification of the relationship</p>	<p><b>Process Capability determination-</b> The capability of the process is predicted from the performance of a relevant process in its current state</p> <p><b>Key sources of insight-</b> Benchmarks, prototypes</p> <p><b>Verification of root causes-</b> The relationship between the KPIV and KPOV is new and may vary by the design selected. Modeling of designs enables estimation of the relationship</p>
<b>IMPROVE</b>	<p><b>Improvement verification-</b> Pilot testing of improvements</p>	<p><b>Improvement verification-</b> Modeling and simulation results</p>
<b>CONTROL</b>	<p><b>Methods-</b> Control Procedures</p>	<p><b>Methods-</b> Control Procedures</p>

Table 7: Comparaison entre le DMAIC et le DMADV <sup>[31]</sup>

La comparaison du DMAIC et du DMADV révèle des différences majeures entre ces deux approches (table 7).

### **QFD (Quality Function Deployment)**

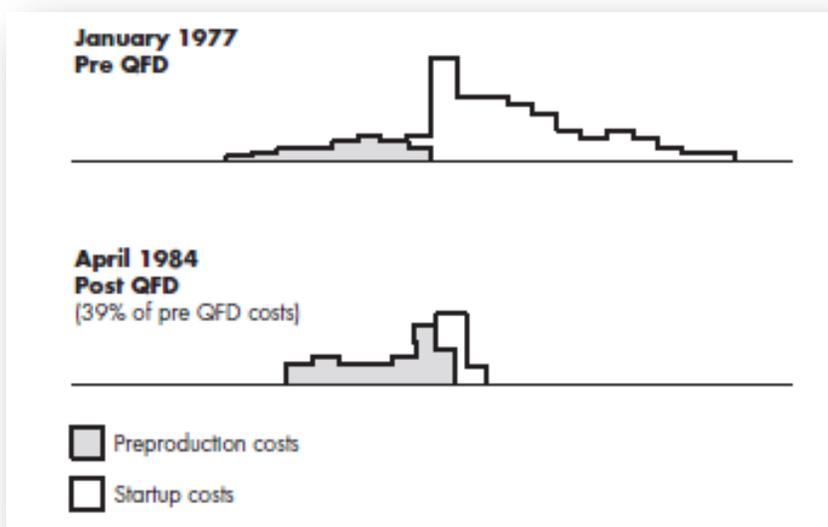
Une des citations qui peut résumer le QFD c'est « *Design is a team effort, but how do marketing and engineering talk to each other?* ». Le QFD est une matrice utilisée dans la conception des produits ou services pour l'aide à la décision, son principe est de transformer les attentes des clients ; collectées via le VOC en données mesurables appelés CTQs (Critical To Quality). Autrement le QFD permet de "faire entrer la Voix du Client dans l'entreprise". Ce travail en équipe pluridisciplinaire consiste à <sup>[32]</sup>:

- ❖ Déterminer comment satisfaire une attente du client
- ❖ Mettre en évidence les relations entre deux séries de facteurs
- ❖ Comparer les caractéristiques d'un produit ou d'un service aux attentes clients
- ❖ Comparer les caractéristiques d'un produit ou d'un service aux solutions concurrentes
- ❖ Aider au choix de solutions
- ❖ Faire mieux, plus vite, moins cher que la concurrence

Le QFD est une méthode complémentaire qui permet de déterminer où et comment les priorités vont être intégrées dans le développement du produit, c'est une méthode développée par Yoji Akao au Japon en 1966, en 1972 cette méthode a fait ses preuves chez Mitsubishi Heavy Industries Kobe Shipyard. Les 3 objectifs essentiels du QFD sont <sup>[33]</sup>:

- ❖ Prioriser les besoins explicites et implicites des clients.
- ❖ Traduire ces besoins dans les caractéristiques techniques et les spécifications
- ❖ Construire et livrer un produit ou un service de qualité en se concentrant sur la satisfaction du client.

L'utilisation du QFD a connu de nombreux succès notamment chez Toyota, il s'est avéré que l'utilisation du QFD a permis de diminuer considérablement les coûts lors du lancement du projet de prêt de 60% (figure 21) <sup>[34]</sup>



**Figure 21:** Les coûts de démarrage et de scale up chez Toyota avant et après le QFD <sup>[34]</sup>

Afin d'avoir plus de données concernant la construction de la QFD, consulter *la fiche n°4* en Annexes.

## 2.2. DFSS : transformation des attentes clients en solutions

La notion de qualité n'est pas uniquement associée aux entreprises de service mais aussi au sein même des services dont la production, la logistique, le Service Après Vente. Comme dans tout Service Après Ventes le client est un chaînon important. Or, le SAV ResMed Paris, vise la satisfaction du client et la qualité des services fournis, autrement dit il se doit d'assurer une qualité perçue maximale, pour ce faire il doit avoir un processus de réparation qui combine aussi bien un bon niveau technique, un respect des délais et une bonne qualité des réparations.

**L'écoute du client et l'amélioration continue** : Afin de fidéliser le client, sa perception des services est indispensable. La règle première est d'être proactif, prévenir les défaillances et pouvoir satisfaire le client à chaque instant. Il est important de considérer que l'utilisateur peut être membre de l'équipe de conception, c'est une philosophie qui vient du fait que les besoins clients doivent être pris en compte afin de répondre au mieux à ses exigences et à ses attentes.

**Rester en éveil et progresser en permanence** : la conjoncture actuelle et le contexte concurrentiel en perpétuel évolution s'impose de lui même aux entreprises qui doivent être en symbiose avec les progrès techniques et technologiques. Autrement dit il faut éviter que les que les indicateurs de mesure ne restent stationnaires.

Le but des entreprises est de produire en atteignant le zéro défaut et avoir le client au centre du processus (figure 22) <sup>[35]</sup>

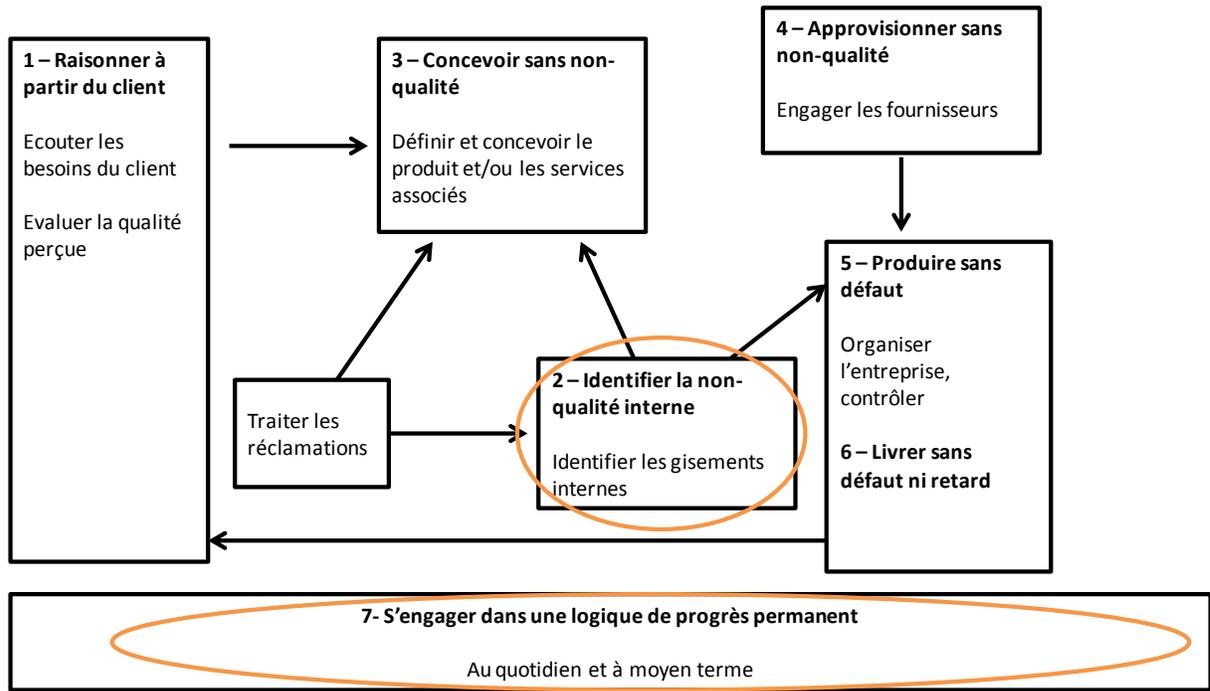


Figure 22: les 7 principes d'action d'une démarche qualité [35]

Afin d'intégrer une meilleure démarche qualité, il est important de comprendre les attentes du client pour mesurer la qualité perçue, la mesure de la non-qualité interne permet de connaître les défaillances internes

La finalité de cette démarche est de pérenniser l'entreprise via la fidélisation des clients (figure 23).

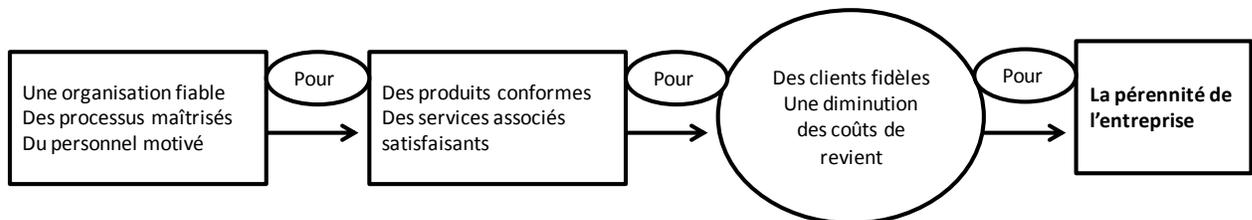


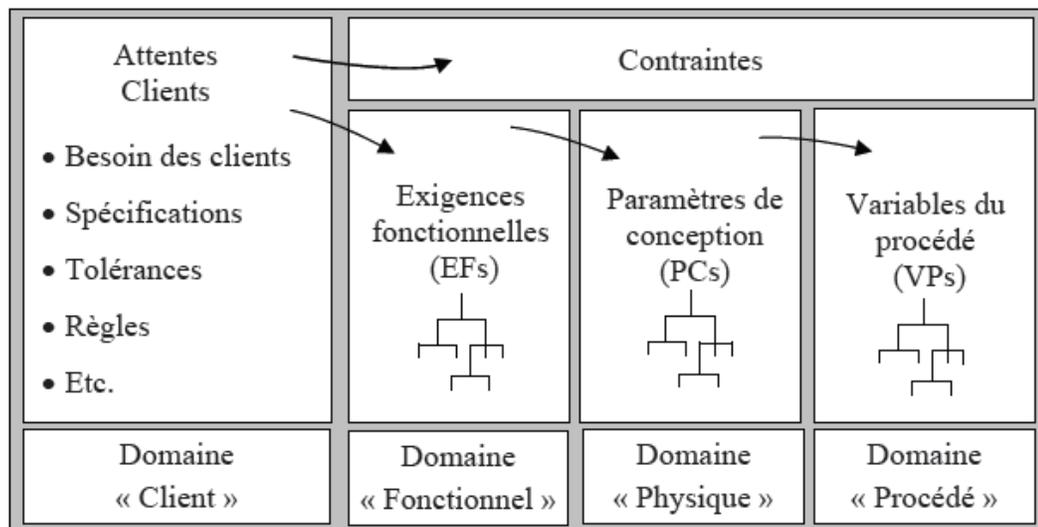
Figure 23: Les finalités d'une démarche qualité [35]

**2.3. DFSS et les autres méthodes de conception**

Il existe plusieurs méthodes de conception de produits et de services dont :

La Conception Axiomatique (Axiomatic Design) et le Systematic Design.

- **Axiomatic Design** : Cette approche a été développée en 1990 par Suh elle est basée sur le principe de quatre domaines et deux axiomes ; qui sont des principes de conception. Les quatre domaines sont listés dans la (figure 24) <sup>[36]</sup>.



**Figure 24:** Relation entre les domaines de conception <sup>[36]</sup>

Le domaine du client est caractérisé par les CAs (Customer Attributes) autrement dit les besoins clients pour le produit. Dans le domaine fonctionnel les besoins clients sont traduits en FRs (Functional Requirements). Afin de satisfaire les FRs ; les DPs (Design Parameters) sont conçus dans le domaine physique. Enfin pour mettre en pratique les DPs, il y aura un développement des PVs (Process Variables) dans le domaine du procédé.

Les deux axiomes sur lesquels cette méthode est basée sont :

L'axiome d'indépendance : Cet axiome assure que la conception sera ajustable, contrôlable et évitera des conséquences inattendus. Le principe est de maintenir l'indépendance des EFs. Cependant les PCs et les EFs sont reliés entre eux de façon à ce qu'un PC spécifique puisse être ajusté pour satisfaire son exigence EF correspondante dans affecter les autres EFs.

L'axiome informationnel : Cet axiome assure que la conception soit robuste et maximisera les chances de succès. Le but est de minimiser la complexité du système et les informations relatives au design du produit.

P1	User-friendliness	low
P2	Systematic approach	high
P3	Completeness	complete
P4	Scope	Problem focused
P5	Results-orientation	Difergent-convergent
P6	Solution level (Facilitation of innovations)	imporvement
P7	Degree of solution	Problem dissolution
P8	Solution horizon (Time-friendliness)	Long term
P9	Cost-orientation	No
P10	Quality-orientation	No
P11	Customer-orientation	Yes
P12	Production-orientation	Yes
P13	Modeling	
P13.1	System modeling	Graphical-mathematical
P13.2	Modeling approach	Functional structural
P13.3	Modeling horizon	Static
P14	Possibility of computer support	yes

Figure 25: Performances de l'Axiomatic Design <sup>[37]</sup>

L'Axiomatic Design contrairement au DFSS, n'inclus pas les coûts et la qualité (figure 25) <sup>[37]</sup> qui sont des éléments importants pour l'efficience de l'entreprise et la qualité du produit livré.

- **Systematic Design** : Cette méthode a été mise en place dans les années 1970 par Pahl et Beitz elle se décline en plusieurs étapes dont (figure 26) <sup>[38]</sup> :

La planification et la clarification de la tâche de conception

La conception générale Conception enveloppe Conception détaillée

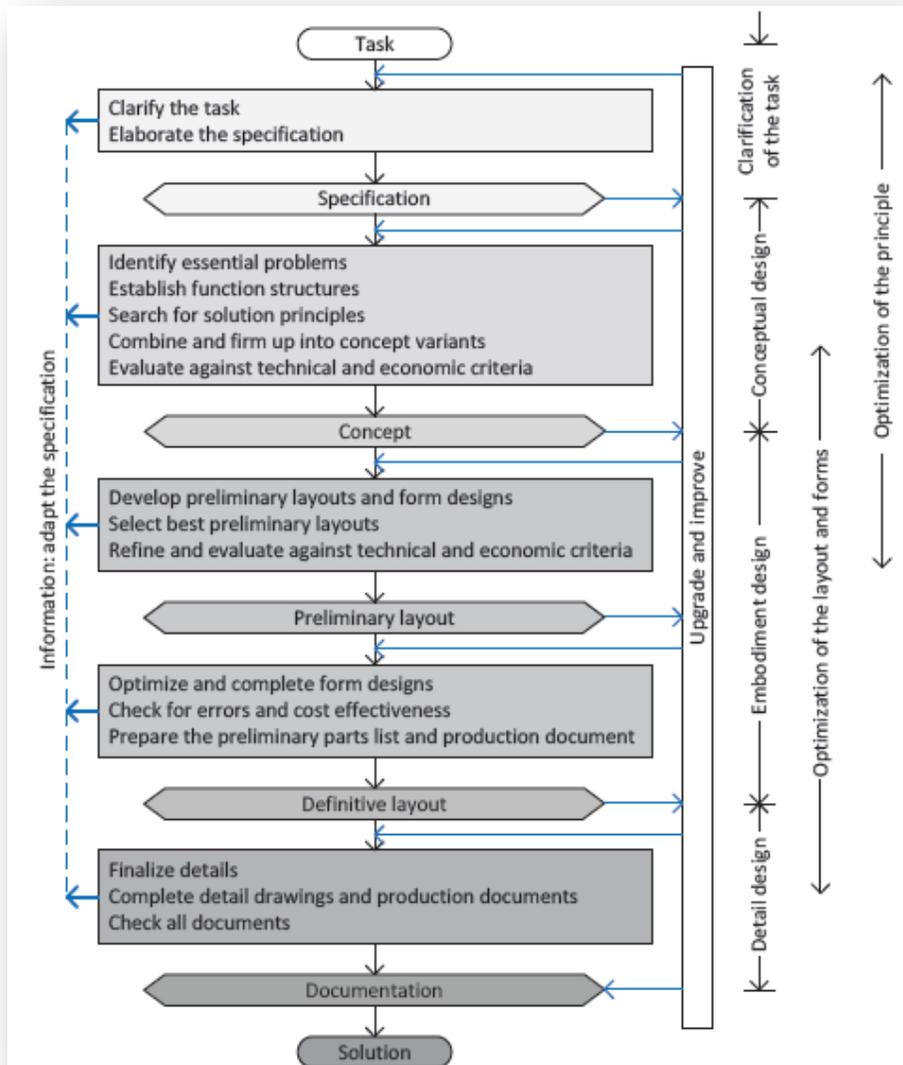


Figure 26: Démarche de conception du Systematic Design <sup>[38]</sup>

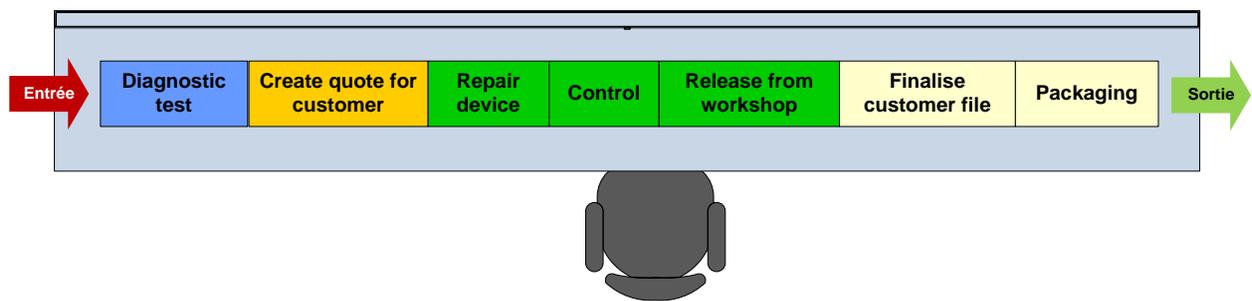
Cette méthode ne prend pas en compte la capacité du processus contrairement au DFSS.

## Chapitre VI: Le projet du stage

L'expérience de ResMed a révélé que plusieurs sous étapes dans un processus effectuées par plusieurs techniciens sur différents bancs augmentent les WT.

Les WT sont une source majeure de gaspillage pour l'entreprise. Or, ce facteur ne permet pas d'être efficient.

Le concept du banc est d'effectuer les étapes de diagnostic et de réparation dans un flux continu et par le même technicien, en ayant toutes les pièces détachées sur le poste de travail (figure 27).



**Figure 27:** Le concept du banc optimisé <sup>[3]</sup>

La conception du nouveau banc de réparation optimisé doit répondre à un minimum d'éléments dont : la sécurité, les fonctionnalités et les outils nécessaires afin d'effectuer la tâche dédiée.

Pour ce faire la méthode choisit est le DMADOV (Define, Measure, Analyze, Design, Optimize et Verify).

Le projet s'étend au SAV ResMed Paris et aux autres SAV des entités ResMed dont ; les USA, l'Australie, l'Allemagne.

## 1. Define Phase (Phase de définition) :

**Objectif** : - Définir le périmètre et l'objectif du projet

- Définir les besoins des clients et leurs attentes

Pour mener le projet d'une façon rigoureuse, il est nécessaire de décrire précisément son périmètre et son objectif. A cet effet, plusieurs outils ont été utilisés dont : la charte projet et le SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers/Fournisseurs, Entrées, Processus, Sorties, Clients), le VOC et le QFD.

### La charte projet :

L'équipe et la stratégie du projet ont été définies grâce au QOQCP et à la PDS, cités au début de ce rapport. L'équipe projet a pu être définie en déterminant le champion ou le sponsor du projet, le chef de projet et les parties prenantes (figure 28).

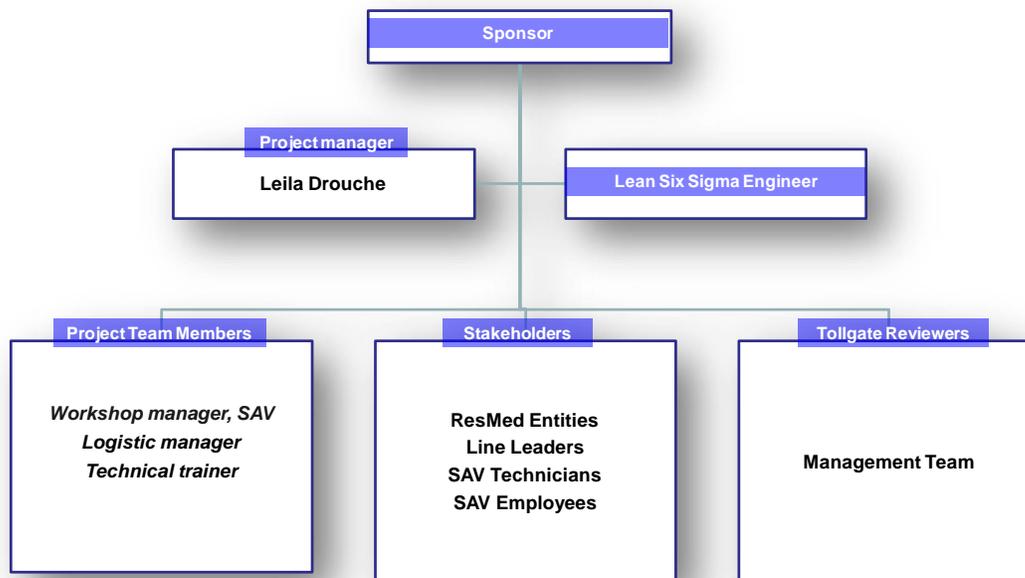
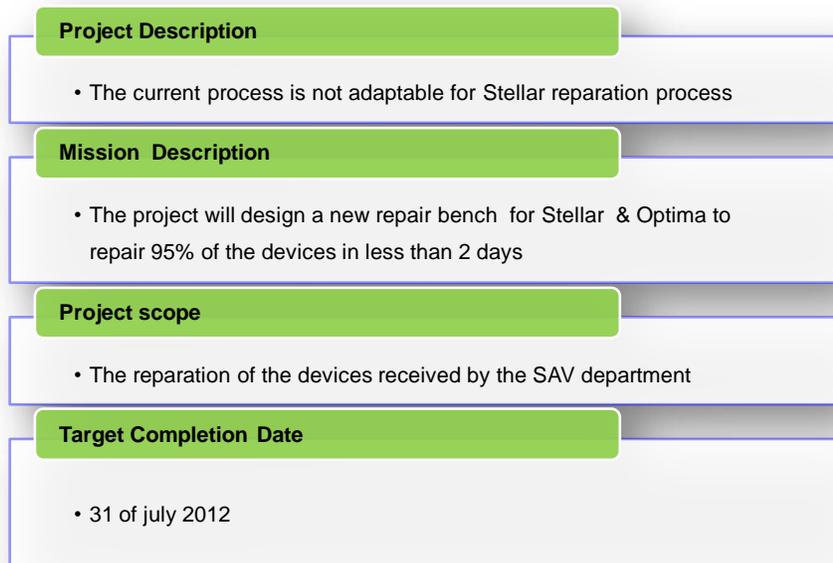


Figure 28: L'équipe projet <sup>[3]</sup>

Ces deux outils qualité ont permis aussi de définir l'étendue du projet et la stratégie déployée pour le bon déroulement du projet (Figure 29).



**Figure 29:** La stratégie du projet <sup>[3]</sup>

Une fois le périmètre et l'objectif du projet définis, les compétences des membres de l'équipe précisés ; il est important de bien suivre le plan d'action mis en place pour ce faire un planning prévisionnel a été mis en place (figure 30).

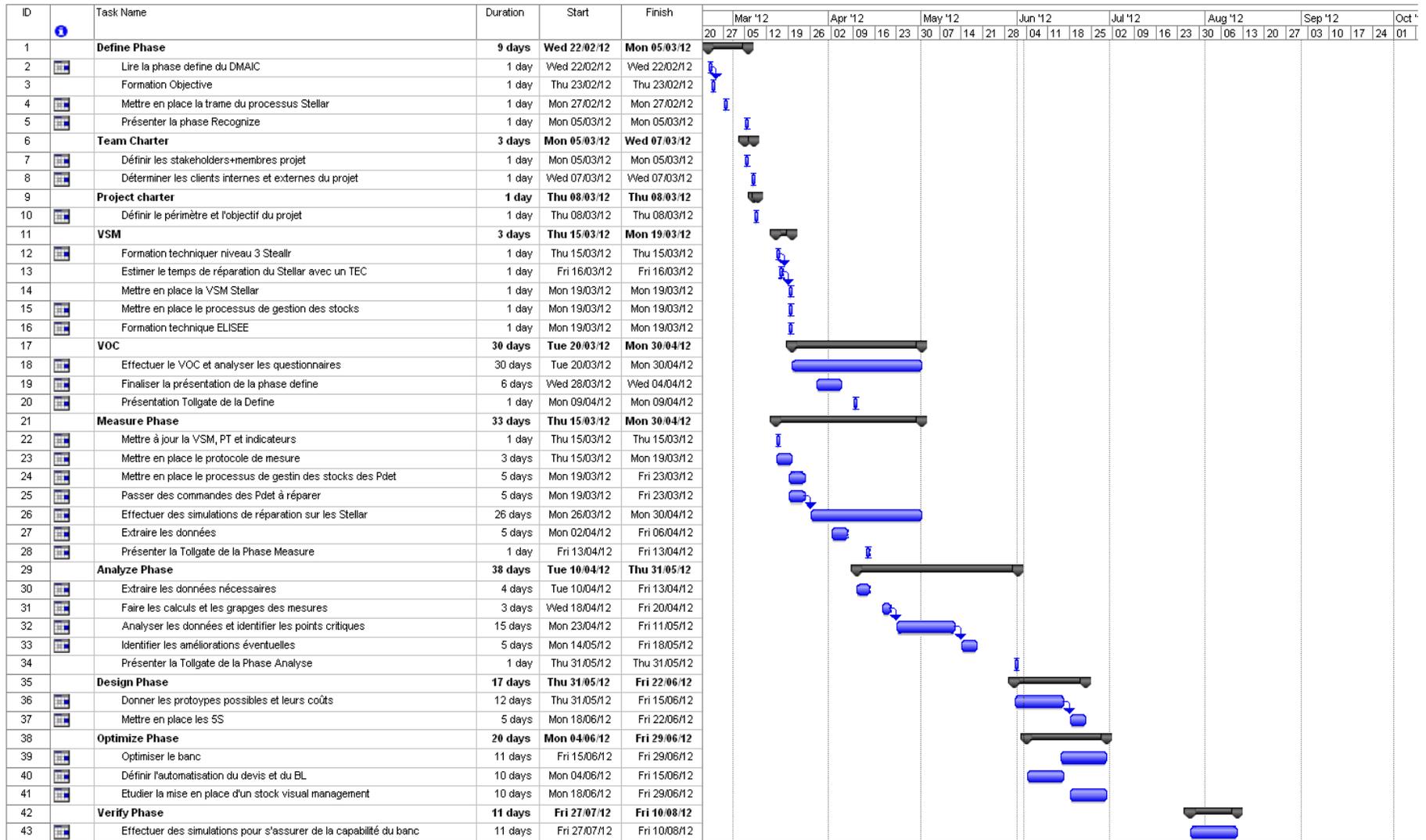


Figure 30: Planning prévisionnel [3]

## Déterminer le processus global de réparation (Le SIPOC) :

Afin d'avoir une vue macroscopique du processus de réparation du Stellar, pouvoir descendre l'échelle d'abstraction, et connaître les entrées et les sorties des différentes étapes un SIPOC a été fait en plusieurs étapes (figure 31):

- Définir le processus global de réparation du Stellar
- Connaître les clients et leurs besoins entre les différentes étapes du processus
- Définir les entrées et les sorties globales du processus
- Définir les entrée et les sorties de chacune des étapes du processus

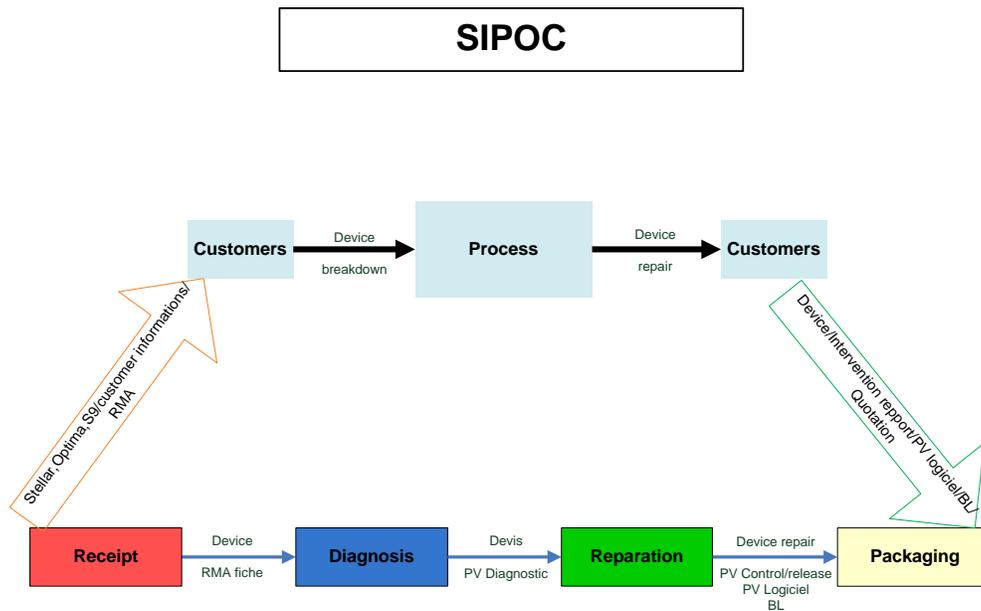


Figure 31: Le SIPOC projet <sup>[3]</sup>

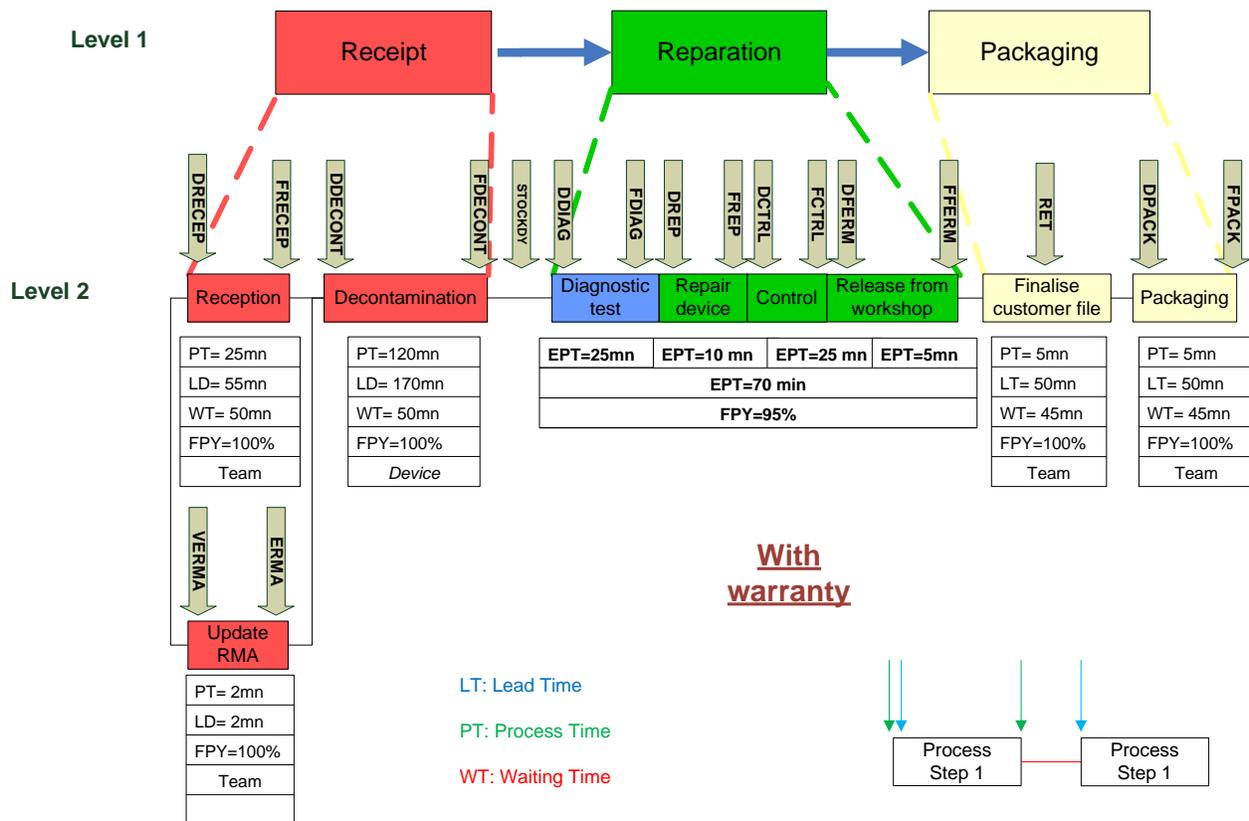
**Déterminer le processus de réparation (VSM) :**

La VSM s'est faite en descendant l'échelle d'abstraction et cela en définissant les étapes majeures du processus dans le niveau 1 (Level1) puis en sous processus qui se décline en 10 sous étapes pour la réparation du Stellar dans le niveau 2 (Level2). Le niveau 2 du processus actuel renferme quant à lui 14 sous étapes.

Il existe deux cas de processus de réparation : pour les appareils sous garantie et pour les appareils hors garantie.

Les appareils sous garantie :

Pour les appareils sous garantie la réparation se fait sans génération d'une facturation donc sans création de devis (figure 32).



**Figure 32: VSM des Stellar sous garantie [3]**

Il est à noter que les Stellar sont nouveaux sur le marché, 90% des retours seront dus à des problèmes techniques ce qui signifie, qu'à la réparation aucune facturation des pièces changées sur l'appareil ne sera faite. A cet effet, le cas de figure actuel du Stellar est le processus sous garantie. Dans ce cas, l'analyse du processus de réparation révèle d'autres temps d'attentes (Waiting Time) notamment au niveau de la création du Bon de Livraison et lors de l'emballage. Autrement dit, après l'intégration des étapes de réparation sur le même banc, il subsiste deux autres WT.

#### Les appareils hors garantie :

Le processus de réparation pour les appareils hors garantie a été aussi défini. Le but est de prévoir le moment où les garanties ne seront plus de vigueur pour le Stellar. Dans ce cas le changement de pièces détachées doit être facturé par la création d'un devis (figure 33).

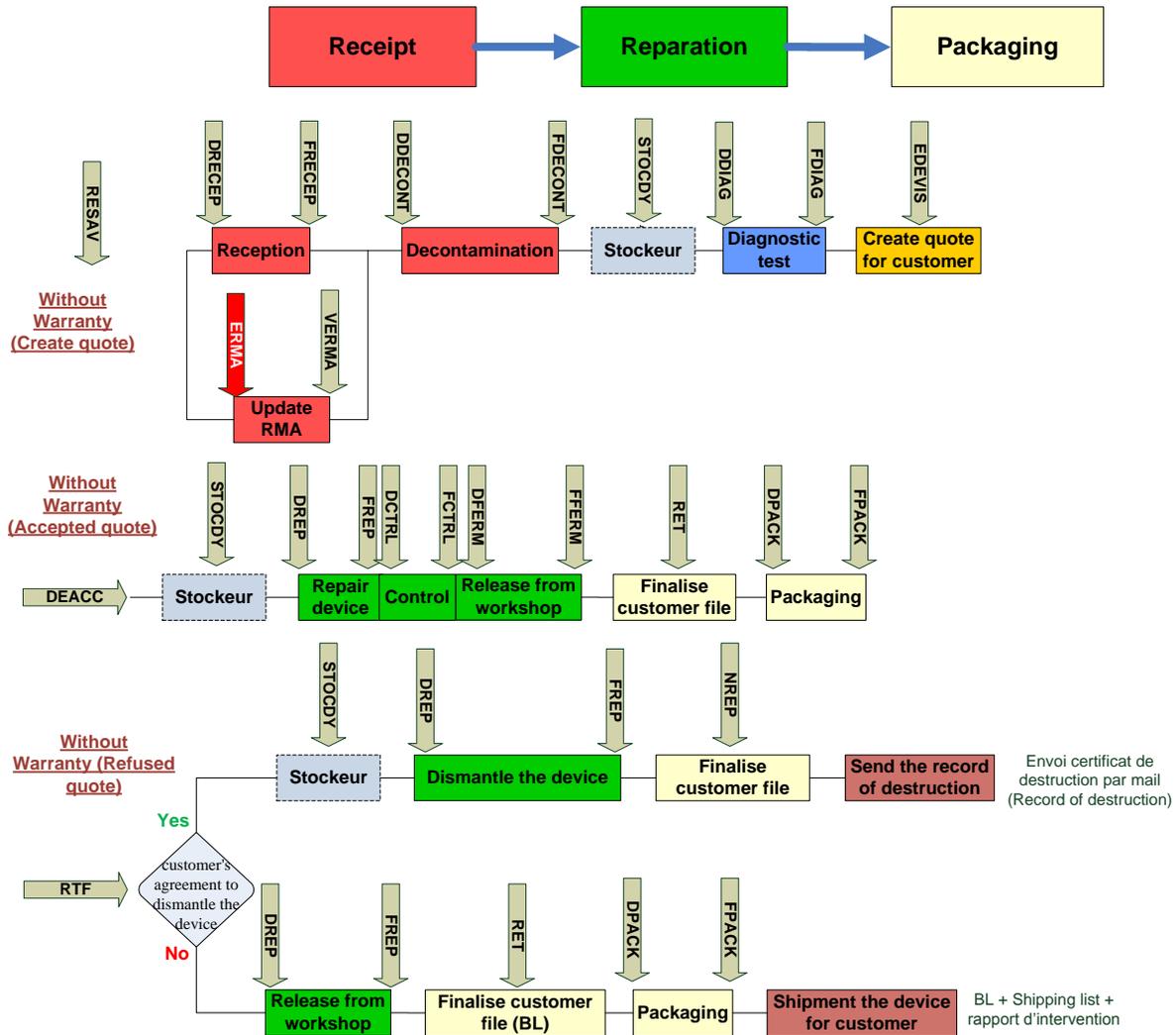


Figure 33: Cartographie du processus des Stellar hors garantie [3]

Afin de définir les temps estimés des différentes étapes de réparation, une simulation de réparation a été faite avec un technicien cela a permis d'avoir que des estimations pour les Process Time (EPT : Estimated Process Time), étant donné que les WT sont inexistantes à ce niveau. Avec un taux de retouche estimé à 5% le FPY (First Pass Yield) est estimé à 95% ; ce facteur est défini comme le nombre d'unités traversant un processus sans retouches.

Le but sera aussi d'éliminer les temps d'attentes lors de la création du BL et de l'emballage et cela en automatisant la phase de création du BL, de la création de devis et en faisant l'emballage sur le même banc.

**La voix du client (VOC) :** Dans un premier temps un VOC (Voice Of Customer) a été fait afin de définir les besoins des clients interne, le choix ne s'est pas porté sur un questionnaire, car le but était d'avoir un échange avec les personnes pouvant donner le maximum d'informations chose importante dans une phase de conception. De plus, cette approche a été utilisée auprès de l'atelier de réparation en allant voir tous les techniciens, qui sont au nombre de 12, chacun séparément. Cette démarche a permis de connaître les besoins fonctionnels du banc dont :

- ❖ Effectuer toutes les sous étapes de la réparation sur le même banc, afin d'éliminer les WT
- ❖ Avoir un seul technicien pour toutes les étapes
- ❖ Avoir toutes les pièces détachées disponibles sur le banc avec une gestion en flux tendu en ayant des stocks minimum
- ❖ Effectuer l'emballage des machines à la suite de la réparation sur le même banc

Grâce à l'expérience des techniciens, d'autres éléments essentiels sur le banc ont été relevés pour le bon déroulement des tâches, notamment :

- ❖ La disposition des pièces détachées à poste
- ❖ L'emplacement des appareils de mesures sur le poste
- ❖ La disposition des outils nécessaires à la réparation

A travers ces données, les principes du Lean dont l'élimination des gaspillages vont être appliqués. Suite à ce VOC interne, les éléments de sortie (Output) vont se transformer en éléments d'entrée (Input) pour la construction du QFD de niveau 1 (*macro1 : Annexes fiche n°4 -figure 45-*).

Un autre VOC pour les clients externes (Entités USA, Australie, Allemagne...) a été effectué en utilisant un outil de sondage « Survey Monkey », qui a permis de construire un questionnaire afin d'analyser les besoins des clients externes. Ce questionnaire a été mis en place avec une échelle à 4 niveaux afin d'éviter les réponses intermédiaires (Strongly Agree, Agree, Disagree, Strongly Disagree, N/A), ce questionnaire est destiné aux Services Après Vente des entités ResMed présentes aux USA, en Australie, en Allemagne et en France. Survey Monkey permet une extraction des données sous forme de fichier Excel, ou d'histogramme ce qui facilitera leur analyse. Le date butoir de réponse est pour le 31 Mai 2012.

L'étape suivante après réception des réponses du VOC, sera d'utiliser une seconde fois le QFD afin d'intégrer les besoins des clients (QUOI) et les fonctionnalités techniques à mettre en place afin de répondre aux attentes des clients (COMMENT). Comme abordé en Annexe, le QFD permettra l'aide à la décision dans la priorisation des fonctionnalités les plus adaptés afin de répondre au mieux aux attentes des clients.

## 2. Measure Phase (Phase Mesure):

⇒ **Objectifs** : - Les CTQs (Critical To Quality) sont mesurée à partir des entrées des clients dans le VOC en utilisant le QFD

Dans cette étape, les éléments de sortie (Output) du QFD, autrement dit les CTQs (Critical To Quality) doivent être mesuré notamment en définissant les coûts et la faisabilité technique.

De plus, un Gage R&R (Repeatability & Reproducibility) va être réalisé. Cet outil statistique permet de relever les erreurs d'un système de mesure (*Annexe : Fiche n°5*).

### a) Les risques éventuels

Avant d'entamer les différents tests, plusieurs éléments de risques se sont présentés (table 8), cela pourra perturber les tests et fausser les mesures, à cet effet des actions palliatives vont être prises (table 9).

Situation	Risque	Gravité	Apparition	Déteçtabilité	Criticité	Rang
<b>Hétérogénéité de l'apprentissage du technicien &amp; vitesse d'action des techniciens</b>	Variabilité inter opérateurs et intra opérateur	9	9	3	243	3
<b>Pièces détachées pour les tests</b>	Diminution des stocks existants de pièces détachées	9	9	9	729	1
<b>Procédure</b>	Non compréhension de la procédure de réparation	9	1	9	81	4
<b>Réparation test</b>	Panne non décelée après le DIAG	9	3	9	243	3
<b>Renseignement des états d'avancement</b>	Ne pas renseigner l'état d'avancement des différentes étapes par les techniciens	9	3	9	243	3
<b>Planning des techniciens</b>	Techniciens non disponibles sur la période des tests	9	9	9	729	1

**Table 8:** La gestion des risques lors du déploiement du Gage R&R <sup>[3]</sup>

Risque	Action
Diminution des stocks existants	Commander les pièces pour les mesures
Non compréhension lors de la mesure	Lire la procédure avant de commencer les tests
Panne non décelée	Effectuer une vérification d'adéquation de panne et le diagnostic déroulé par le technicien
Prendre l'habitude sur un banc plus que l'autre	Alterner les réparations/jour/op entre les deux bancs
Ne pas renseigner l'état d'avancement des différentes étapes par les techniciens	Sensibiliser les techniciens à l'importance de cet élément

**Table 9:** Risques et alternatives <sup>[3]</sup>

### **b) Le Gage R&R**

Le Gage R&R se fera en faisant passer des Stellar en pannes dans le flux de réparation destiné à cet effet et cela sur un banc regroupant les éléments d'entrée des clients soit : Un Stellar réparé sur un seul banc par un seul technicien en ayant les pièces détachées à poste.

De plus, des simulations de la création du devis et du BL par le technicien seront intégrées aux tests. Ces étapes sont actuellement effectuées par les assistantes SAV, ce qui crée des temps d'attentes supplémentaires. De ce fait le but est de mesurer le gain apporté si la création du devis et l'édition du BL se fait directement par le technicien.

Afin de suivre au mieux le bon déroulement de cette étape, un protocole de mesure a été mis en place au préalable. Pour mieux définir les éléments d'entrée et de sortie un QQQQCP a été fait pour répondre aux éléments suivants :

### **c) La question d'entrée**

Quels sont les éléments clés pouvant influencer la performance du système de mesure pour la réparation du Stellar ?

### d) Les variables

*Variables d'entrée contrôlables* : les états d'avancement du processus à poste (KPIs)

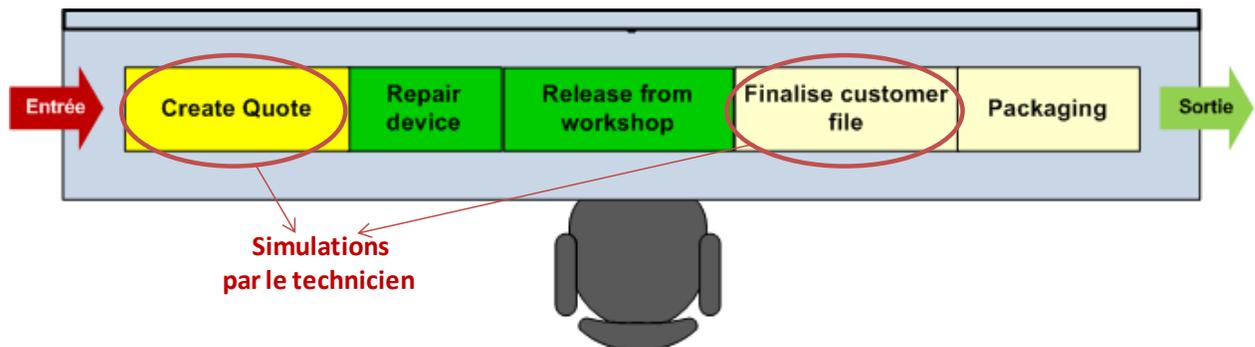
*Variables d'entrée qualitatives* : Procédure, opérateur

*Bruits* : L'apprentissage des opérateurs

### e) Les éléments d'entrée

#### Le spectre et les ressources pour les mesures

Les mesures sont effectuées sur une partie du processus de réparation. Des simulations de la création de devis et l'édition de BL (Bon de Livraison) seront intégrées (figure 34).



**Figure 34:** Les étapes de réparation sur un seul banc <sup>[3]</sup>

Les étapes de création de devis et d'édition du BL vont être effectuées par le technicien en faisant une simulation sur une base test.

Un autre point essentiel est le nombre de sous-étapes effectuées. Etant donné que le diagnostic et le contrôle se font à l'aide du logiciel ; elles ne sont pas intégrées aux tests car l'impact de l'opérateur est minime.

Le banc de réparation contient toutes les pièces détachées et les appareils de mesure (figure 35).



**Figure 35:** Le banc destiné au Stellar <sup>[3]</sup>

Les tests vont être effectués par 3 techniciens formés sur la réparation du Stellar. Le choix est représentatif de l'atelier.

### **Le système de mesure**

Afin de prendre les temps des différentes étapes, les états d'avancements sont relevés (KPIs : Key Performance Indicators). Ces indicateurs permettent de renseigner le début et la fin de chacune des sous-étapes (figure 36).

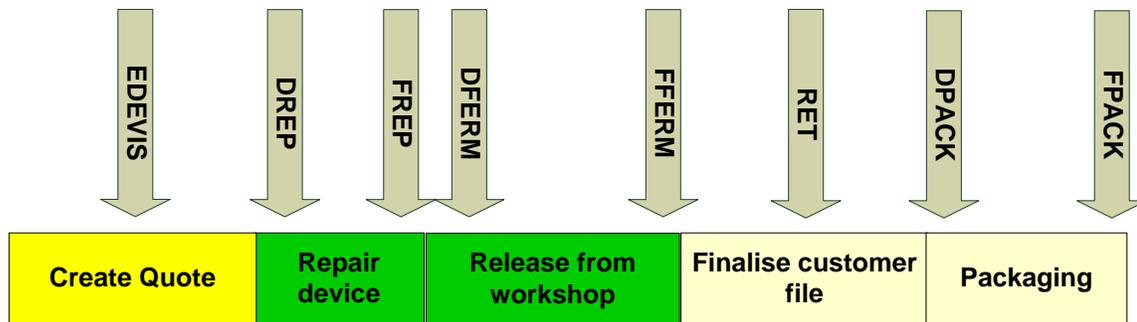


Figure 36: Les états d'avancement des différentes étapes <sup>[3]</sup>

## f) Le protocole de mesure

Pour des raisons de confidentialité, les pièces détachées (allant de la vis jusqu'au moteur) vont être citées sous forme de chiffres.

### Le choix des pannes

Lors de la formation technique il a été soulevé que les réparations des pannes dépendent de l'emplacement des pièces détachées. A cet effet, le choix s'est porté sur 3 types de pannes selon le temps de réparation : rapide, moyen et long.

Dans un premier temps une collecte de certaines données relatives aux 33 pièces détachées du Stellar a été nécessaire à cette étape :

- ❖ Séparer les éléments techniques ; destinés aux techniciens pour les réparations, des éléments cliniques ; destinés aux clients lors de l'apparition d'une alarme. Un arbre des pannes purement technique a été construit en utilisant Mindjet MindManager 7; cela a permis de connaître approximativement le pourcentage d'occurrence des différentes pannes (figure 37).
- ❖ Estimer les temps de réparation des pannes, selon la pièce détachée touchée
- ❖ Recueillir les coûts de toutes les pièces détachées

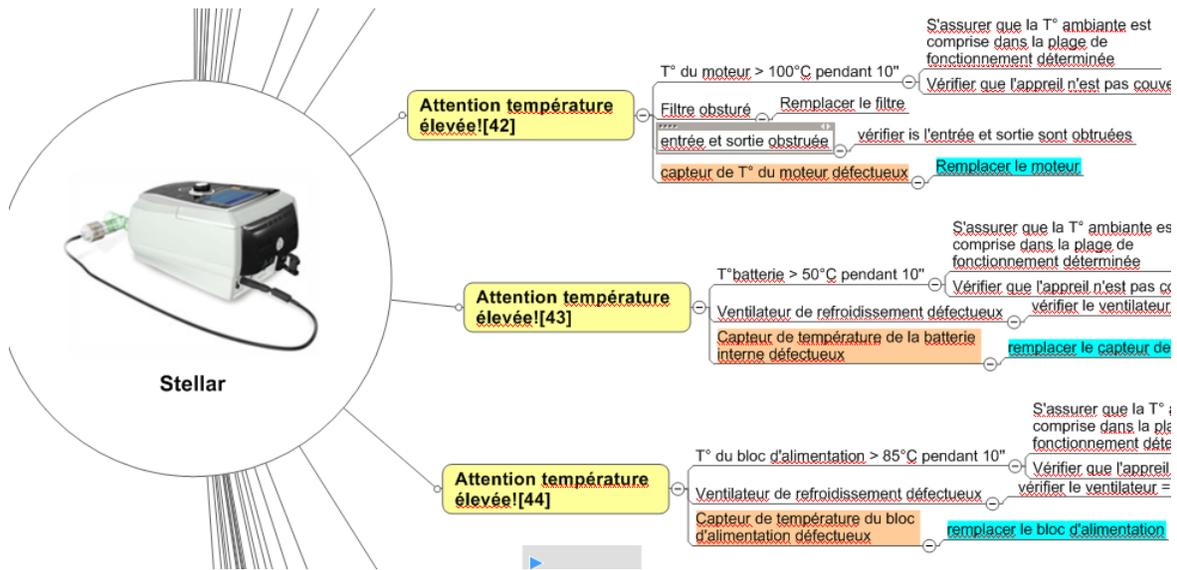


Figure 37: L'arbre des pannes du Stellar [3]

Suite à ces éléments une matrice de priorisation a été mise en place pour le choix des pièces 38).

Temps de Réparation	Long >7'	15, 16, 17	21, 22, 23	31, 32
	Moyen 5'-7'	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	19, 20	26, 27, 28, 29, 30
	Rapide <4'	1, 2, 3, 4, 5, 6	18	24, 25
		Faible <10€	Moyen 11-25€	Élevé >25€
		Coûts des pièces détachées		

Figure 38: Matrice de priorisation des pièces détachées [3]

Il s'est avéré que les 3 pannes qui représentent le pourcentage le plus élevé dans l'arbre des pannes sont : 20, 30 et 31 dont les prix sont relativement hauts (table 10), c'est pourquoi des alternatives ont été nécessaires (table 11).

Pièces détachées	% de l'arbre des pannes	Prix €	Temps de réparation
<b>30</b>	28 %	170	5'-7'
<b>20</b>	17 %	13	5'-7'
<b>31</b>	14 %	101	>7'

**Table 10:** Pourcentage des pièces détachées de l'arbre des pannes <sup>[3]</sup>

Alternatives	% de l'arbre des pannes	Prix €	Temps de réparation
<b>18</b>	3%	19	Rapide (<5')
<b>7</b>	0,1%	1	Moyenne (5-7')
<b>17</b>	/	5	Longue (>7')

**Table 11:** Les alternatives des pièces détachées <sup>[3]</sup>

Avant d'entamer les tests dans l'atelier il faut disposer de tous les éléments nécessaires à la réparation du Stellar sur le banc destiné à cet appareil.

### Mise à niveau avant le début des mesures

- Former les techniciens à la réparation du Stellar en déroulant les instructions de réparation par un formateur habilité
- Préparer un support pour les techniciens ; dans le but d'exposer le contexte et les enjeux des tests à faire ainsi que le protocole de mesure pour avoir des données homogènes et exploitables pour la phase analyse
- Mettre en place tous les éléments nécessaires pour la réparation dont, les outils et les appareils de mesure
- Réorganiser le banc destiné à la réparation du Stellar
- Mettre les références et les photos des pièces détachées sur les bacs
- Définir les spécifications des appareils de mesure pour la réparation du Stellar et les spécifications des appareils de mesure actuels

- Estimer les coûts des appareils de mesure, afin de trouver éventuellement des alternatives avec des coûts moins élevés

### Dérouler le protocole de mesure

Des numéros vont être attribués aux 30 pièces à des endroits cachés.

10 pièces sont choisies et reproduites 3 fois chacune par chacun des opérateurs (table 12).

Pannes	Quantités	Nombre de fois
1	4	3
2	3	3
3	3	3

**Table 12:** Le nombre de réparations par un opérateur <sup>[3]</sup>

Une fois les mesures récoltées elles devront être analysées à l'aide d'outils statistiques d'un logiciel le Minitab.

### 3. Analyze Phase (Phase d'analyse)

- ⇒ **Objectifs** :
- Analyser les concepts de faisabilité selon les besoins des clients
    - Analyser la capacité du banc à répondre aux besoins des clients
    - Identifier la meilleure combinaison des fonctionnalités du banc

Cette étape s'effectuera en analysant la distribution des résultats du Gage R&R. Cela permettra de mettre l'accent sur les éléments de variation dans le processus.

A cette étape, d'autres outils vont être utilisés dont le diagramme de causes à effet (Diagramme d'Ishikawa) ainsi que le niveau 2 du QFD (*Annexes fiche n°4*).

D'autres outils vont être intégrés dont le FAST (Functional Analysis System Technique), cet outil permet de faire une étude systématique de la relation entre la conception, la fonction et le coût ce qui peut aider l'entreprise à être efficace lors de la conception.

La phase analyse permettra de relever les fonctionnalités les mieux adaptées au banc du Stellar.

## 4. Design Phase (Phase développement)

- ⇒ **Objectifs** :
- Développer un design de niveau supérieur
  - Etudes des risques
  - Mettre en place un prototype
  - Effectuer un schéma des formes et conceptions possibles

Lors de cette étape, un prototype de banc va être réalisé et la forme définit, en prenant en compte plusieurs éléments dont :

- ❖ Etudier la forme du banc la plus adaptée
- ❖ Disposer les pièces détachées selon la fréquence d'utilisation
- ❖ Mettre l'emballage à poste en rajoutant un espace destiné à cet effet en gérant les entrées et les sorties dans un flux continu
- ❖ Revoir la disposition des appareils de mesures sur le banc et les remplacer éventuellement par des appareils qui prennent moins de place
- ❖ Mettre en place une procédure pour le contrôle de l'humidificateur dans le cas où le client envoie le Stellar avec son humidificateur
- ❖ Mettre en place des bacs plus adaptés selon les dimensions et les spécifications des pièces détachées et les stocks minimum
- ❖ Mettre en place un KANBAN par fiche
- ❖ Dans le cas d'un approvisionnement des pièces détachées sur le poste par une autre personne en utilisant un KANBAN avec des fiches, mettre les références et les photos des pièces détachées à l'arrière du banc sur les bacs et définir des emplacements horizontaux et verticaux, pour une meilleure gestion et organisation
- ❖ Automatiser le traitement des devis et des BL

Il est important de souligner qu'au niveau du banc, plusieurs éléments doivent être pris en compte lors de la phase design notamment :

Le conditionnement des pièces détachées : sur les 33 pièces détachées du Stellar, 8 sont dotées d'un film antistatique et d'une mousse protectrice contre les chocs le tout mis dans un carton.

Les éléments de bases indispensables pour le banc : Un tapis et un bracelet antistatiques, les appareils de mesure : un Manomètre, un débitmètre, un multimètre et un ordinateur contenant le logiciel de réparation.

A ce niveau l'utilisation des QFD de niveau 3 et de niveau 4 (*macros 3 et 4 : Annexes : fiche n°4 -figure 45-*) permettront la prise de décisions sur les fonctionnalités du banc. A partir de ces éléments des schémas et des prototypes vont être mis en place, en utilisant notamment le logiciel Visio Microsoft 2007. Les différentes formes possibles pour le banc sont une forme en U, en L et un banc standard.

## 5. Optimize Phase (Phase d'optimisation)

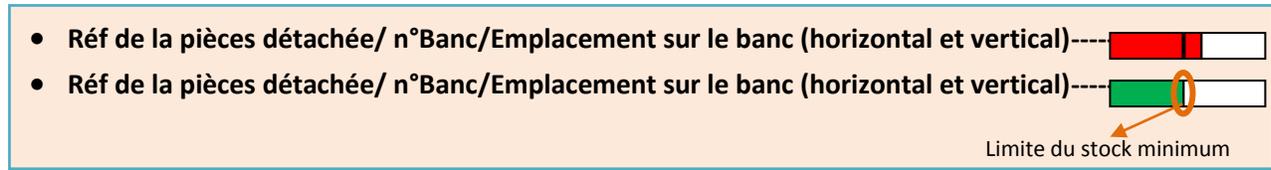
⇒ **Objectifs** : - Optimiser le prototype mis en place

A cette étape il faut optimiser le design mis en place au préalable. Pour ce faire quelques outils Lean vont être utilisés :

- ❖ Déployer les 5S pour organiser le banc et avoir un poste de travail sécurisé et propre pour le technicien
- ❖ Scanner les pièces détachées directement à poste et ne pas les saisir manuellement, en mettant sur les bacs les codes barre des différentes références
- ❖ En plus du KANBAN physique, un KANBAN informatique sera créé, afin de diminuer le risque d'erreur, en mettant en place un Stock Visual Management qui permettra de gérer aussi bien les stocks sur le poste du Stellar que ceux des autres réparations actuelles. Cet outil permettra d'éviter les ruptures de stocks et d'avoir un signal dès que le seuil des stocks minimums est dépassé et cela à l'aide d'histogrammes dont le principe est :

Le stock n'est pas au-dessus du stock minimum requis les histogrammes s'affichent en vert

Le stock minimum est au-dessous des stocks minimums les histogrammes s'affichent en rouge (figure 39).



**Figure 39:** Principe du Stock Visual Management <sup>[3]</sup>

## 6. Verify Phase (Phase de vérification)

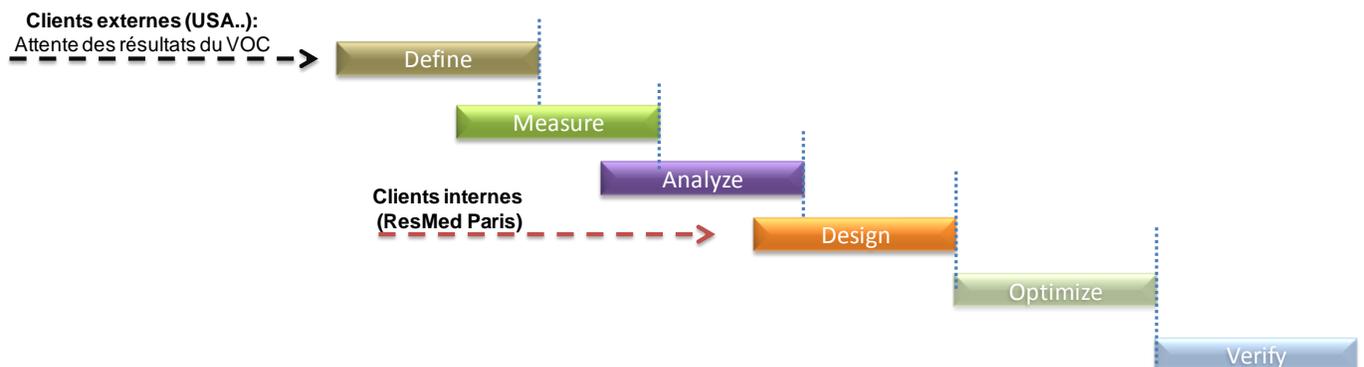
Lors de cette étape, il faudra :

- ❖ Compléter le test pilote
- ❖ Refaire des tests, dans le but de s'assurer de la capacité du processus. Autrement dit garantir une réparation sur le banc de 1h20 maximum.

## Etats d'avancement & Perspectives du projet

Les clients du projet de développement de la ligne de réparation optimisée pour le Stellar, sont internes (SAV ResMed Paris) et externes (Entités USA, Australie, Allemagne...). La méthodologie DMADOV est utilisée dans les deux cas.

L'état d'avancement pour les deux clients sont résumés dans la (figure 40). Même si dans l'absolu les étapes ne peuvent être menées en parallèle, il est possible qu'elles se chevauchent. Exemple des étapes de Measure, Analyze et Design.



**Figure 40:** Les états d'avancement du projet <sup>[3]</sup>

Les perspectives du projet en interne sont de mettre en place les éléments d'optimisation du banc et de vérifier la capabilité du processus.

## Conclusion

La conception et le développement de produits ou de services est une étape cruciale pour toute entreprise qui veut être efficace et efficiente. La conjoncture actuelle de compétitivité pousse les entreprises à se soucier de la qualité des produits et services et visent à satisfaire les clients dès la première utilisation.

L'amélioration des processus internes ne suffit pas, mais il faut aussi gérer les interfaces clients-entreprises pour pouvoir répondre au mieux aux attentes des utilisateurs.

Afin de pouvoir mener à bien le projet de conception et de développement d'une ligne de réparation pour le SAV ResMed Paris, il a été important d'intégrer l'avis du client dès le début et cela en utilisant l'approche Design For Six Sigma qui utilise le VOC (Voice Of Customer) qui permet de récolter les attentes clients et de les transformer en fonctionnalités techniques rentrant dans la stratégie de l'entreprise. De plus, afin d'être efficace et efficient, des outils Lean ont été utilisés avec cette approche dont les 5S.

Mon stage de fin d'études effectué au sein du SAV de ResMed Paris, m'a permis d'acquérir des compétences en gestion de projet en prenant en compte plusieurs facteurs dont la qualité et les coûts; cela m'a donné la possibilité d'utiliser de nouveaux outils qualité et de gérer plusieurs facteurs simultanément.

Cette expérience a été très enrichissante de par la pluridisciplinarité du projet, j'ai pu développer mes connaissances notamment sur le plan humain à travers les différents échanges que j'ai eu avec plusieurs acteurs, lors de réunions ou d'enquêtes. Grâce à mes échanges avec les techniciens et les formateurs, j'ai pu cerner les aspects techniques des appareils afin de mener à bien mon projet.

Le projet m'a donné aussi l'opportunité d'utiliser, en plus de l'approche Design For Six Sigma (DFSS), des outils Lean afin d'être plus efficace et plus efficient lors de la mise en place de la ligne de réparation.

## ANNEXES

### Fiche n°1 : Les 5S

Le 5S est un outil du toyotisme, c'est le socle du Lean Management. Les initiales des 5S correspondent à des mots japonais dont le but est de systématiser les activités de rangement, de nettoyage et de mise en ordre dans les postes de travail. Ces mots sont <sup>[39]</sup> :

- ❖ SEIRI → Rangement
- ❖ SEITON → Mise en ordre
- ❖ SEISO → Nettoyage
- ❖ SEIKETSU → Propreté
- ❖ SHITSUKE → Education morale

Les 5S ont pour but d'améliorer : la qualité des pièces produites, la sécurité, l'efficacité et le taux de pannes.

Les différentes étapes des 5S sont définies comme suit <sup>[40]</sup> :

❖ Les 3 premières étapes (Seiri, Seiton et Seiso) consistent en une mise à niveau **Seiri (Trier)** : Dans un premier temps il est nécessaire de garder sur le plan de travail que le nécessaire pour effectuer la tâche. Cela permet d'enlever tout outil non utilisé, avoir un espace de travail avec le juste nécessaire, ce qui permet d'augmenter la performance et la qualité.

**Seiton (Situer les choses)** : Une fois le tri effectué il est nécessaire de bien les ranger et le meilleur exemple dans ce cas est le panneau à outils, afin de d'améliorer les temps morts à travers le TPM (Totale Productive Maintenance) il est indispensable d'avoir les outils à porté de main. Le Seiton signifie « Une place pour toute chose et toute chose à sa place ».

**Seiso (Nettoyage)** : c'est la dernière étape de la mise à niveau, elle consiste en un nettoyage régulier du poste de travail afin de détecter les éléments défectueux, Le Seiso est une étape importante du TP.

❖ Une fois la mise à niveau effectuée il est nécessaire de garder tout cela dans le temps et de le pérenniser pour se faire les deux dernières étapes des 5S sont de rigueur :

**Seiketsu (Standardiser):** il est important de standardiser ce qui a été fait afin de le garder dans le temps, car cela risque de se détériorer. De ce fait il est nécessaire d'intégrer les 5S dans les procédures et documents de l'entreprise.

**Shitsuke (Suivre et progresser) :** Une fois les 4 premiers S implémentés il est nécessaire de sensibiliser les employés.

### Pourquoi les 5S ?

Les 5S permettent de révéler les dysfonctionnements, les manquements aux règles et les problèmes de comportement. Cette méthode se déroule dans un esprit d'amélioration continue. Elle permet de répondre aux analyses des causes d'inefficacité ; dont la nature varie, elle peut être d'ordre de la qualité, de la participation ou encore de l'image de l'entreprise. En effet un travail ne peut être rentable et efficace dans un environnement dégradé, de plus cette méthode s'intéresse de plus en plus à la sécurité des personnes et à l'environnement (table 13).

	Qualité	Sécurité	Environnement
<b>Seiri Supprimer l'inutile</b>	Supprimer risques d'erreurs, de confusion Travailler sur des surfaces dégagées N'avoir au poste que le nécessaire	Supprimer les obstacles dans les cheminements, dégager le poste, améliorer la visibilité Réduire les risques de chutes d'objets et de personnes	Retirer tout ce qui n'est pas utile à l'exécution du travail, mais peut présenter un risque en cas d'incendie, de fuite, etc.
<b>Seiton Situer les choses</b>	Supprimer les risques d'erreurs, de confusion	Identifier les dangers potentiels Ranger de manière sécurisée (pas de risque de chute ni de blessure)	Placer les objets dans des emplacements adaptés et visibles ; bacs de rétention, armoires antidéflagrantes, etc Identifier les produits
<b>Seiso Faire Scintiller</b>	Propreté de base pour un travail de qualité Prévention des défauts d'aspect Remédier à toute dégradation	Détection précoce et remise en état des détériorations	Limiter le recours à des moyens lourds et des produits agressifs détergents, solvants, pour des nettoyages ponctuels
<b>Seiketsu Standardiser les règles</b>	Les 5S sont intégrés dans l'ensemble des procédures et règles qui régissent le travail et ont une incidence sur sa qualité	Les règles sont établies, la discipline s'applique à tous	L'existence de règles réduit les comportements irresponsables et irrespectueux
<b>Shitsuke Suivre et progresser</b>	Le maintien de la qualité des produits et prestations et celui de la qualité de l'environnement de travail sont liés. Le progrès continu est une exigence de l'ISO 9001	La mise en place de réglementations et d'exigences de plus en plus sévères sur la sécurité et le respect de l'environnement nécessite une adaptation permanente des règles et des comportements dans les entreprises	

**Table 13:** Les 5S la qualité et l'environnement <sup>[41]</sup>

Il est important de souligner que les 5S ne sont pas uniquement une méthode de rangement, de nettoyage et de débarrassage du plan de travail, mais c'est une approche qui fait participer les acteurs concernés en leur offrant un autre rôle de promoteur majeur dans un chantier 5S, car ça permet de tirer les meilleures idées et de valoriser les compétences de chacun. Un autre élément important auquel peuvent contribuer les 5S c'est l'image de la marque vue par le client <sup>[41]</sup>.

### **Fiche n°2 : Le juste à temps**

Le juste à temps est un des outils du Lean il a été créé par Taiichi Ohno ingénieur de Toyota. La modification de l'organisation des flux a révélé que le juste à temps permet d'éliminer les sept gaspillages fondamentaux ou Muda du Lean.

Le Juste à Temps ou le JIT (Just In Time), est une gestion en flux tendus et une production « tirée » par la demande du client. Cet outil permet de fabriquer juste ce qui est demandé et juste quand il faut <sup>[42]</sup>.

Cet outil permet d'optimiser les ressources de l'entreprise pour qu'elle reste pérenne dans le développement des produits et garder sa place sur le marché <sup>[43]</sup>.

L'élimination des gaspillages se fait en éliminant les stocks inutiles et les activités sans valeur ajoutée. La gestion en flux tendus ne se limite pas uniquement à un service ou un type d'entreprise spécifique ; elle est importante pour <sup>[44]</sup>:

-  Les services d'ingénierie
-  Les services financiers
-  Les services des ressources humaines
-  Les services informatiques
-  Les services marketing
-  Les services opérationnels dans la production des biens ou des services.

Autrement dit le Lean ne se limite pas qu'à la production mais s'étend au delà de l'aspect industriel et se propage à travers les entreprises de services ou les Services Après Ventes comme le SAV ResMed Paris.

Afin de pouvoir effectuer des tâches juste à temps et répondre à une demande en amont il est nécessaire d'utiliser des KANBAN.

### **Fiche n°3 : Le KANBAN**

Taiichi Ohno a développé le concept des KANBAN ou encore appelés « Signboard » afin d'implémenter le Juste à Temps. Le but de cet outil était de réduire les coûts et de manager au mieux l'utilisation des machines, cela signifie que le KANBAN est apparue en production.

D'une façon générale KANBAN signifie « étiquette » ou « signal » en Japonais, c'est une méthode dont le but est de faire circuler l'information d'une façon fluide entre le fournisseur et le client dans le but de contrôler les flux de réapprovisionnement.

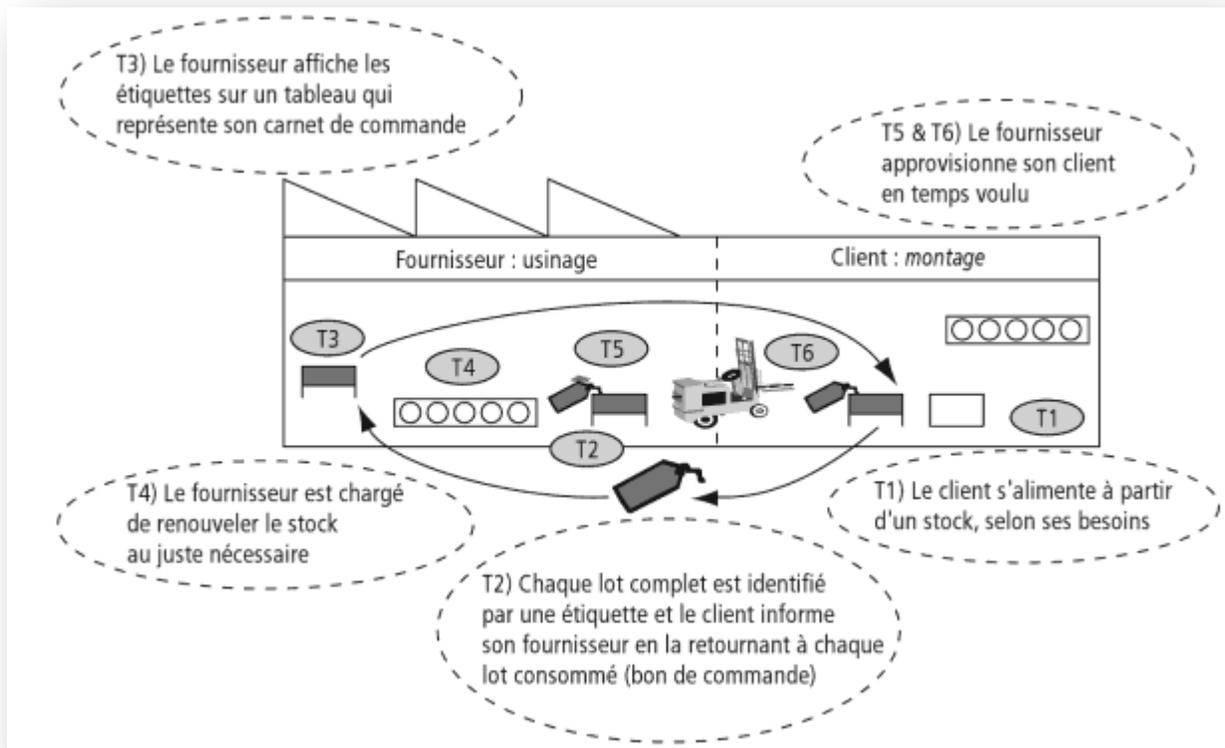
Le principe est d'avoir un signal visuel donnant l'état d'avancement et à quel moment l'opérateur doit arrêter ou changer d'action, ça permet aussi au manager d'avoir une meilleure supervision des tâches. Un KANBAN est juste si ces deux éléments sont respectés <sup>[45]</sup> :

-  Ne produire que les produits nécessaires au remplacement de ceux utilisés par le client
-  Produire uniquement les produits ayant déclenché un signal d'utilisation par le client

Un des points importants du KANBAN est la réduction de la surproduction en produisant juste quand il y a une demande, et aux quantités demandés. Il est important de souligner que le KANBAN peut être incrémenté dans le système informatique déjà existant de l'entreprise avec le même principe <sup>[46]</sup>.

En production le KANBAN est utilisé sous forme de fiche associée à chaque pièce avec la date de fabrication, la quantité et le nom, cela permet aux ateliers amont (fournisseurs) de répondre au moment voulu à la demande des ateliers aval (clients) de la production. Cette méthode repose également sur l'approvisionnement régulier juste à temps des ateliers de production en pouvant apporter une solution rapide aux problèmes de pannes et éviter les ruptures de stock ; cela converge vers les « cinq zéros » : zéro panne, zéro défaut, zéro délai, zéro stock, zéro papier <sup>[47]</sup>.

Le KANBAN est basé sur plusieurs principes illustrés dans la (figure 40) <sup>[48]</sup>.



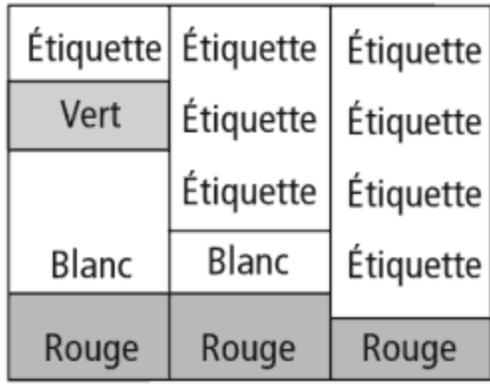
**Figure 41:** Les principes du KANBAN <sup>[48]</sup>

En résumé (figure 41), les principes du KANBAN sont comme suit :

- ✚ Le client (montage) prend ce dont il a besoin à partir d'un stock. Les lots sont identifiés par des étiquettes
- ✚ Une fois que le client a consommé un lot, il émet une demande via un bon de commande
- ✚ Le fournisseur (usinage) affiche les étiquettes sur un tableau d'ordonnancement
- ✚ Ensuite, il renouvelle son stock et remet juste ce qu'il faut, c'est-à-dire ce qui a été consommé par le client

✚ Et enfin le fournisseur réapprovisionne le client *juste à temps*.

Il est important de savoir que s'il n'y a pas consommation le fournisseur ne reçoit pas l'étiquette, autrement dit le client n'a pas consommé ce qu'il lui a déjà été remis au préalable.



Étiquette	Étiquette	Étiquette
Vert	Étiquette	Étiquette
	Étiquette	Étiquette
Blanc	Blanc	Étiquette
Rouge	Rouge	Rouge

**Figure 42:** Tableau d'ordonnement <sup>[48]</sup>

Afin de gérer au mieux toutes ces étiquettes qui affluent vers le fournisseur un tableau d'ordonnement est utilisé (figure 42), le principe est de délimiter des zones couleur. Il est rempli de haut en bas avec toutes les étiquettes arrivant du client vers le fournisseur. Dès que les étiquettes atteignent la zone blanche dite seuil de déclenchement, ou encore le stock minimal, une fabrication est déclenchée.

## Fiche n°4 : Le QFD

Le QFD ou la Maison de la Qualité permet de mettre en relation les attentes clients avec les spécifications mises en place afin de les satisfaire.

Le QFD se réalise en plusieurs étapes qui se suivent <sup>[49]</sup>:

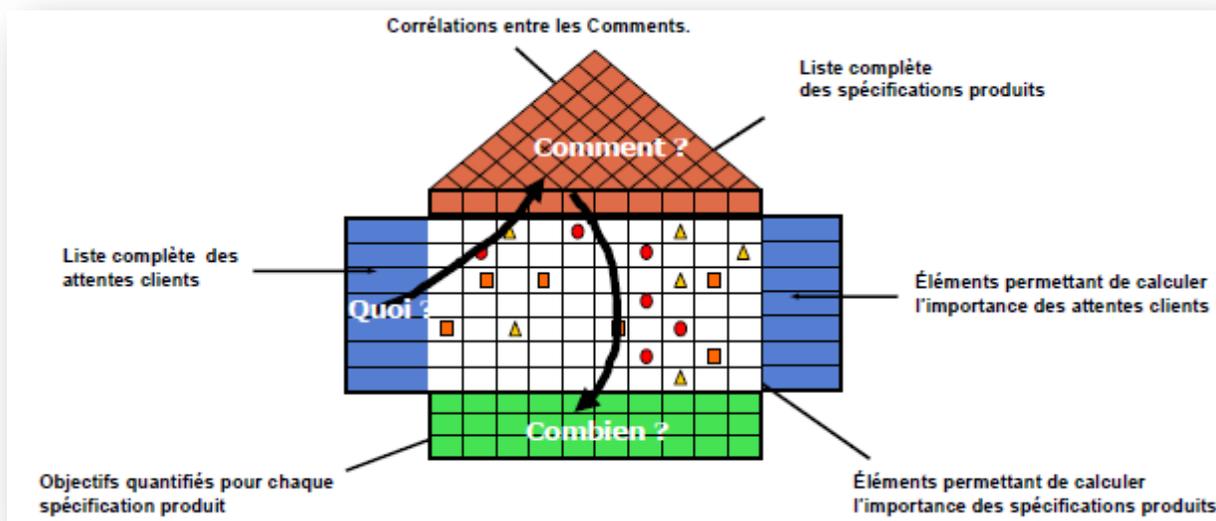


Figure 43: Réalisation du QFD <sup>[49]</sup>

- Recueillir les attentes du marché et les besoins clients (QUOI ?) <sup>[50]</sup>
- Regrouper les attentes par catégorie
- Attribuer des poids ou des côtes aux attentes
- Dresser la liste des fonctionnalités pouvant être introduites dans le produit afin de répondre au mieux aux attentes des clients (COMMENT ?)
- Attribuer des valeurs/poids à la liste des fonctionnalités

Le toit de la maison (présenté en orange sur la (figure 43) permet de définir les corrélations entre les différents COMMENT ce qui aide à la prise de décision lors du choix des fonctionnalités.

Le QFD permet aussi de descendre l'échelle d'abstraction en utilisant plusieurs macro-phases (figure 44).

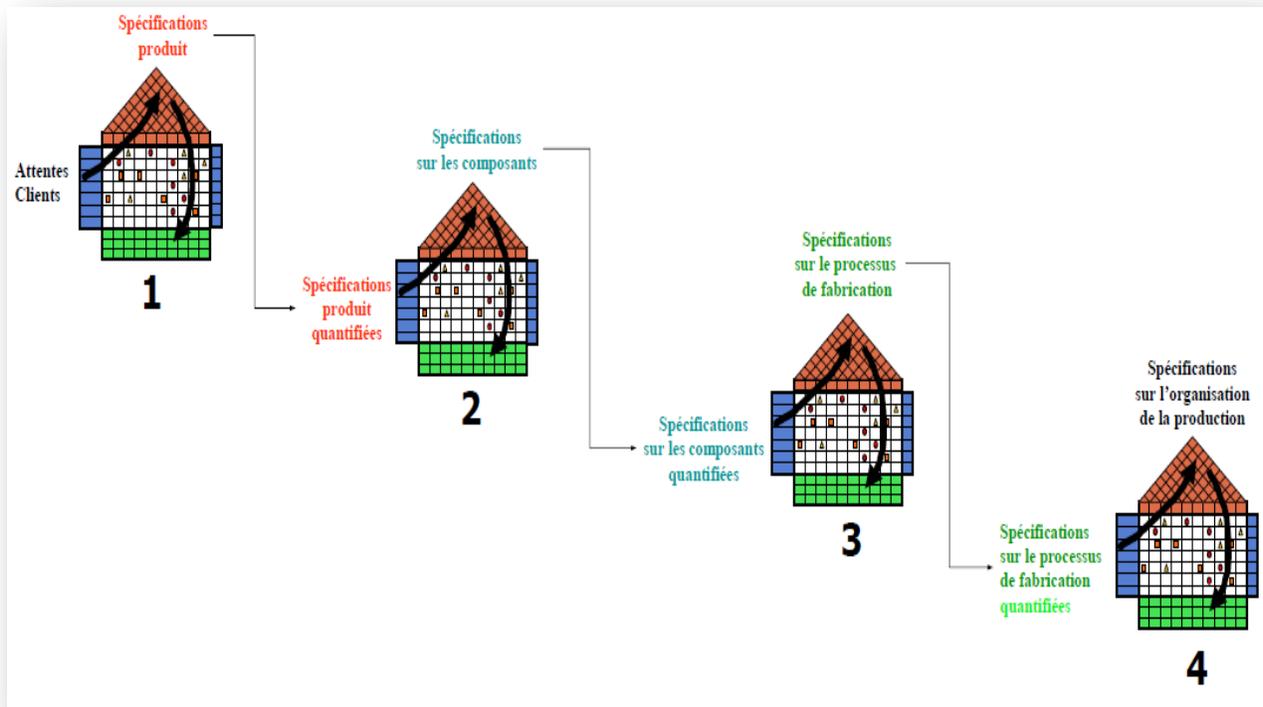


Figure 44: Les quatre macro-phases de la QFD <sup>[49]</sup>

### Avantages :

- ❖ Cet outil permet d'avoir toutes les données regroupées en un seul outil
- ❖ L'outil se contente des besoins clients, cela ne permet pas le développement de la créativité et ne facilite pas l'innovation.

### Inconvénients :

La maîtrise de l'outil, demande une discipline, cela n'est pas évident de par la difficulté de l'apprentissage.

## Fiche n°5 : Le Gage R&R

Le Gage R&R (Repeatability & Reproducibility) permet d'analyser le système de mesure. Il est utilisé avant la collecte des données. Cette analyse est effectuée pour vérifier l'exactitude et la régularité des mesures <sup>[51]</sup>.

Le Gage R&R permet d'isoler les sources d'erreurs dues à la mesure (l'observateur et les appareils de mesure). La variabilité du système de mesure est la capacité de l'observateur et de l'instrument de mesure à obtenir des mesures justes et répétables. La précision des mesures permet d'éviter les erreurs sur l'acceptation du produit et un faux signal sur les cartes de contrôle. Les deux principaux facteurs de ce système sont <sup>[52]</sup>:

**La répétabilité** : est la capacité d'un seul observateur à obtenir la même mesure sur la même pièce en utilisant le même système de mesure

**La reproductibilité** : est la capacité de deux observateurs ou plus d'obtenir la même mesure de la même pièce en utilisant le même système de mesure

Le gage R&R est fait à l'aide de 3 opérateurs qui réparent 10 pannes 3 fois chacune.

Les buts de l'utilisation du Gage R&R sont :

- ❖ Identifier le processus qui requiert une innovation
- ❖ Identifier les sources d'erreurs de mesures
- ❖ Corriger les erreurs

## Références Bibliographiques

- [1] **Documentation interne** : Formation technique sur l'Elisée. ResMed. 03/03/2012.
- [2] « Amélioration de la Qualité et de la productivité du Service Après Ventes », Bou-Kheir Charbel,
- [2] « Amélioration de la Qualité et de la productivité du Service Après Ventes », Bou-Kheir Charbel, Stage professionnel de fin d'études, MASTER Management de la Qualité (MQ-M2), UTC, 2009-2010, <http://www.utc.fr/master-qualite>, puis "Travaux" "Qualité-Management", réf n°160.
- [3] « Conception et développement d'une ligne de réparation pour le Service Après Ventes », DROUCHE Leila, Stage professionnel de fin d'études, MASTER Management de la Qualité (MQ-M2), UTC, 2011-2012, <http://www.utc.fr/master-qualite>, puis "Travaux" "Qualité-Management", réf n°221.
- [4] **Documentation interne** : Communication globale sur le Groupe ResMed, consultée le 19/04/2012.
- [5] **Documentation interne**: Le Manuel qualité global ResMed. Consultée le 14/05/2012.
- [6] **Documentation interne** : Marketing « ResMed Paris Product ». Consultée le 10/05/2012.
- [7] **Documentation interne** : Organigramme de la Société ResMed. Consultée le 10/04/2012
- [8] NF EN 60601-1-1-6 « Appareils électromédicaux –Partie 1-6 : Exigences générales pour la sécurité de base et les performances essentielles.
- [9] Directive 93/42/CEE DU CONSEIL du 14 juin 1993 relative aux dispositifs médicaux. (JO L 169 du 12.7.1993, p. 1).
- [10] **Présentation interne** : Règlementaire « Formation interne sur le règlementaire ». Consultée le 15/04/2012.
- [11] **Présentation interne** : « Monthly Meeting », Février 2012.
- [12] [www.stellar150.com](http://www.stellar150.com) consulté le 15/05/2012.
- [13] J.P.SOURIS « Le guide du parfait responsable maintenance : Assurer l'efficacité, la qualité et la rentabilité de sa maintenance industrielle ». Edition : Lexitis, Paris, 2010. ISBN : 978-36233-011-7, p 178-180. 180 pages.
- [14] G.BRUE « Six Sigma for managers ». Editions : McG.Hill Company. 2005. New York
- [15] C.FRECHT « Mettre en œuvre le Six Sigma ». Edition : éditions d'organisation. Paris. 2005.ISBN : 2-7081-2120-0. P4. 160 page.
- [16] R.E.REIDENBACH & R.W.GOEKE « Strategic Six Sigma for champions: Keys to sustainable competitive advantage ». Edition: ASQ. Winconsin. 2006. ISBN-13 : 978-0-87389-683-2.131 pages.
- [17] M.PILLET « Six Sigma : Comment l'appliquer ».Edition : Editions d'Organisation. Paris. 2004. ISBN : 2-7081-3029-3.p6-7. 486 pages.
- [18] M.JACQUARD « Objectif Qualité ». Edition : Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne. 2010. ISBN : 978-2-88074-867-8. p91. 392 pages.

- 
- [19] A.FOURCANS « MBA : L'essentiel du management par les meilleurs professeurs ». 2<sup>ème</sup> Edition : Eyrolles. Paris. 2008. ISBN : 978-2-212-54154-0. p 254. 552 pages.
- [20] J.SEGOT, J.RAYMOND, L.FAVIER « Management de la qualité et de la performance : Construire un cadre de référence pour de nouvelles pratiques de management ». Edition : ,Lexitis. Paris. 2011. ISBN : 978-2-36233-019-3. p129-130. 164 pages.
- [21] D.AUTISSIER, F.BENSEBBA, F.BOUDIER « L'atlas du management : Les meilleurs pratiques et tendances pour actualiser vos compétences ». Edition : Eyrolles. Paris. 2007. ISBN : 978-2-212-53931-8. 480 pages.
- [22] J-N.GILLOT « La gestion des processus métiers : Aligner les objectifs stratégiques de l'entreprise et le système d'information par les processus ». 2007. ISBN : 978-2-9528-2660-0. P141.
- [23] S.BOHNKE « Moderniser son système d'information ».Edition : Eyrolles. Paris. 2010. ISBN : 978-2-212-12764-5.p 196-197. 372 pages.
- [24] T.MARIANI et P.MARIANI « Juggling paradigms : Exemple d'un déroulement de projet Six Sigma de A à Z ».Edition : société des Ecrivains. Paris, 2012. P12-14. 250 pages.
- [25] C.HIHMANN « Lean Management: Outils, Méthodes, Retours d'expériences, Questions/Réponses ». Edition : Eyrolles. Paris, 2012. ISBN: 978-2-212-55318-9. P 131-132. 424 pages.
- [26] N.VOLCK «Déployer et exploiter Lean Six Sigma». Edition : Eyrolles Editions d'Organisation.Paris, 2009. ISBN : 978-2-212-54334-6. 106 pages.
- [27] T.McCARTY, M.BREMER, L.DANIELS and P.GUPTA « Six Sigma Operational Methods: THE SIX SIGMA BLACK BELT HANDBOOK ». Edition, 2005.ISBN: 978-0-07-173504-9. 588 pages.
- [28] SUNG H.PARK & J.ANTONY « Robust design for quality engineering and Six Sigma ». Edition: World Scientific. 2008. ISBN-13 978-981-277-867-3/ISBN-10 981-277-867-5. 545 pages.
- [29] R.R.CAVANAGH, B.P.NEUMAN & P.S.PANDE « What is design for Six Sigma? ». Edition: McGraw-Hill.2005. ISBN: 0-07-145499-3. P 2. 87 pages.
- [30] J.R.EVANS & W.M.LINDSAY « The management and control of quality ». 7<sup>ème</sup> edition: Thomson south-western. 2008. ISBN: 1-800-423-0563. 848 pages.
- [31] A.S.VOOTUKURU « DMARC : A framework for the integration of DMAIC and DMADV ». Riddle Aeronautical University. Edition: ProQuest LLC. 2008. Florida. P 29-32. 104 pages.
- [32] <http://chohmann.free.fr/qualite/qfd.htm>. L'auteur, Christian HOHMANN, Directeur associé au sein d'un cabinet spécialisé. Consulté le 17 mai 2012.
- [33] Creative Industries Research Institute « Quality Function Deployment ». AUT University.
- [34] J.RAUSER and D.CLAUSING « The House of Quality ». Harvard Business Review. 1988.
- [35] F.GILLET-GOIGNARD et B.SENO «Le grand livre du responsable qualité ». Editions d'Organisation : Eyrolles, 2011 Paris, ISBN : 978-2-212-54959-1. P13-15 & p348. 512 pages.

- [36] W.HACHICHA « Nouvelles approches pour la formation des cellules de production dans le cadre d'une démarche de conception ». L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax. Discipline Génie mécanique
- [37] M.FRTITZ « Contribution to the design of a matrix to analyse and classify problem solving methods according to performance criteria ». Diploma Thesis. p114. 212 pages.
- [38] N.LAHONDE "Optimisation du processus de conception: Proposition d'un modèle de selection des methods pour l'aide à la decision". Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers. Spécialité Génie Industriel. 8 décembre 200. p 47-48. 221 pages.
- [39] M.PILLET, C.MARTIN-BONNEFOUS, P.BONNEFOUS et A.COURTOIS « Gestion de production : Les fondamentaux et les bonnes pratiques ». 5<sup>ème</sup> Edition : Eyrolles. Paris. ISBN: 978-2-212-54977-5.p 340. 476 pages.
- [40] V.BALACHANDRAN, V.CHANDRASEKARAN « Office Management ». Edition : Tata McGraw-Hill. New Delhi. 2009. ISBN-13: 978-0-07-067040-2/ISBN-10 : 0-07-067040-4. p64. 258 pages.
- [41] C.HOHMANN «Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants : Supprimer l'inutile, Situer les choses, faire Scintiller, Standardiser les règles, Suivre et progresser». Edition : Eyrolles. Paris. 2006. ISBN : 2-7081-3433-7.p 28-30 & p33. 350 pages.
- [42] P.ROUZAUD «Salariés, Le Lean tisse sa toile et vous entoure». Edition : L'Harmattan, Paris. ISBN : 978-2-296-56103-8. P 29-30 & p 163.176 pages.
- [43] GHEDIRA K. «Sciences & Technologie : Logistique de la production: approches de modélisation et de résolution approche de modélisation et de résolution». Paris : Technip, 2007.p3. 140 p.
- [44] L.RITZMAN, L.KRAJEWSKI. J.RENART et al «Management des operations: principes et applications». 2eme édition : Pearson, Paris. ISBN : 978-2-7440-7452-3. p457. 552 pages.
- [45] J.M.GROSS and K.R.MCINNIS «KANBAN Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process». Edition: AMACOM. New York. 2003. ISBN: 0-8144-0763-3. p1-3. 259 pages.
- [46] The Productivity Press Development Team. «Kanban for the shopfloor». Edition: shopfloor series. New York, 2002. ISBN: 1-56327-269-5. 215 pages.
- [47] F.L.GAMSORE. «Productivité et croissance dans les entreprises et les organizations: Eléments de cours d'économie d'entreprise en année de licence». Edition : L'Harmattan Burkina Faso. ISBN : 2-296-00494-6. p85. 98 pages.
- [48] P.POUDEROUX «Le carnet de bord du manager de proximité». Edition : Eyrolles. Paris. Institut Renault. 2007. ISBN : 978-2-212-53887-8. p145-146. 216 pages.
- [49] F.PERRIN-BRUNEAU «Proposition d'une démarche d'intégration de nouvelles méthodes en conception : Eléments pour la définition du rôle de l'intégrateur "Méthodes"». Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers. Spécialité : Génie Industriel. Paris. 2005.
- [50] <http://www.inventive-design.net/> Consulté le 18/05/2012.

[51] [www.minitab.com](http://www.minitab.com) Etudes de l'instrumentation pour les données. Copiright 2010 Minitab Inc. Consulté le 31/05/2012.

[52] G.K.GRIFFITH « Statistical Process control Methods ». 2ème edition: ASQC Quality press. Winsconsin. 1996. ISBN: 0-87389-345-X, p147-142 & 151. 250 pages.