

Caroline Fréchet



Mettre en œuvre le Six Sigma



CD-Rom de démonstration
MINITAB® offert

Éditions
d'Organisation





Comment utiliser le Six Sigma avec facilité

- > **Définir et positionner** le projet
- > **Mesurer** la situation existante
- > **Analyser** les causes des problèmes
- > **Innover et améliorer** en cherchant des solutions pour remédier aux problèmes
- > **Contrôler les résultats** par la mise en place de solutions pérennes

Le Six Sigma est la démarche de qualité de référence à travers le monde. Elle permet d'améliorer la performance des processus, de mieux satisfaire les clients et d'accroître la rentabilité des opérations. Les meilleures entreprises, tant industrielles que de services, l'appliquent avec succès.

Le Six Sigma repose sur plusieurs piliers, dont ce livre rend compte : l'utilisation des statistiques mises en images par logiciel, l'articulation autour de la gestion de projet (DMAIC), la communication autour du projet, la prise en compte des demandes des clients et, surtout, l'appui de la direction. Toutes ces dimensions font du Six Sigma un outil très performant, qui permet des économies considérables.

En suivant un exemple simple, l'auteur montre comment mettre en œuvre le Six Sigma. Au-delà d'une simple liste d'outils ou de concepts, cet ouvrage présente, à l'intérieur du cadre DMAIC, une logique d'utilisation des outils avec la manière dont ils répondent à la résolution d'un problème concret. Le lecteur trouvera ainsi le sens à donner à ses projets.



Configuration requise

- PC avec processeur Pentium, 32 Mo de RAM.
- Système d'exploitation Windows 95 ou supérieur.
- Le logiciel Acrobat Reader 4.0 (ou supérieur) est nécessaire à la consultation de ce CD-Rom (fourni sur le CD-Rom).
- Ce CD-Rom contient MINITAB® 13.31 version française et MINITAB® 14 version anglaise en version d'évaluation valable 30 jours après la date d'installation.



Caroline FRÉCHET, *experte française en Six Sigma, intervient dans plusieurs entreprises internationales, nationales ou régionales en tant que formatrice et consultante. Elle a réalisé plusieurs projets, en a coaché un grand nombre et formé des populations très diversifiées.*

Code éditeur : G52120 • ISBN : 2-7081-2120-0



35 €

Mettre en œuvre le Six Sigma

Éditions d'Organisation
1, rue Thénard
75240 Paris Cedex 05

Consultez notre site :
www.editions-organisation.com



Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans l'enseignement provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du Droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

© Éditions d'Organisation, 2005

ISBN : 2-7081-2120-0

CAROLINE FRÉCHET

Mettre en œuvre
le Six Sigma

Éditions

d'Organisation

Sommaire

Introduction	IX
1 Les concepts du Six Sigma	1
Les six axes du Six Sigma, une organisation méthodique	2
<i>L'axe des ressources humaines, ou « Management »</i>	3
<i>L'axe des attentes des clients</i>	11
<i>L'axe de la gestion de projet</i>	13
<i>L'axe financier</i>	14
<i>L'axe de la communication</i>	16
<i>L'axe des outils informatiques et des statistiques</i>	17
Différentes méthodes de déploiement	20
2 La phase de décision	23
3 Étape 1 : définir le cadre du projet	39
Préparer la charte du projet	40
L'organisation du processus : le SIPOC	44
Synthétiser la voix du client	45
La synthèse de la phase de définition	53
4 Étape 2 : mesurer	55
Le détail du SIPOC : la cartographie	56
La déclinaison des demandes des clients	64
La préparation à la collecte des données	65

VI Sommaire

	<i>Première étude du processus de mesure</i>	72
	<i>Seconde étude de la mesure</i>	78
	Les données collectées	84
	Le niveau de sigma et les aspects financiers	89
5	Étape 3 : analyse du processus	95
	Objectif	95
	De la mesure à l'analyse	96
	L'AMDEC	97
	Bilan de l'AMDEC	101
	Autres utilisations de l'AMDEC	102
	Analyse statistique des données	103
	Étude de l'emballage 1	109
	Plan d'expériences sur l'emballage 1	111
	Étude de l'emballage 2	115
	Étude de l'emballage 3	116
	Analyse des emballages en entrée	118
	Conclusions de la phase d'analyse	120
6	Étape 4 : innover/améliorer	123
	Génération des idées potentielles	123
	<i>Action sur la zone de stockage</i>	128
	<i>Action avec un fournisseur</i>	129
	<i>Action de suivi</i>	129
	<i>Partage des meilleures compétences</i>	131
	<i>Utilisation de Poka Yoke</i>	131
	Sélection des solutions retenues	132
	Mise en œuvre des solutions	135
	En conclusion	139
7	Étape 5 : contrôler/maîtriser	141
	Validation de réalisation des actions	142
	Procédures et instructions	143

Les cartes de contrôle	144
Niveau de réalisation des actions et pérennisation	148
Satisfaction des clients et calculs de capacité	149
Les éléments financiers	153
Finalité de la phase de contrôle	155
Validation du processus	156
Conclusion	157
Bibliographie	159
Sites Internet utiles	161
Utilisation du CD-Rom	163

Introduction

Aujourd'hui déployé pour les gains en savoir-faire, savoir-être et financiers, le Six Sigma s'est affirmé comme un facteur clé du développement des entreprises. La pérennité des solutions apportées en fait un gage de performance car les résultats obtenus sont concrets, démontrables et démontrés.

Les entreprises qui en ont compris la finalité et la force sont de plus en plus nombreuses à l'associer, de façon plus ou moins explicite, à leurs objectifs à moyen et long terme. Bien entendu, les méthodes et les applications diffèrent. Une partie des hésitations des entreprises pour mettre en place cette technique est d'ailleurs liée à la méconnaissance des impacts de la méthode dans leur contexte, et ceci qu'il s'agisse de services ou de production.

L'une des clés de la méthode est l'application de la même démarche à tous les projets. Les résultats obtenus dépassent souvent les exigences posées en préambule et le niveau de qualité obtenu dépend de l'ensemble des outils utilisés.

Dans cet ouvrage, la pratique des outils décrits dans la démarche Six Sigma tient une large place, sans rechercher l'exhaustivité sur les outils choisis ni sur leur utilisation. Le lien entre les outils et l'usage qui en est fait dans un projet spécifique est illustré au travers d'un exemple ponctué de conseils. J'ai réalisé, suivi et coaché des quantités

de projets. C'est pourquoi j'ai choisi de faire le lien entre la théorie du Six Sigma et les questions soulevées par sa mise en pratique, en proposant des réponses concrètes sur la réalisation d'un projet servant de fil conducteur.

Lors de la réalisation d'un projet, on choisit parmi les outils à disposition ceux qui seront les plus pertinents en fonction de l'objectif visé, afin d'apporter des réponses concrètes. Les outils qui ont déjà fait leurs preuves et qui se trouvent agencés dans l'ordre imposé par la méthode Six Sigma ont un impact démultiplié et permettent alors de résoudre un grand nombre de problèmes.

La démarche adoptée ici respecte le cycle DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler). Le fil conducteur concret du projet permet de suivre les progrès accomplis.

Les personnes qui cherchent des exemples avant de s'engager dans la mise en place de cette technique qui gagne maintes entreprises, des plus grandes (mondialement connues) aux PME-PMI, trouveront au travers de cette lecture une partie de leurs réponses.

Dans l'ouvrage, la notion d'outils à utiliser pour la résolution d'un problème est présentée concrètement. Elle couvre à la fois des outils statistiques, de management et de communication. Certains paraissent simples, d'autres plus complexes. C'est pourquoi ils n'ont pas tous le même niveau d'utilisation, ni de présentation. J'ai simplement voulu montrer leur utilité dans un contexte de déploiement des projets. J'ai parfois omis les explications sur les modalités complètes de leur utilisation, au profit de leur usage dans le cadre d'un projet.

L'originalité de l'ouvrage réside dans son plan, qui calque celui du déroulement d'un projet, sans négliger la pratique pouvant intéresser de nombreuses entreprises. Il aurait pu aussi être illustré par un autre sujet ou par un exemple dans les services ou couvrant un autre sujet.

Tout d'abord, les principes de positionnement du projet concernant la description, le calcul de valeur ajoutée, les membres du groupe de travail, ainsi que le planning sont mis en place. La recherche des attentes du client s'effectue aussi dans cette première partie.

Dans la partie « Mesure », la démarche aboutit à l'identification des indicateurs contenus dans la problématique. Une grande partie des problèmes rencontrés dans les projets réside en effet dans la difficulté de mesurer : savoir quoi et comment mesurer sont des questions clés qui se posent au cours de cette phase. On examine d'abord ce que l'on va mesurer, puis on s'assure que l'on sait le faire.

Dans la partie « Analyse », les causes des problèmes sont recherchées et la preuve qu'elles sont bien influentes déterminée. Différentes techniques sont alors appliquées.

Dans la partie « Amélioration », les solutions déployées sont expliquées afin de remédier au problème. C'est à ce stade, et après les preuves de différences apportées dans la partie précédente, que les actions d'amélioration sont mises en place.

Enfin, dans la partie « Contrôle », les différents éléments de la pérennisation, comme la formation et les outils de suivi (cartes de contrôle, standardisation, etc.) sont montrés. Ces éléments permettent de s'assurer que le nouveau processus, une fois mis en place, se maintiendra à son niveau actuel.

La méthode Six Sigma pourrait paraître non innovante car elle utilise des outils qui ont déjà démontré leur puissance dans de nombreux cas. Ce livre s'attache davantage à les articuler qu'à les expliciter pour s'intéresser à ce qui fait la force de la méthode, en particulier :

- l'écoute et l'intégration de la demande des clients;
- le soutien de la direction;
- l'utilisation d'outils statistiques dédiés à l'amélioration du processus;
- la gestion de projet avec un cycle précis;
- les différents aspects de la communication;
- la prise en compte des aspects financiers des projets;
- l'appui sur une équipe de personnes formées et dédiées au déploiement de la méthode;
- la partie informatique.

L'articulation de ces éléments permet d'apporter une réponse satisfaisante au plus grand nombre de problèmes.

Cet ouvrage se veut accessible car l'idée n'est pas de devenir des experts de la méthode. Une réponse concrète à un projet d'amélioration et une marche à suivre logique pour y parvenir sont décrits ici, au travers d'un exemple suivi du début à la fin.

Les concepts du Six Sigma

À partir d'un exemple tiré de la vie courante, il est nécessaire d'établir le potentiel d'amélioration possible d'un produit, en schématisant la présentation des différents aspects du Six Sigma sur les six axes qui donne sa force à la méthode. C'est ainsi qu'on retrouve le déploiement de la méthode sur les ressources humaines, puis sur l'intégration des attentes des clients à prendre en compte dans la résolution du problème.

Étape par étape, le projet suit son cours. Les aspects financiers sont également intégrés dans la méthode. La partie communication, qui permet de travailler sur l'échange d'informations, est développée de façon importante dans les projets. Les domaines informatiques et statistiques servent d'appui à la gestion des projets. Mais le Six Sigma est bien un outil global d'amélioration de la performance qui s'appuie sur ces six axes.

Ce n'est pas que le Six Sigma soit communément expliqué suivant ces six axes, mais ce schéma montre tous les constituants de la stratégie d'entreprise qui découle de son application.

La méthode par l'exemple

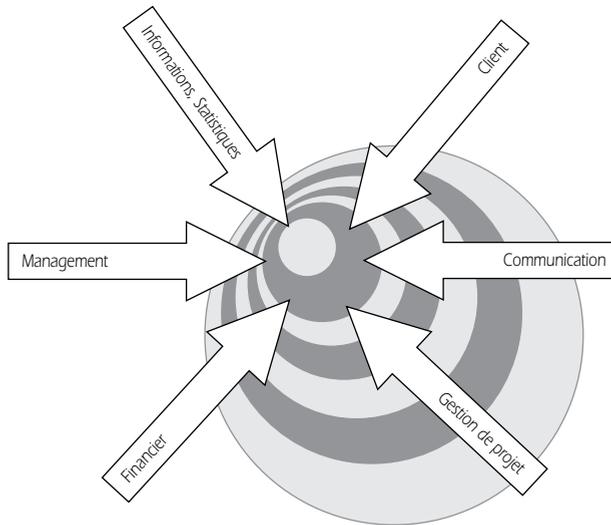
Le paquet de cartouches d'encre pour imprimantes est abîmé dans le rayon. C'est le dernier! J'interpelle un vendeur. Il me confirme que ce sont les dernières et qu'il n'en a plus en réserve. C'est le troisième magasin que je fais et je n'ai pas pu trouver le bon modèle de cartouches. J'hésite. Je me décide enfin à prendre le paquet endommagé, je le retourne : il est bien endommagé. Cela me fait douter de la qualité de la marchandise. Est-ce que les cartouches sont également abîmées? Le vendeur prétend le contraire. Devant mon indécision, il me propose d'en commander d'autres, mais je vais devoir attendre. En revanche, si je prends le paquet en l'état, il peut me faire une réduction de 20 %. Je me décide enfin à prendre le paquet et à accepter la réduction de 20 %. Je passe très vite en caisse de crainte d'arriver en retard à mon entrevue.

Le dirigeant avec lequel j'ai rendez-vous m'a demandé de venir lui présenter la méthode Six Sigma, lui expliquer la démarche. Pour illustrer mon propos, je place les six axes qui conduisent à l'atteinte d'un niveau Six Sigma pour son entreprise, comme le montre le schéma ci-contre.

Les six axes du Six Sigma, une organisation méthodique

Pour comprendre tous les enjeux de l'application du Six Sigma, il convient de positionner ces six axes en décrivant leur rôle respectif.

Les six axes du Six Sigma



L'axe des ressources humaines, ou « Management »

Sans un soutien important de la direction, la méthode Six Sigma a peu de chances d'aboutir. Tous les axes sont importants et la direction est la seule dans l'entreprise à avoir une action levier sur chacun d'entre eux. Elle le fait en insufflant sa propre dynamique.

La méthode est déployée au travers d'acteurs spécifiques, formés et souvent sélectionnés par la direction. C'est ainsi que l'on trouve des :

- *Champions*, qui sont des représentants de la direction ;
- *Sponsors*, ou propriétaires de processus, qui attribuent les sujets des projets et tiennent à la réussite des objectifs ;
- *Master Black Belt* ;
- *Black Belt* ;

4 Mettre en œuvre le Six Sigma

- *Green Belt*;
- *Yellow Belt* et autres.

Le *Champion*

Le *Champion* a la responsabilité du déploiement du projet Six Sigma dans l'entreprise. En effet, le projet est initié par la direction qui appuie le lancement de la démarche et qui lui donne une certaine crédibilité. Il en existe un seul, parfois le directeur du site, voire plusieurs. Il peut y avoir plusieurs niveaux de *Champions*, suivant l'organigramme de l'entreprise qui met en place la méthode.

Son rôle comprend un certain nombre de missions qui vont instaurer la dynamique de la démarche; il agit en « porte-drapeau ». En comité, il est chargé de sélectionner les projets à l'aide de méthodes spécifiques qui mettent en jeu certains critères pour faire émerger les projets phares. Ces critères portent en général sur :

- les gains attendus;
- la durée de réalisation prévisible du projet;
- les difficultés potentielles;
- les efforts à accomplir;
- la qualification et la disponibilité des personnes participant au projet (spécialistes du Six Sigma et le groupe de travail);
- le besoin qu'a l'entreprise (ou les clients) que le projet aboutisse.

Le *Champion* génère à la fois de nouveaux projets (en général, les idées ne manquent pas) et tient la liste des projets à jour. Il a également pour mission de faciliter le déploiement de la méthode et d'apporter un appui concret aux *Black Belt* et aux *Green Belt*.

Le *Sponsor*

Le *Sponsor* est souvent le propriétaire du processus. En général, la fonction est assumée par un responsable de service ou un directeur. Il valide le lancement officiel de chaque projet par la signature d'une charte ou d'un mandat de projet, qui comporte les éléments clés du projet, notamment ses objectifs financiers et opérationnels. La validation de ce document est la preuve qu'il charge un *Black Belt* ou un *Green Belt* de résoudre le problème identifié et qu'il lui fournit les moyens de mettre en œuvre la méthode afin que le projet aboutisse.

En revanche, le *Sponsor* conserve, la plupart du temps, l'autorité hiérarchique sur les acteurs du processus. C'est lui qui mobilise les équipes, qui leur explique les enjeux de leur collaboration dans la résolution du problème.

En cas de problème de fonctionnement du groupe, concernant notamment la disponibilité des équipes et les moyens techniques nécessaires à l'avancement du projet, le *Sponsor* en porte également la responsabilité.

Il veille aussi à l'avancement du projet, en réalisant des revues à chaque fin de phase de la méthode et donne son avis sur les progrès obtenus. Ces revues, bien formalisées, comportent la validation d'éléments spécifiques à chaque phase. En fonction de ces données, il approuve ou non la poursuite de chaque étape, puis le passage à la suivante. En cas de désaccord, les éléments à compléter sont définis et une décision est prise sur la suite à donner. Ces revues de jalons permettent de guider les projets vers la résolution des problèmes, de manière nettement plus assurée.

Par ailleurs, ce suivi garantit l'intérêt soutenu du *Sponsor* et maintient l'attention de l'équipe focalisée sur la démarche jusqu'à la fin du projet.

L'enregistrement du projet dans la base de suivi informatique des projets, le lancement et la clôture de chaque projet sont faits par le *Sponsor*. Son rôle est donc central dans la méthode. De sa motivation dépendra une grande partie du succès du projet. Mais il n'est pas seul. Les porteurs de projets et les groupes de travail ont également une grande influence sur la résolution de problèmes.

Le *Black Belt*, ou pilote Six Sigma

Le *Black Belt* (ceinture noire) est affecté à plein temps sur l'avancement des projets. Il en réalise entre trois et quatre par an; leur gain moyen oscille entre 200 000 et 300 000 € (ces montants sont à revoir pour des entreprises de taille plus modeste).

Le rôle du dirigeant, s'il souhaite atteindre ses objectifs, est de maintenir la disponibilité du *Black Belt* pour atteindre les gains et le nombre de projets qu'il s'est fixés. Le *Black Belt* n'est pas lié à une fonction précise dans l'entreprise; il doit avoir suivi une formation qui le conduira à prendre cette fonction. Cette formation est toujours réalisée avec un projet comme support d'avancement. Pour être *Black Belt*, dans la majorité des entreprises, il faut avoir été sélectionné et retenu.

La plupart du temps, le *Black Belt* occupe sa fonction à temps plein. Si ce n'est pas le cas, la durée des projets sera plus longue et, le plus souvent, les impacts financiers et de communication seront moindres.

Le *Black Belt* est souvent retenu pour remplir cette fonction pour une durée de 2 à 4 ans. Il évolue ensuite vers un poste de direction ou de *Master Black Belt* ou bien reprend une autre fonction. Il s'agit souvent d'un haut potentiel, que la direction souhaite voir évoluer vers d'autres fonctions plus tard.

À défaut de responsabilités hiérarchiques, le *Black Belt* remplit d'importantes responsabilités fonctionnelles. Pour une durée limitée, le *Sponsor* lui confie un groupe de travail et une mission : résoudre le problème. Il accomplit cette mission en s'appuyant sur l'ensemble des outils appris durant la formation et mis en œuvre dans le cadre du projet.

Un bon *Black Belt* est avant tout un bon communicant et un esprit curieux, prêt à se remettre en question en suivant la formation idoine. Si la connaissance des statistiques est un atout supplémentaire, il apprendra en formation l'essentiel des outils, qu'il mettra ensuite en œuvre dans le cadre du projet. Il devra également apprendre à présenter ses travaux à l'aide d'un logiciel, car il aura fréquemment à exposer son travail.

L'une des fonctions du *Black Belt* est de guider le *Green Belt* dans son projet. Sans avoir d'autorité hiérarchique, il lui apporte un soutien en termes d'outils et de suivi et guide ainsi le groupe de travail, confié par le *Sponsor*, vers l'atteinte des objectifs des projets.

Hiérarchiquement, le *Black Belt* est souvent rattaché au *Champion*. Dans une petite structure, un consultant assume parfois le rôle de *Black Belt*. Cela évite à l'entreprise un investissement en formation.

Le Master Black Belt

Le *Master Black Belt* peut être soit un consultant, soit un *Black Belt* expérimenté dans les grandes entreprises, une personne interne qui joue le rôle de conseil et d'appui méthodologique sur le Six Sigma. Il déploie une bonne expertise technique, possède des qualités naturelles de coach, de leader et de formateur. Il est chargé de déployer la formation des *Black Belt* et des *Green Belt*, d'assurer le suivi des projets et de veiller à leur réussite. Il apporte

ainsi une aide concrète aux projets existants ou à naître, en assurant une fonction de coach auprès des personnes déjà formées, en les guidant au travers des outils et des techniques. Il peut coordonner de grands projets pour l'entreprise, avec l'aide de *Black Belt* et/ou de *Green Belt*.

Le choix du *Master Black Belt* doit donc se faire avec beaucoup de discernement. Son rôle d'accompagnement fait de lui un formateur auprès des différents acteurs du Six Sigma : *Champion*, *Black Belt*, *Green Belt*, etc. C'est un professionnel reconnu dans son métier, qu'il exerce à plein temps. C'est aussi avec l'aide d'un *Master Black Belt* averti que l'entreprise se tournera vers des techniques plus spécialisées comme le Lean Six Sigma ou le DFSS (*Design For Six Sigma*).

Il aide les managers et les champions à sélectionner les priorités. Il contribue ainsi à mettre en évidence l'alignement du déploiement des projets avec les stratégies, en les clarifiant et en aidant à organiser les priorités. Ceci impose de prendre du recul, lequel s'acquiert grâce aux projets déjà réalisés et à une vision globale de la méthode et des besoins de l'entreprise.

La formation de *Master Black Belt* est toujours particulière. Le plus souvent, elle intervient après une formation *Black Belt* et quelques projets réussis, au cours duquel le candidat s'est distingué. Elle comporte des compléments en techniques statistiques ainsi qu'une importante partie sur les règles de formation et de communication.

Pour une entreprise, compter un ou plusieurs *Master Black Belt* est le signe d'une bonne maturité dans l'approche du Six Sigma et qu'elle va pouvoir gagner en autonomie.

Le *Green Belt*

Le *Green Belt* (ceinture verte) est à mi-temps sur les projets. Il réalise entre un et deux projets par an, présentant

chacun un gain de 50 000 € environ. Bien souvent, ce gain se situe davantage autour de 100 000 €.

Il est autonome sur les projets, mais fonctionne le plus souvent avec l'aide d'un *Black Belt*. Sa formation est d'une durée plus courte que celle d'un *Black Belt*. Il apprend également le cycle complet de réalisation d'un projet, mais dispose d'un peu moins d'outils à utiliser dans les projets.

Les *Green Belts*, beaucoup plus nombreux que les *Black Belt* dans les déploiements Six Sigma (de 5 à 10 fois plus nombreux environ), permettent de répondre rapidement à l'ensemble des problématiques qui peuvent se poser dans les services.

Le *Yellow Belt*

Le *Yellow Belt*, principal acteur dans un groupe de travail, n'est pas souvent présent dans les entreprises. Il est appréciable de pouvoir trouver, dans le groupe, les personnes qui connaissent déjà les grandes étapes du travail et de la démarche. En effet, le groupe va travailler à partir des connaissances de tous ses membres sur les thèmes abordés. Le *Black Belt*, ou le *Green Belt*, va proposer des outils pour articuler la réflexion.

Les autres *Belts*

D'autres *Belts* (ceintures) se retrouvent dans cette appellation. Parfois, on nomme un *Orange Belt* qui a un savoir spécifique (un commercial par exemple).

Cette dénomination est très rare car le Six Sigma permet justement de réaliser des projets quel que soit le domaine d'activité (services ou production). Il n'y a donc pas beaucoup d'intérêt à trouver cette distinction, à moins d'être dans un cas particulier de configuration.

Le spécialiste d'une technique, parfois nommé *Brown Belt*, est rarement identifié dans l'entreprise. Il peut s'agir, par exemple, d'une personne déjà chargée de déployer certains outils comme l'AMDEC, le SPC, les plans d'expériences, le QFD, les scorecards ou bien encore les analyses de fiabilité (ces outils seront abordés plus loin dans le contexte du Six Sigma). Ce référent technique très pointu intervient dans les groupes et en délégation de projet en anime une partie, si nécessaire. Il peut devenir *Green Belt* ou *Black Belt*, tout en conservant sa spécialité.

Les ressources humaines

Les ressources humaines jouent un rôle essentiel dans l'application du Six Sigma car le déploiement de la méthode nécessite l'intervention de personnes, chargées entre autres de mettre en place et de collecter analyses et mesures. Le recrutement des *Green Belts* et *Black Belts* incombe aux ressources humaines, qui définissent également leur rôle, leur plan de carrière, leur statut dans l'entreprise, leur durée dans la fonction, etc.

D'autres fonctions sont également concernées

Les contrôleurs de gestion ou responsables financiers travaillent sur les gains apportés par les projets, puis les valident et les consolident en fin de projet.

Les commerciaux, la fonction marketing ou les développements interviennent aussi dans la collecte de la voix du client. Ils sont alors investis d'une mission : contribuer à une meilleure écoute du client qui serait pris en compte dans les processus internes.

Les personnes en charge du déploiement de la fonction Qualité participent largement à la diffusion de la méthode. Nombre d'outils évoqués dans cet ouvrage leur sont fami-

liers. Toutefois, la dynamique abordée ici diffère de celle utilisée dans les autres méthodes.

Le déploiement de la méthode Six Sigma nécessite de s'appuyer sur l'ensemble des acteurs, et non uniquement sur le responsable qualité, pour l'utilisation des outils de référence. Même si le responsable qualité a parfois utilisé certains de ces outils par le passé et si les bénéfices qu'il en a tirés sont importants, l'objectif recherché ici est davantage lié à l'articulation de l'utilisation de l'ensemble des outils.

Je mets en garde le dirigeant contre les bouleversements que la méthode Six Sigma risque d'introduire au niveau des techniques de management, d'où l'importance attachée à l'adhésion totale des équipes. Si la réussite des projets dépend de cette adhésion, celle-ci ne se décrète pas pour autant; elle s'obtient par la réunion des conditions du succès, entre autres, la culture d'entreprise. Cet aspect humain et culturel est à adapter et à développer spécifiquement par chaque entreprise. Si l'on n'obtient pas l'adhésion des équipes, cela conduira insidieusement vers l'échec, tout en induisant l'idée que la technique n'est pas correcte puisque les projets échouent. Pire que cela, l'entreprise aura investi pour rien dans le programme mis en place. Ce cas de figure est rarissime, mais il faut rester vigilant.

L'axe des attentes des clients

Les clients font vivre et progresser l'entreprise. Pour les personnes rattachées à des processus internes, la difficulté réside dans la connaissance de la voix du client. Comment parvenir à cette connaissance? Ces personnes gèrent des tableaux de bord de suivi de leur activité, des améliorations apportées, mais, pour la plupart d'entre elles, la notion de client reste floue.

Pour en revenir à notre exemple de départ, comment les personnes chargées des expéditions, ou mieux, des emballages des cartouches d'encre pourraient-elles avoir connaissance de ma mésaventure, au vue de la réaction de la personne que j'ai rencontrée? D'autres clients ont-ils refusé de prendre les cartouches devant le même constat? D'un autre côté, la notion d'emballage abîmé renvoie à quelque chose de très subjectif...

Les commerciaux, le marketing, le service après-vente, le service qualité et quelques autres services forment l'interface avec le client, dont les attentes sont difficiles à décrire et à appréhender. C'est pourquoi il paraît encore plus important de les comprendre, de les intégrer et de les faire entrer dans les processus.

Comment la voix du client rentre-t-elle dans l'entreprise? Souvent, elle passe par les commerciaux, puis le marketing, le bureau d'études, le bureau des méthodes, la génération du produit et du service, la livraison, etc. Le cloisonnement des services ne facilite pas la transmission de la demande du client. Ce dysfonctionnement explique en partie la déformation, à l'arrivée, des attentes du client. Pour répondre au mieux à ses attentes, la formalisation de ses besoins nécessite du temps, ainsi qu'une équipe et des compétences spécifiques.

Doit-on distinguer pour autant les clients internes et externes? Leurs attentes sont-elles différentes? Dans la majorité des entreprises, les clients internes comme externes ont bien du mal à faire comprendre leurs attentes. Il apparaît donc essentiel de bien intégrer l'ensemble des clients concernés par les résultats du déroulement du processus. Il existe différentes techniques pour mieux comprendre ces attentes.

Les demandes des clients, une fois identifiées puis intégrées dans les projets, guideront le niveau d'atteinte des

objectifs. Cette approche permet de valider que le projet à réaliser est bien basé sur une demande réelle. Si ce n'est pas le cas, l'équipe peut réaliser un projet important sans aucun impact sur le client.

À ce sujet, un exemple me revient en mémoire. J'ai suivi trois projets qui se déroulaient en parallèle pour mettre au point un moyen complexe et important. Lorsque tous les résultats techniques ont été atteints (ils ont même dépassé les objectifs techniques prévus), le service commercial a indiqué que la direction arrêta la fabrication, faute de commandes. Cet exemple illustre bien l'importance de l'étude des attentes des clients, en préliminaire à toute mise en place de processus d'amélioration.

L'axe de la gestion de projet

Le Six Sigma est une méthode de résolution de problèmes DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover [ou améliorer], Contrôler [ou maîtriser]) qui permet de réduire la variabilité, ennemie de la qualité, sur les produits. Dans la suite de cet ouvrage sera expliqué le déroulement de chacune de ces étapes, en les situant dans le contexte d'amélioration des processus.

Il existe un second cycle, dont le sigle – DMADV (Définir, Mesurer, Analyser, Design [ou concevoir], Valider) – décrit la conception d'un nouveau processus ou le renouveau d'un processus existant. Cette partie du Six Sigma s'appelle le «DFSS».

Au travers de ces cycles, les différents acteurs découvrent, avec plus ou moins d'approfondissement lors de leur formation, que les processus vont atteindre le niveau de sigma attendu par le client. Le sigma représente une mesure statistique, dite «écart type», qui sert à mesurer l'écart typique d'une valeur à sa moyenne. Plus la valeur

d'écart type est faible, plus il est facile d'atteindre les exigences des clients, ce qui permet d'obtenir un nombre de sigma élevé à l'intérieur des exigences normatives ou celles des clients.

Étude de la capacité du processus

Par exemple, si le client s'attend, pour un produit donné, à un délai de livraison compris entre 1 et 7 jours, en admettant que le délai de livraison soit centré sur 3,5 jours et que le nombre d'écart types soit de 3 jours, il n'y aura que ± 1 écart type pour répondre à la demande du client. Ce chiffre correspond à un taux de satisfaction de 68 % (voir une table statistique sur la loi normale).

Si l'écart type (suite à un projet par exemple) est égal à 1 jour, il y aura alors ± 3 écarts types pour la même réponse et le taux de satisfaction dépassera alors les 99 %.

Cet exemple permet de conclure que, plus la valeur d'écart type est petite, mieux on parvient à satisfaire les clients. C'est donc en passant par chacune des étapes de ces cycles que de meilleurs résultats seront obtenus.

L'axe financier

L'axe financier est lié à l'application de techniques Qualité : AMDEC, SPC, plans d'expériences, etc. Fréquemment, les entreprises utilisent tout ou partie de ces techniques sans vraiment évaluer leurs impacts dans les projets. Il ne faut pourtant pas minorer cet aspect financier. En effet, s'il était élaboré à la base, il serait plus facile pour les dirigeants de maîtriser son impact dans l'entreprise. Or,

ces derniers sont plus souvent intéressés par les positionnements financiers que par les positionnements techniques des sujets : le Six Sigma les séduit d'abord par les aspects financiers qu'il présente, au détriment des questions techniques.

Tous les projets Six Sigma font l'objet d'une évaluation financière en termes de gains attendus. Le retour sur investissement se réalise dès le premier projet mené par un *Black Belt* ou un *Green Belt*. Les gains sont validés par la direction financière au début et à la fin de chaque projet. Ils sont consolidés dans une base de données, souvent conservée sur l'Intranet. Les montants financiers fournissent une échelle commune significative pour les dirigeants, qui peuvent ainsi réaliser être segmentés par secteur d'activité, pour toute l'entreprise ou encore pour se comparer à leurs concurrents. Les gains obtenus, pérennes dans le temps, peuvent en générer d'autres. La presse relate régulièrement les exemples d'entreprises ayant mis en place des projets Six Sigma et dont les gains sont considérables.

Sur quels processus aborder la méthode Six Sigma ? Celle-ci peut s'appliquer, entre autres, au processus de commande ou au processus financier pour réduire les délais de livraison ou les tris par exemple. La technique peut toutefois s'adapter à tous les cas, pourvu que les conditions financières et d'amélioration des processus soient favorables. Dans tous les cas, il faut tout d'abord évaluer le montant des avantages attendus sur un projet donné, avant de déterminer la validité de l'enjeu.

Par exemple, j'ai indiqué un jour à un dirigeant de PMI que je pouvais l'aider à évaluer les gains attendus d'un projet d'amélioration de délai de livraison. Il m'a confié s'attendre à des gains de 200 000 €. Nous avons pu évaluer que, en réalité, ce projet allait lui faire gagner 4 500 000 €,

en lui évitant de construire une seconde chaîne et en réalisant des économies sur l'actuelle chaîne!

Comment sélectionner les projets? En fait, la sélection se fait en séance de *Champions* où le critère financier, bien qu'important, est insuffisant pour décider des projets à réaliser.

L'axe de la communication

Cet axe paraît souvent facile aux dirigeants, persuadés de communiquer vite, bien et efficacement. Quelle erreur! Il est nécessaire de réaliser un plan de communication détaillé, excepté si l'entreprise en possède déjà un. Dans la plupart des cas, il faut aborder l'intégration du Six Sigma et les méthodes de communication qui y sont liées. C'est pourquoi tous les aspects de la communication sont abordés durant les formations. Par exemple, les personnes sont formées pour réaliser la présentation dite de l'« ascenseur » qui ne doit pas durer plus d'une minute : environ la durée d'un trajet en ascenseur. Dans certaines situations, comme des rencontres diverses dans les couloirs ou lors de manifestations particulières, il est judicieux d'avoir travaillé son texte, afin de présenter avec aisance son sujet d'étude et sa mission dans l'approche du Six Sigma. Cette présentation peut également être utile pour expliquer brièvement la méthode.

Ainsi, lors des formations, il est demandé à chaque stagiaire de se présenter et d'expliquer son projet du moment. Parfois, les réponses sont tellement détaillées ou complexes qu'elles en deviennent incompréhensibles. Or, comment peut-on « vendre » un projet à son manager ou l'expliquer à quelqu'un, si l'on n'est pas entraîné à le présenter avec naturel et clarté?

Mais il existe de nombreux autres exemples de travaux sur la communication : affichage, présentation avec le logiciel approprié, travail de l'oral et de l'écrit, information sur les aspects financiers des projets, communication à l'ensemble du personnel, etc.

En définitive, le Six Sigma doit être perçu de façon cohérente et la clarté des messages diffusés permet à tous les acteurs de comprendre la méthode. En effet, les personnes qui appliquent le Six Sigma au quotidien décideront d'utiliser ou de rejeter la méthode, en fonction des messages qui leur auront été transmis.

L'axe des outils informatiques et des statistiques

Ceci constitue un axe fort dans l'approche Six Sigma qui le différencie peut-être d'autres méthodes Qualité, enseignées par le passé sans appui logiciel. Tous les projets Six Sigma font largement appel aux outils informatiques.

Lors des stages de formation, notamment *Black Belt* et *Green Belt*, chaque stagiaire devrait disposer d'un ordinateur portable, indispensable pour travailler en séance de formation, présenter ses projets et recueillir des données sur le terrain. Or, les ordinateurs portables sont souvent réservés aux managers!

Durant les séances sont proposées des acquisitions théoriques, informatiques et d'autres qui servent de mise en pratique : cas d'école et applications sur le projet des participants. L'encombrement des appareils doit être réduit au minimum pour laisser la place dans la salle pour pouvoir organiser tous les apprentissages, ce qui ne rend pas non plus aisée l'utilisation d'ordinateurs fixes. Il est même conseillé d'avoir une clé USB pour stocker les données et échanger les fichiers.

Dans cet axe, les statistiques sont présentées avec l'informatique. C'est un choix volontaire, mais réducteur. L'utilisation des outils couvre ici un domaine bien plus large que les statistiques, car elle englobe les outils qualité ayant déjà démontré leur efficacité par le passé. L'utilisation des outils informatiques et statistiques permet de grandes améliorations, des gains de temps et des consolidations d'informations pour le futur. Parmi ces outils qualité, on trouve également d'autres outils très variés comme :

- l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité), méthode de recherche de causes de problèmes, puis de hiérarchisation, sélection et mise en place des solutions appropriées;
- les analyses de recherche des causes avec des diagrammes d'Ishikawa (diagrammes en arbre);
- les plans d'expériences;
- les analyses de répétabilité et de reproductibilité pour les mesures;
- les autres outils, à utiliser dans le contexte d'un projet.

Ces outils peuvent trouver des compléments informatiques, comme les logiciels spécifiques, utiles dans leur déploiement.

Lors de l'exposé de l'ensemble de ces outils, il arrive qu'on me réponde que d'autres démarches ont déjà utilisé ces outils avec succès. Le Six Sigma se différencie davantage par l'intégration des six axes présentés ici que par l'utilisation des outils cités.

Le nombre d'outils peut paraître à certains trop élevé. L'expérience démontre toutefois qu'il est utile d'avoir une telle « boîte », dans laquelle on peut piocher au gré des projets, avec bien évidemment, une prédilection pour certains outils.

Lors des formations, les statistiques sont surtout utilisées au travers des apports du logiciel spécialisé. Un *Black Belt* n'est en aucun cas un statisticien. L'initiation a pour seul objectif d'apprendre à se servir du logiciel pour régler un problème donné. Le stagiaire pourra ainsi comprendre dans quelles conditions le problème se produit, se reproduit, se forme et/ou ne se produit pas. Les statistiques permettent d'affirmer plus sûrement des situations. Par exemple, il sera possible d'affirmer : «Je suis sûre à 95 % quand je dis que telle situation est meilleure que telle autre...». De nombreuses analyses sont à la portée de toute personne formée à la méthode. Dans les prochains chapitres, nous allons voir, au travers d'un projet industriel, comment appliquer avec succès les techniques liées au déploiement du Six Sigma.

L'utilisation des statistiques dans un projet n'étant pas toujours primordiale, les résultats ne sont pas évalués sur la quantité de techniques statistiques utilisées, mais plutôt sur les résultats financiers obtenus. Il est donc conseillé de former en priorité des collaborateurs ayant des facilités de communication plutôt que des statisticiens. Il est souvent plus facile d'inculquer des concepts statistiques (qui utilisent des techniques formalisées à suivre) que de transformer en communicateurs des statisticiens (qui utilisent des techniques qu'il faut affiner suivant les individus rencontrés et qu'il n'est pas toujours facile de s'approprier). Cette tendance apparaît encore plus nettement dans la gestion de projets qu'en formation. Une personne à l'esprit trop orienté vers les statistiques peut «noyer» les autres, parfois sans s'en rendre compte. Or, la mise en place du Six Sigma (surtout au début) soulève différents problèmes et la communication doit être soignée, sans doute plus que l'utilisation des techniques statistiques (sans être écartées pour autant).

Différentes méthodes de déploiement

Il existe plusieurs méthodes de déploiement. Je choisirai ici d'en aborder deux parmi les plus courantes.

Dans la première, la plus fréquente, toutes les parties prenantes sont formées, à commencer par les dirigeants et le management. Ces formations permettent, en plus de l'acquisition de la méthode, de décider des premiers sujets qui vont être traités en fonction de leur apport pour l'organisation et des premières personnes à former. Ensuite, les différents acteurs (*Black Belt*, *Green Belt*, etc.) suivront en parallèle au projet un cursus de formation, qui permet l'illustration des différents concepts. Le déploiement du projet se fait en fonction d'un calendrier et d'objectifs définis en commun.

Dans l'autre approche, un consultant commence par intervenir à la place du *Black Belt*. Cette stratégie comporte certains avantages; elle permet notamment, pour assurer un meilleur suivi de la méthode, de l'intégrer en douceur dans l'entreprise. Le consultant intervient pour résoudre des problèmes définis et appliquer la méthode. Une fois le projet terminé, l'entreprise s'approprie les résultats de la mission et rebondit sur cet exemple pour le présenter en support lors de formations ou à d'autres occasions.

À l'issue du projet, le consultant connaît mieux les interlocuteurs et les problématiques de l'entreprise. Il peut donc former plus efficacement les acteurs de la méthode.

L'adaptabilité du Six Sigma permet à tous types de structures de trouver les réponses à des problématiques spécifiques. Cette démarche présente toutefois un inconvénient majeur, celui de s'approprier la méthode une fois le projet réalisé. Pour atténuer cet effet, il est possible de démarrer les formations, même si le projet n'est pas terminé.

Il arrive que les petites entreprises souhaitent uniquement résoudre un problème ponctuel avec le Six Sigma et non s'appropriier tous les détails fonctionnels. Ici, le message serait plutôt : «L'important, c'est qu'il apporte des réponses aux problèmes de mon entreprise». Sans s'appropriier le Six Sigma, l'entreprise utilise juste ses apports en se faisant guider par un consultant. Ce type d'approche convient bien aux PME-PMI.

Lors de l'utilisation du Six Sigma, l'emploi des techniques est adapté au type de projet, aux gains attendus et aux moyens mis en place. Ainsi, un projet à enjeu international ne va pas bénéficier des mêmes moyens qu'un projet à 50 000 ou 100 000 €.

Mais comment mettre en pratique la méthode Six Sigma? Je vous propose de le découvrir à travers ce que l'on pourrait appeler «Les aventures d'un *Black Belt* dans les emballages».

La phase de décision

Trois éléments peuvent intervenir et influencer la décision du dirigeant concernant la réalisation ou pas d'un projet :

- la direction perçoit que l'avenir de l'entreprise va évoluer dans cette voie. Par exemple, si le dirigeant discerne un développement stratégique à trouver à cause de la diminution des ventes pour casse d'emballages;
- le dysfonctionnement interne perçu. Par exemple, si le personnel à la préparation, à la commande, au transport ou à la livraison des produits constate un dysfonctionnement et souhaite intervenir pour améliorer le processus. Il s'agit ici d'une demande interne du processus et de ses acteurs;
- les clients expriment un besoin d'amélioration ou de nouveauté. On parle ici de réponse aux attentes des clients.

La méthode par l'exemple (suite)

Je rencontre à nouveau le dirigeant de l'entreprise et je vais être amenée à échanger fréquemment avec lui. Il a pris la décision de réaliser le projet car il a constaté une baisse du chiffre d'affaires due à des retours de produits avec des emballages défectueux (produits et/ou emballages abîmés). Il ne comprend pas pourquoi car le personnel semble efficace, quoiqu'un peu débordé par moments.

Le dirigeant fait le lien avec d'autres éléments qu'il a en main : remarques similaires, résultats de la dernière enquête en clientèle, résultats financiers en baisse sans explication identifiée.

L'enjeu financier du projet doit lui permettre d'en envisager la réalisation. Les *Black Belts* compétents sont souvent des personnes curieuses qui vont poser beaucoup de questions. À ce stade, peu d'informations sont nécessaires : nous étudions ensemble la faisabilité du projet.

Bien sûr, il est difficile de savoir d'où proviennent les problèmes : le produit est-il endommagé une fois sur les rayons, durant le transport ou bien lors de la fabrication? Mais les retours ne sont pas uniquement liés à un problème d'emballage. Parfois, les produits sont également détériorés. Il faut alors prévoir de les échanger.

Nous décidons de ne pas traiter du cas des remplacements des biens défectueux, qui sera étudié dans un autre cadre. Ce besoin exprimé permet de connaître les limites du sujet.

Pour avancer dans notre réflexion, il nous faut des données plus précises : sur quel type de produits? Quels sont les emballages les plus touchés? Le dirigeant ne sait pas répondre à ces questions. En revanche, les équipes paraissent détenir beaucoup de solutions, entre autres :

- mettre des emballages dans des conditionnements d'expédition plus grands;
- serrer les emballages pour qu'ils ne se heurtent pas dans le transport;
- entourer les produits de polystyrène dans les cartons.

Apparemment, l'entreprise travaille depuis longtemps sur le sujet. Ce contexte est fréquent dans un projet qui démarre : le problème n'est pas encore posé que déjà les solutions, souvent plus ou moins testées, affluent. Certaines ont fonctionné un certain temps, puis se sont dégradées et ont été remplacées par d'autres. On parle, dans ce cas, de « solution non pérenne ».

Le Six Sigma comporte une phase de recherche d'améliorations qui se situe à la fin du cycle, une fois le problème posé, les mesures obtenues et la situation analysée.

Les propositions émises à l'étape d'innovation/amélioration sont pérennes car il a été prouvé que les solutions à mettre en place vont résoudre les causes des problèmes. Elles régleront véritablement la problématique rencontrée, de manière durable.

Avec le Six Sigma, tous les éléments trouvés dans le projet seront, en quelque sorte, démontrés par des techniques Qualité. À la phase d'innovation/amélioration, les solutions mises en place seront également testées et la preuve sera faite qu'il s'agit bien de solutions pérennes. Une vérification « grandeur nature » aura lieu dans la phase de contrôle.

Revenons sur les aspects qui permettront de décider si le projet est bien un projet Six Sigma. Une première estimation fait apparaître qu'un produit sur vingt environ est

retourné à l'entreprise en raison d'un emballage endommagé.

Parfois, des évaluations financières ont déjà été faites, mais ce n'est pas toujours le cas. Lorsque les évaluations financières ne sont pas connues, les impacts font l'objet d'une liste. Il n'est pas nécessaire de les décrire très précisément. Mieux vaut une évaluation même approximative que pas d'évaluation. Une estimation très précise, à ce stade, fait parfois perdre du temps car l'objectif est uniquement de mesurer la portée de l'enjeu.

Une description sommaire des impacts fait donc apparaître la liste suivante (éléments non classés) :

- reprise du (ou des) produit(s) mal emballé(s);
- pénalités en cas de rupture de stock;
- ré-acheminement du produit vers l'entreprise;
- remplacement de l'emballage ou emballage + produit, destruction de l'ancien;
- une personne à plein temps pour réceptionner les emballages, les remplacer, les trier, les renvoyer;
- une personne à mi-temps pour gérer ce type de réclamation : récupération, acheminement, livraison, retards, pénalités;
- image de marque, perte de confiance, de clientèle et de marché.

La liste présentée ici, comme toutes celles qui énumèrent des éléments, est difficile à générer dans les équipes car elle mobilise une grande énergie de la part des participants. Nous décidons d'une pause, technique courante car les personnes qui ont contribué à cette production d'idées sont fatiguées et ont envie de poursuivre sous un autre angle. La pause permet aussi de confronter ou d'approfon-

dir les points de vue de chacun et de reprendre la réunion avec de nouvelles idées.

Dans ce genre d'approximation, il est intéressant de valoriser la valeur moyenne et la fréquence d'apparition des éléments évoqués. Voici un tableau récapitulatif.

**Valorisation de la valeur moyenne
et fréquence d'apparition des éléments en jeu**

Liste des éléments	Valorisation moyenne	Fréquence	Total sur un an
Reprise du (des) produit(s) mal emballé(s)	5	10 par jour	15 000 €
Pénalités si rupture de stock	20	1 par semaine	1 040 €
Ré-acheminement du produit vers l'entreprise	30	5 par jour	45 000 €
Remplacement de l'emballage ou emballage + produit, destruction de l'ancien	10	4 par jour	12 000 €
Une personne à plein temps pour réceptionner les emballages, les remplacer, les trier, les renvoyer	2 500	1 par mois	30 000 €
Une personne à mi-temps pour gérer ce type de réclamation : récupération, acheminement, livraison, retards, pénalités	1 800	1 par mois	21 600 €
Image de marque, perte de confiance, de clientèle et de marché	1 client sur 10 rencontre des problèmes d'emballage. Chiffre d'affaires moyen pour un client : 250	1 par jour	75 000 €
Total			199 640 €

Tous les sujets sont difficiles à valoriser, mais cette technique permet d'obtenir une assez bonne approximation. Un jour, un contrôleur de gestion m'a même indiqué qu'elle était parfois meilleure que celle qu'il pouvait obtenir dans certains cas.

Il arrive que des données, déjà comptabilisées de façon précise, soient présentées par les entreprises. Dans ce cas, les enjeux sont déjà fixés et l'évaluation financière n'est pas à réaliser car on se sert de l'existant.

Pour d'autres types de projet, il s'agit davantage de gagner sur le chiffre d'affaires pour accroître les parts de marché de l'entreprise. Plus fréquemment, le dirigeant veut augmenter simultanément son chiffre d'affaires et la performance de son entreprise, tout en conservant la qualité. On peut aussi avoir l'aspect inverse : la recherche de solutions pour diminuer les pertes favorise les gains.

Pour en revenir à nos emballages, si les mauvais font perdre des clients, les bons, au contraire, en feront gagner de nouveaux et le nombre de parts de marché augmentera de fait. Dans d'autres projets, dans lesquels les gains financiers sont très importants, on recherche surtout ces aspects.

Pour les emballages, le montant du gain supplémentaire s'élèvera à 75 000 € par an et par client gagné. Plus la présentation du produit est séduisante, plus le produit se vendra bien. Le chiffre d'affaires s'en trouvera ainsi augmenté.

En conclusion, le gain potentiel s'élève à 199 640 €, soit environ 200 000 €. Dans la réalité, ce ne sera pas le cas; en effet, atteindre 100 % de cet objectif paraît souvent impossible.

Il vaut mieux raisonner en complétant le tableau déjà obtenu avec le gain probable sur chacun des éléments et ajouter les prévisions sur les augmentations du chiffre d'affaires. Le résultat ainsi obtenu permettra une approche plus réelle des éléments financiers (voir page 30).

Évaluation des impacts financiers

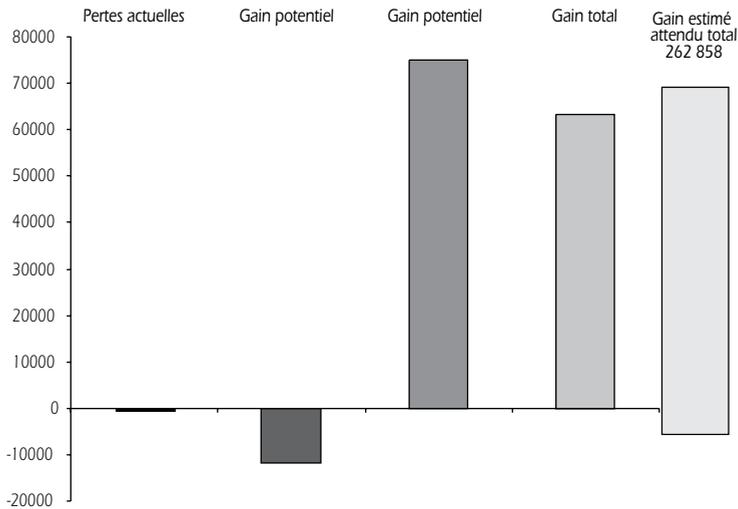
N°	Liste des éléments	Valorisation moyenne	Fréquence	Total sur un an
1	Reprise du (des) produit(s) mal emballé(s)	5	10 par jour	15 000 €
	Situation optimale	1	1 par semaine	52 €
2	Pénalités si rupture de stock	20	1 par semaine	1 040 €
	Situation optimale	20	1 par an	52 €
3	Ré-acheminement du produit vers l'entreprise	30	5 par jour	45 000 €
	Situation optimale	30	1 par semaine	1 560 €
4	Remplacement de l'emballage ou emballage + produit, destruction de l'ancien	10	4 par jour	12 000 €
	Situation optimale	10	1 par semaine	520 €
5	Une personne à plein temps pour réceptionner les produits emballés, les ré-emballer, les remplacer, les trier, les renvoyer (calcul sur la masse salariale)	2 500	1 par mois	30 000 €
	Situation optimale	500	1 par mois	6 000 €
6	Une personne à mi-temps pour gérer ce type de réclamation : récupération, acheminement, livraison, retards, pénalités (calcul sur la masse salariale)	1 800	1 par mois	21 600 €
	Situation optimale	300	1 par mois	3 600 €

.../...

30 Mettre en œuvre le Six Sigma

7	Image de marque, perte de confiance, de clientèle et de marché	1 client sur 10 rencontre des problèmes d'emballage. Chiffre d'affaires moyen pour un client : 250	1 par jour	75 000 €
	Situation optimale	Sans perte de client + 1 client gagné par jour	1 par jour gagné	Gain de 75 000 €
Estimation du total de la situation optimale : restant en perte				- 11 782 €
Estimation du gain sur nouveaux clients				+75 000 €
Gain sur chiffre d'affaires				+ 63 218 €
Pour le projet, les estimations concernent :				
La perte actuelle				+199 640 €
Le gain potentiel				+ 63 218 €
Le gain estimé attendu sur le projet				262 858 €

Gain attendu pour le projet



Ces approximations donneront de la crédibilité au projet qui pourra ainsi être réalisé. Dans la méthode Six Sigma, le niveau requis pour mener à bien ce projet correspond à celui d'un *Black Belt*, lequel pourra être encadré par des *Green Belts* pour l'aider dans sa mission.

Dans le chapitre précédent, nous avons vu qu'il existait plusieurs manières de réaliser la mise en place du Six Sigma. La procédure «à l'américaine» consiste à former tout le monde et à sélectionner un projet pour chaque candidat. L'avantage serait, dans ce cas, de pouvoir prendre ce projet comme étant l'un des projets retenus, d'où un gain qui serait démultiplié par le nombre de projets. La seconde méthode, la gestion d'un projet (ou de plusieurs), est un apprentissage de la technique par l'application. Dans le cas observé ici, c'est ce qui est préconisé.

Un certain nombre de coûts ne sont pas mentionnés ici, c'est le cas du coût des consultants. Le coût du consultant devrait entrer dans les lignes du projet. Il est vraisemblable que son implication sera fonction de la taille du projet. Sur les gros projets, une équipe de consultants, *Black Belts* ou *Master Black Belts*, travaille en commun et unit ses efforts. Sur les projets plus modestes, un consultant, à plein temps ou non, peut suffire.

Tous les efforts doivent rester proportionnels aux gains attendus, à tout point de vue : apport de conseils, forces vives parmi les acteurs de l'entreprise, nombre de réunions nécessaires ainsi que tout ce qui reste à évaluer comme effort de solutions à mettre en place.

L'effort financier global devrait être amorti sur un an, voire deux, pour les projets ambitieux. Il comprendra les honoraires du (des) consultant(s), l'utilisation de l'équipe de projet et le coût de l'implantation des solutions. Pour certains projets, le retour sur investissement pourra être plus rapide.

Dans les missions de ce genre, il y a un intéressement aux résultats obtenus. Certaines entreprises clientes apprécient beaucoup, d'autres pas du tout. Il faut comprendre qu'aux États-Unis, les *Black Belts* et les *Master Black Belts* sont souvent missionnés sur les résultats obtenus. La culture européenne n'est pas encore prête pour cette approche.

Les personnes dont la charge de travail aura diminué, grâce aux solutions apportées, devront être intégrées dans une nouvelle organisation. Par exemple, dans un projet de travail concernant les délais, une diminution du temps de travail sera la conséquence d'une meilleure organisation en amont. Il sera de la responsabilité de la direction et/ou des ressources humaines de veiller à la bonne migration de ces personnes vers d'autres tâches. Ce point est important pour plusieurs raisons :

- si les personnes ne migrent pas vers d'autres tâches, l'entreprise ne parviendra pas au gain escompté;
- pour ne pas laisser dire que le Six Sigma conduira à réduire les effectifs des entreprises;
- si les personnes ne s'adaptent pas à leur nouveau poste, elles jetteront le discrédit sur la méthode dans son ensemble.

Examinons maintenant les autres aspects avant de passer à la phase de définition du projet. L'examen, même sommaire, de la disponibilité et de la motivation de l'équipe est nécessaire. Cette réflexion permet de valider les conditions de réalisation et de réussite du projet. Éventuellement, quelques mises au point avec les responsables seront nécessaires pour être certains que toutes les parties prenantes disposeront du temps nécessaire pour assister aux réunions et apporter leurs connaissances dans le cadre d'un groupe de travail.

L'apport de différentes compétences, réunies autour d'un même projet, permet de garantir que tous les thèmes seront abordés. Dans le groupe concernant ce projet, tous les intervenants du processus, qui sont nombreux, devront être présents : des responsables de la production des produits jusqu'au consommateur final qui achètera ces produits. Ils seront précisés lors de l'étape de définition. La participation des membres du groupe de travail va évoluer au cours de la réalisation du projet. Par exemple, certains deviendront des participants temporaires qui ne seront conviés qu'à certaines séances.

Il est indispensable d'organiser une réunion préalable afin de rappeler l'importance du projet pour tous. Dans notre exemple, toutes les parties prenantes voudraient améliorer la situation existante, mais il n'est pas certain que toutes les données inhérentes à cette situation existent. De fait, on dispose de certaines données, relevées sur des retours de produits, avec quelques explications. Ces analyses n'ayant pas été remises à jour et ayant été peu étudiées, il est nécessaire de les reprendre avant de continuer.

Un historique des produits défectueux (emballages et produits) a été conservé par la société au cours de l'année précédente, de septembre 2002 à novembre 2003. Il manque toutefois le détail des produits emballés et retournés (voir tableau ci-après).

Ce premier état ne représente pas tout à fait les données souhaitées, puisqu'il traite de tous les retours sans distinction. Il permet toutefois de mettre en évidence s'il existe un problème particulier. C'est fréquemment le cas des premiers fichiers de données qui sont incomplets ou qui ne comportent pas tous les éléments requis.

Historique des produits défectueux

Date du retour	Nombre de retours
Août	80
Septembre	90
Octobre	100
Novembre	92
Décembre	120
Janvier	95
Février	105
Mars	118
Avril	123
Mai	125
Juin	130
Juillet	140
Août	131
Septembre	142
Octobre	145
Novembre	140

Les graphiques sont préférables aux tableaux de données. Même si les choses paraissent identiques, au premier abord, les personnes retiennent davantage les éléments graphiques car les informations essentielles sont plus marquantes. C'est pourquoi nous avons opté pour l'interprétation synthétique et graphique des données dans cet ouvrage.

Dès que l'on doit travailler sur des données, un certain nombre de problèmes surgissent. Ils concernent plus particulièrement les points suivants :

- les données sont enregistrées dans un logiciel particulier, qui n'est pas forcément compatible avec l'application du Six Sigma;
- les données ne sont pas au bon format (organisées dans des fichiers séparés, par exemple, ou bien dans des bases de données existantes);
- les données sont incorrectes, incomplètes, trop résumées ou trop détaillées;
- les données n'existent pas encore et il faut les recueillir.

Dans notre exemple, les données sont sous un format comptable, mais une visite au service Comptabilité me confirme qu'il est possible de les transférer dans le logiciel Excel®, qui pourra à son tour être « traduit » dans les formats de logiciels de statistiques comme celui de MINITAB®.

Tout *Black Belt* est formé avec un logiciel de statistiques qui permet d'obtenir des traitements de données de manière plus rapide et efficace. Réaliser un projet Six Sigma sans logiciel serait mal venu pour un *Black Belt*. Les *Green Belts* peuvent parfois se passer de l'utilisation de cet outil, s'ils utilisent peu les statistiques dans leur projet.

Une partie du pouvoir du Six Sigma provient de leur puissance et de leur efficacité dans les traitements statistiques des données. Ces logiciels existent dans plusieurs langues, notamment en français. Par souci de simplification de lecture et d'initiation éventuelle, l'illustration de ce livre est faite avec le logiciel MINITAB®, version 14. Il existe par ailleurs une version française (la 13).

D'autres logiciels présents sur le marché remplissent la même fonction. Certains sont plus spécialisés dans certains domaines particuliers, abordés dans le cas d'un projet.

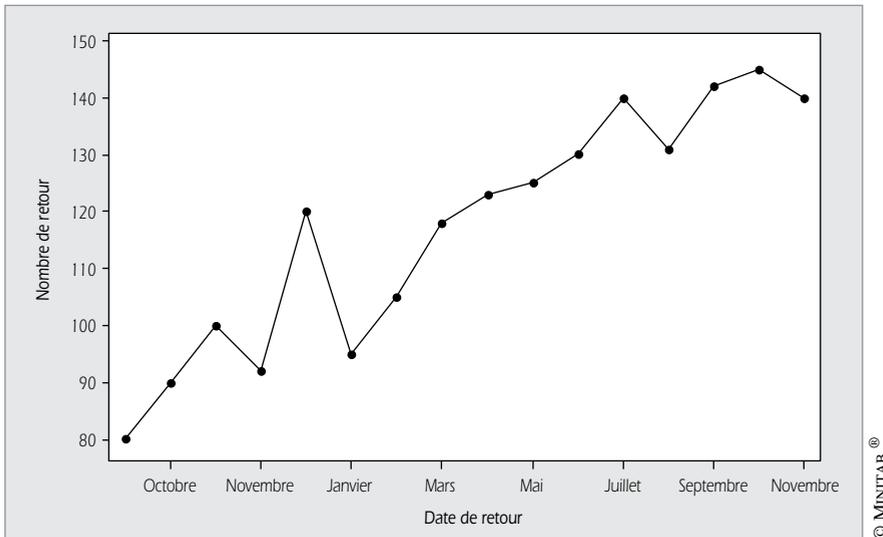
Il est essentiel de travailler avec ce type d'outils si le Six Sigma entre dans l'entreprise. Leur puissance et leur spécialisation les rendent vite indispensables à certaines étapes du déploiement de la méthode, notamment de Mesure, d'Analyse et de Contrôle (pour l'implantation éventuelle de cartes de contrôle). Dans les phases de Définition, d'Amélioration et de Contrôle, les connaissances en matière de conduite de réunion, d'utilisation des techniques de communication prendront largement le dessus dans l'efficacité de conduite du projet.

L'objectif d'un logiciel de statistiques est de produire des statistiques (on s'en serait douté), mais aussi de fournir rapidement de nombreux graphiques pour comprendre les données. Ce type de logiciel peut travailler à partir de bases de données très importantes.

Le *Master Black Belt*, chargé de l'implantation de la méthode Six Sigma dans l'entreprise, aura un avis éclairé sur le choix du meilleur produit. Il sera judicieux de l'impliquer dans ce choix.

Avec l'apport de données, la précision de l'approximation s'accroît. Il serait possible de s'en passer à ce stade, mais c'est plus intéressant d'en retirer les premiers éléments. Dans le logiciel MINITAB®, il faut saisir les valeurs et les en-têtes ou les importer depuis un tableau existant. Il faut sélectionner ensuite le menu «Graph>Time serie Plot». Après avoir saisi le nom de la colonne dans les sous-menus prévus à cet effet, on obtient le graphique suivant. Un graphique relativement similaire peut être obtenu dans beaucoup d'autres logiciels, y compris non spécialisés.

Série chronologique sur le nombre de retours



D'après la visualisation du graphique, il apparaît une tendance nette à l'augmentation. Ceci est une information à prendre en compte pour la suite du projet.

Le graphique temporel illustre un concept de M. Deming : « Tout processus non entretenu se dégrade. » En l'absence de « surveillance », ce processus a donc dérivé. Les causes de ce dysfonctionnement sont diverses, non identifiées, non perceptibles et donc non démontrées. Leur présence et l'instabilité du processus peuvent encore dégrader les résultats du processus. Ces résultats ne sont donc pas pérennes puisque le processus reste imprévisible.

En conclusion, on peut dire que la direction est impliquée et intéressée pour travailler sur ce projet. L'équipe est en voie de constitution et les acteurs sont identifiés et motivés. Le projet rapportera environ 262 000 € par rapport à la situation actuelle. Les résultats dont on dispose montrent une forte augmentation des retours pour problèmes d'emballage (qui ne s'arrêtera pas seul). Les causes réelles

ne sont pas identifiées et le processus n'est pas sous contrôle.

Enfin, la décision de réaliser un projet *Black Belt* est prise. Il sera déployé avec une équipe guidée par un consultant qui jouera ici le rôle de *Black Belt* en accord avec la direction.

La décision de confier la réalisation de ce projet à un *Black Belt* plutôt qu'à un *Green Belt* est prise au regard des gains escomptés. Le *Black Belt* dispose de plus d'outils que le *Green Belt*. Toutefois, l'étape de Définition, qu'elle soit réalisée par un *Black Belt* ou par un *Green Belt*, sera menée de façon similaire et avec les mêmes outils.

Étape 1 : définir le cadre du projet

Après avoir entériné la décision de réaliser le projet, il faut à présent en dessiner plus précisément les contours. La première étape d'une démarche DMAIC se décompose en trois parties :

- la préparation de la charte du projet. Il s'agit de compléter un document de synthèse décrivant le problème et les objectifs attendus, de constituer l'équipe et de sélectionner les parties prenantes, de reporter les enjeux financiers, enfin, de préparer la planification du projet;
- l'organisation du processus va faire l'objet d'un SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customers*), en français FIPEC (Fournisseur, Intrants, Processus, Extrants, Clients). Le SIPOC reste le nom le plus connu;
- la synthèse de la voix du client pour en extraire les principaux éléments.

Dans la phase de définition, il peut être intéressant de travailler sur un historique du problème.

La méthode par l'exemple (suite)

Dans notre exemple, une partie des données antérieures a été utilisée dans la phase de décision. Ces données, plus ou moins denses, voire inexistantes dans certains projets, s'avèrent très utiles pour la découverte des faits générateurs des problèmes dans le passé, ainsi que pour établir une prévision des gains potentiels. Elles servent également à voir si la situation optimale avait été atteinte. Cette dernière information est précieuse car, si c'est le cas, pourquoi ne le serait-elle pas à nouveau ?

Préparer la charte du projet

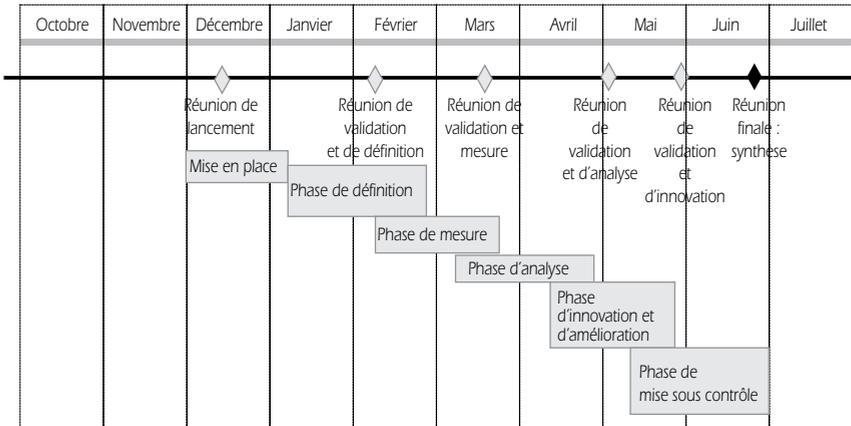
Le groupe de travail se constitue : au départ, le groupe va être composé de personnes qui détiennent les principaux éléments du projet. Au fil du projet, la composition de l'équipe évolue afin d'intégrer des personnes plus opérationnelles pour restituer au propriétaire du processus, en fin de projet, un processus qui aura un fonctionnement efficace.

La décision de la durée du projet incombe au responsable, qui décide que le projet se terminera avant la fin de l'année en cours. Nous planifions donc une durée globale de six mois, ce qui est assez courant dans la mesure où l'équipe peut progresser régulièrement. Il faut être attentif aux congés et aux arrêts prévisibles pour réaliser la planification et éventuellement le prévoir dans la planification.

Lors de la première réunion, c'est toujours mieux si le *Sponsor* peut « lancer le groupe » en annonçant les objectifs, ses attentes ainsi que les moyens qu'il va consacrer au projet. Ensuite, je commence par remercier toutes les personnes pour leur présence. J'expose le contenu du projet

pendant environ une heure, notamment, les bases du Six Sigma. Les objectifs pratiques et financiers sont également annoncés. Nous parlons de l'organisation, assez simple, du projet et de sa planification.

Planification



Durant la seconde partie de la réunion, les participants expriment ce que le sujet leur évoque. La question suivante est posée : que signifie pour vous le problème des emballages? La technique du *brainstorming* (remue-méninges) permet de lister les éléments relatifs à la question, de manière exhaustive, avec le groupe de travail. Le problème exprimé est ensuite développé.

L'équipe de travail élabore en synthèse, la définition d'un emballage correct suivant sa propre expérience. Cet exercice, qui fédère toutes les personnes de l'équipe autour d'une problématique commune, possède l'avantage de positiver. Il permet, en outre, de montrer la perception du processus vu de l'intérieur. La définition construite en commun est la suivante : « Le produit doit parvenir intact dans son emballage jusqu'au rayon où il est exposé, demeurer intact depuis l'achat jusqu'à son ouverture volontaire par l'acheteur. »

La charte, une fois élaborée et validée, comporte les premiers éléments réunis pour le projet. Elle a été confiée par le *Champion* (ou le *Sponsor*) au *Black Belt*. La constitution de l'équipe peut se faire en commun lors de la remise de la charte. C'est l'occasion d'un échange sur les premiers éléments financiers et de planification prévus. Le *Champion* est représenté par le dirigeant. Le *Sponsor* est le propriétaire du processus d'emballage. Toutefois, le dirigeant peut décider que ce sont les mêmes personnes.

Cette charte est ensuite complétée par le *Black Belt* avec le groupe constitué pour affiner la planification et les enjeux financiers. Les objectifs du projet et ses limites sont précisés.

Les aspects financiers sont étudiés en collaboration avec le responsable de gestion, ou le directeur financier, qui doit vérifier et valider les objectifs fixés. Une autre validation aura lieu en fin de projet pour comptabiliser les gains réellement obtenus sur le projet. Ces objectifs, détaillés auparavant, sont reportés dans la charte de projet.

Ci-contre, la charte pour le projet des emballages endommagés.

La charte, ainsi complétée avec l'équipe de projet, sera validée par le *Champion*. Cela signifie, pour le *Black Belt* et le groupe, l'obtention de l'accord de délégation pour réaliser le projet dans les conditions définies par la charte. Ce document évoluera dans le temps. Les modifications majeures devront faire l'objet d'une revalidation par le *Champion*.

L'état d'avancement de chacune des phases est notifié au fur et à mesure (en bas à droite de la charte). À chaque validation de fin d'étape, l'indicateur devra atteindre 100 %. L'étape suivante pourra alors commencer. Ce suivi permet, en outre, de fixer des dates de revue de fin de phase avec le *Champion*, afin de contrôler l'atteinte des objectifs.

La charte du projet

Nom du projet	Problèmes d'emballages endommagés	Produits concernés			Tous produits
Sponsor	Le dirigeant				
Master Black Belt	Caroline Fréchet				
Responsable du projet	Caroline Fréchet	Numéro de téléphone			
Membres de l'équipe	D. Petit, A. Valda, J. Pegret, N. Cogle, Jr. Pois, F. Herfittio	Membres de l'équipe support			E. Coltre, K. Piott, I. Sipprax, S. Traziwack
Date de début	Décembre 2002	Date de fin			Juin 2003
Description					
1. Description du projet	Diminuer le taux de retour des produits pour problèmes d'emballage. Le produit doit parvenir intact dans son emballage jusqu'au rayon où il est exposé. Il doit demeurer intact pendant l'achat et jusqu'à son ouverture volontaire par l'acheteur.				
2. Périmètre	Les produits exposés en emballage au contact du client acheteur final auront meilleur aspect et meilleures ventes.				
3. Objectifs du projet	Mesures	Base	Actuelle	Objectif	Performance idéale
Pertes pour les emballages sur 16 mois	1 876 sur 16 mois	1 876 x 12/16 = 1 407 sur un an	140/mois	70/mois	0/mois
4. Résultats pour la société	Pertes actuelles : 199 640 € Gain potentiel : 63 218 € Gains estimés attendus sur le projet : 262 000 €				
5. Avantages clients	Bonne impression pour l'achat. Davantage d'achats. Pas de blessures dues aux emballages abîmés.				
6. Hypothèses et facteurs de succès	Disponibilité des acteurs.				
7. Contraintes et risques	Timing trop juste.				
8. Budget nécessaire	Non estimé à l'état actuel.				
9. Planning			Phase du projet	Avancement	
D. Définir			Déc 02-Fév 03		
M. Mesurer			Fév 03-Mars 03		
A. Analyser			Mars-Avril 03		
I. Innover/améliorer			Avril-Mai 03		
C. Contrôler/valider			Mai-Juin 03		

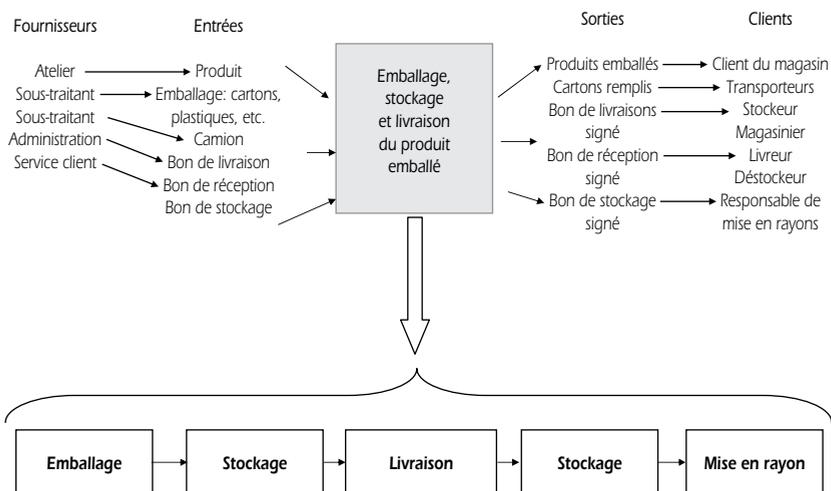
Durant la préparation de la réunion suivante, les dates des prochaines revues sont planifiées, en spécifiant l'objectif de chacune d'entre elles.

L'organisation du processus : le SIPOC

La réunion suivante permet de préparer la cartographie du processus, laquelle restera sommaire pendant la phase de définition. Les premiers éléments du SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customers*) apparaissent. Le SIPOC trouve une improbable traduction dans FIPEC (Fournisseurs, Intrants, Processus, Extrants, Clients). La terminologie reste toutefois discutable.

L'équipe établit une cartographie sommaire du processus qui permet de faire apparaître simultanément les flux de matières et les flux d'informations, comme on le voit sur le diagramme SIPOC ci-contre.

Le SIPOC : flux physique d'un processus d'emballage/livraison



Le SIPOC peut paraître un élément simpliste du travail du groupe. Il est pourtant essentiel car il permet de concrétiser simplement les éléments constitutifs du processus et de valider ce processus.

Par ailleurs, les personnes qui vivent au quotidien avec une problématique prennent un peu de distance et ont bien souvent intégré cette problématique dans leurs modes de fonctionnement.

Pour se donner toutes les chances de localiser les problèmes, il faut pouvoir les décrire synthétiquement. Cependant, une description trop précise, lors de l'établissement du SIPOC par exemple, risque de négliger une étape importante. Le fait de se concentrer sur l'une des phases du processus peut entraîner une description trop détaillée au détriment d'informations importantes qui ne seraient pas traitées.

Parfois, d'autres informations donnent la priorité à l'une des phases du processus et peuvent compléter le travail.

Synthétiser la voix du client

L'étude de la voix du client nécessite plusieurs réunions, suivant le type de client ou bien le degré d'appréciation souhaité. En effet, lorsque le client dit : *« Je ne veux pas payer mon produit car l'emballage est abîmé »*, il faut décoder cette attitude afin de comprendre ses attentes réelles. En cas de doute, il faut se reporter au nombre de fois où l'on est sorti d'un magasin en prétextant tout à fait autre chose que la véritable raison qui nous anime. Par exemple, en disant : *« Non, cela ne me va pas »*, alors qu'on pense : *« De toute façon, c'est beaucoup trop cher ! »*.

Dans le cas du paiement de produits avec des problèmes d'emballage, cela pourrait être la même chose. Il est

important de s'intéresser au client qui part et d'imaginer les informations que le magasin pourrait obtenir lors d'un entretien alors qu'il quitte le magasin! Une part des informations cachées sous l'iceberg des coûts de non-qualité, dont on connaît rarement plus de 10 %, pourrait ainsi être révélée.

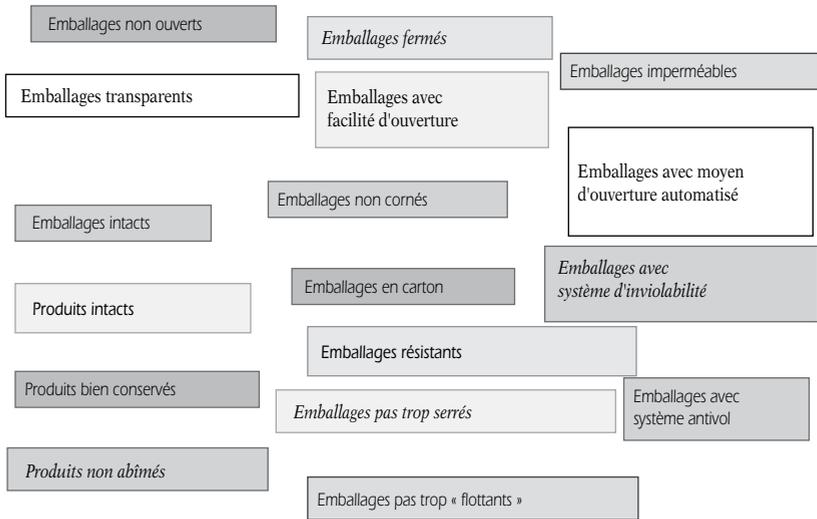
Enfin, il faut comprendre ce que désire le client. Souvent, le vendeur n'essaie pas de savoir ce qu'il veut et ne le relève pas non plus. Comment, dans ces conditions, l'organisation du magasin pourrait-elle être améliorée? Une meilleure connaissance des besoins des clients peut-elle être obtenue?

La réunion d'équipe démarre avec la méthode des « notes autocollantes ». Il a été décidé de distinguer différentes catégories de clientèle : entreprises, transporteurs, stockeurs, personnes mettant en rayon et acheteurs. Chaque participant relève, sur une note, une idée de mécontentement sur les emballages, en tant que client des produits concernés. L'idée principale de cet exercice est d'écrire autant de notes que nécessaire pour cerner le problème.

Sur le schéma ci-contre, la liste des éléments émis par le groupe est créée.

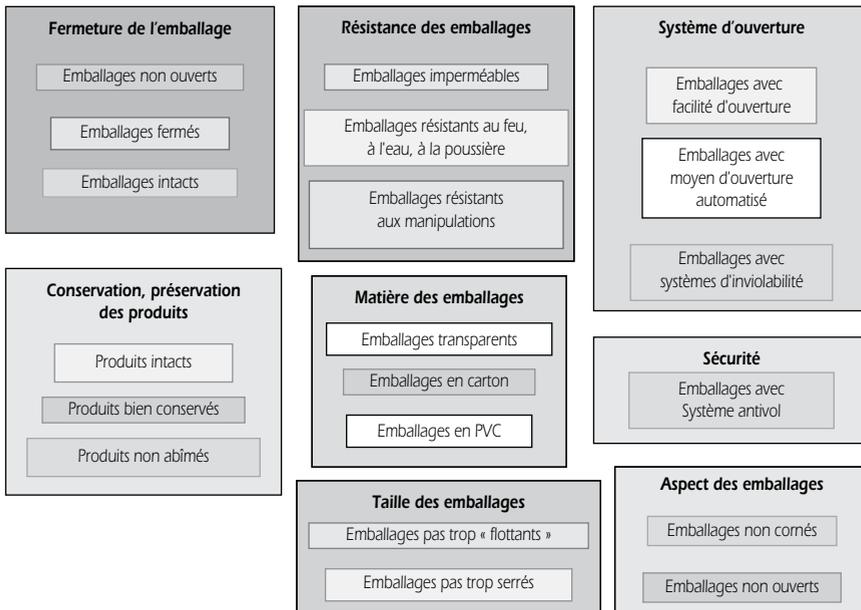
Les notes sont ensuite regroupées en catégories puis, éventuellement, en familles par idée. Comme toujours dans la réalisation des groupements de données, cela reste un peu subjectif et dépend des participants. L'expérience montre toutefois que les éléments essentiels sont trouvés par les équipes, sauf dans le cas d'une mauvaise animation. Le *Black Belt*, généralement bon communicateur, sait gérer les problèmes d'animation avec suffisamment d'aisance.

Les besoins clients



Le travail de regroupement a été réalisé de la manière suivante, comme le montre la figure ci-dessous.

Les besoins clients 2



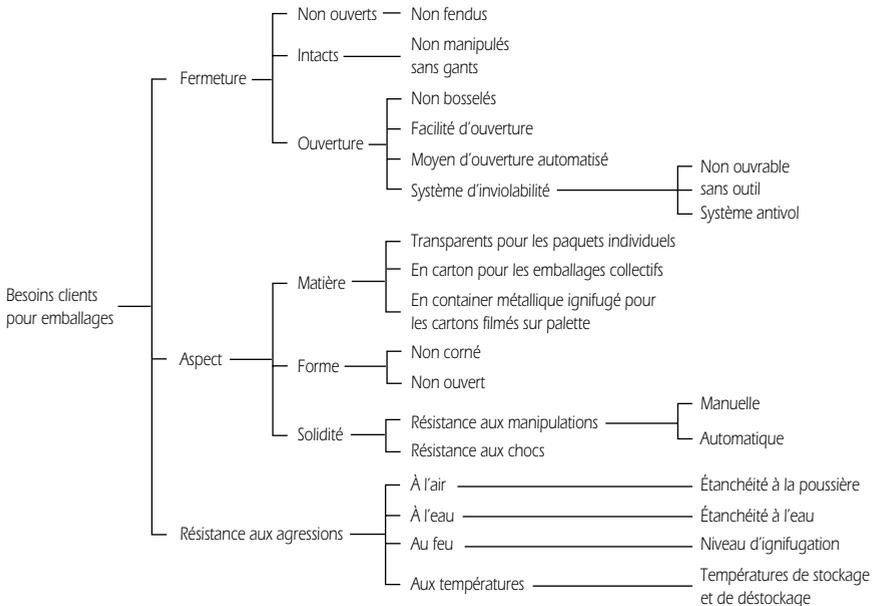
De nouvelles idées, venant compléter le travail réalisé précédemment, jaillissent. Sont ensuite exprimés les besoins primaires et secondaires afin de dégager des familles. Un diagramme d'Ishikawa, connu sous le nom d'«arbre des besoins clients», va donc pouvoir être tracé. Il reprend l'ensemble des informations exprimées pour chacune des catégories de clientèle et les décline en variables essentielles, mesurables pour chaque besoin à l'intérieur des processus. Ce diagramme représente le début de la recherche de la satisfaction des besoins des clients, lesquels sont déclinés en indicateurs clés du processus qui mesurent la satisfaction des clients. Ces indicateurs figurent sous plusieurs noms en particulier :

- CPQ (Crucial Pour la Qualité) ou CTQ (*Critical To Quality*);
- KPOV (*Key Process Output Variables*), variables clés de sortie des processus;
- KM (*Key Metrics*), métriques clés;
- variables critiques.

Il s'agit de variables de réponse des systèmes mis en évidence. Dans la suite de cet ouvrage, elles seront nommées «Y» comme des variables de réponses, surtout si elles sont déclinées en termes quantifiables. On voit ci-contre l'arbre obtenu par l'équipe.

Pour certaines «branches», les Y sont mis en évidence. Il est facile de percevoir la déclinaison de l'exigence clients en termes mesurables, les Y.

L'arbre des CPQ



Ces variables de réponses Y prennent la forme d'une équation :

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n).$$

Chaque Y répond à une loi mathématique qui sera reflétée par des statistiques.

Plus la variation des Y sera faible, plus fréquemment les besoins des clients seront satisfaits.

Chaque variable représente également une opportunité de ne pas satisfaire de la meilleure façon un client. Les opportunités de défauts sont comptées en Défaut Par Million d'Opportunités (DPMO). Atteindre 6 sigma symbolise le fait que, pour 1 million d'opportunités, seules 3,4 fois seront réalisées. Cela peut paraître peu, mais cela dépend des processus.

Pour 10 000 000 de litres d'eau potable par an, un niveau de 6 sigma correspond à 34 litres d'eau non potable par an. Ce niveau de qualité est parfois largement atteint et

dépassé. Mais, pour la majorité des entreprises, se situer à 2 ou 3 sigma sur les variables critiques est déjà une satisfaction. Par exemple, les compagnies aériennes des grandes lignes sont au-delà de 5 sigma, en ce qui concerne les atterrissages, mais restent en-dessous de ce chiffre pour les bagages ou les horaires. Ces données leur indiquent les domaines où elles ont encore des progrès à faire.

Il est donc possible d'obtenir des niveaux de qualité différents suivant le service recherché par le client. En tant que client, on ne mesure pas la différence entre le fait d'avoir son bagage et d'atterrir correctement. C'est le niveau de qualité de l'ensemble qui est perçu. Bien évidemment, il s'agit là de perception du niveau de qualité par le client.

Un exemple

Je suis une dessinatrice occasionnelle. Si je dois acheter des crayons de couleur pour mon usage, cela me gêne quand la mine se casse quand je les taille, mais cela n'est finalement pas très important. Avoir un processus à un faible niveau de sigma ne me gêne finalement pas trop car il ne s'agit pas de mon processus principal. Je vais donc acheter des crayons qui ne seront pas très haut de gamme : leur prix sera fonction de mes exigences et reflètera sûrement un piètre niveau de sigma pour la casse de la mine pendant que je taille mes crayons. Ceci répondra à mes attentes.

Si j'étais dessinatrice professionnelle (ou amateur), j'aurais besoin de matériel correct. Il s'agirait, dans ce cas, de mon processus principal. Un crayon qui casserait plusieurs fois me ferait perdre du temps. Je ne reprendrais pas la même marque lors de mon prochain achat car il me faudrait un nombre minimal de casses lors de la taille des crayons. Je préférerais donc un nombre élevé de sigma (une faible variation du nombre de casse Y) pour obtenir une grande régularité afin de les tailler correctement.

La qualité de service peut être très correcte, par exemple, même si celle des prestations techniques reste à améliorer. Il arrive aussi que les exigences des clients n'aient pas toutes le même niveau.

Comme le montre l'exemple ci-contre, le nombre de sigma attendu évolue en fonction des exigences des clients. C'est pourquoi il est judicieux de bien identifier les différentes cibles auxquelles s'adressent les produits. Il existe pour cela des modèles de recherche des besoins des clients, comme le modèle de Kano, du nom de leur créateur. Ils permettent de décrire les besoins, en les classant par besoin plus ou moins existant sur l'axe horizontal et l'existence de la fonction correspondante (plus ou moins présente) sur l'axe vertical. Dans le cas de l'exemple des crayons de couleur, la classification peut s'établir et montre ainsi la présence ou l'absence de la fonction. Grâce à ces modèles, on arrive ainsi à décrire les exigences actuelles, mais aussi futures, des besoins des clients sur de nouvelles fonctions.

Le *Black Belt* est formé pour rechercher les besoins des clients.

Évolution des besoins des clients

Durant plusieurs années, j'ai fait construire des modèles de Kano, par des groupes différents, sur les fonctions demandées à un téléviseur. Ceci m'a permis d'observer que, au début, si les fonctions d'affichage à l'écran étaient un plus, elles sont devenues courantes, puis elles ne réalisaient plus la différence auprès des clients. Elles étaient devenues normales car les besoins des clients ont évolué dans le temps.

De nouveaux besoins sont apparus également, comme les besoins de liens avec Internet.

L'évolution de nos besoins en tant que clients est importante dans tout notre environnement, parfois sans même que l'on s'en rende compte. Dans le secteur automobile, la ceinture de sécurité était un atout supplémentaire en termes de ventes, il y a 30 ans, avant de devenir courante, puis obligatoire. Quel consommateur, aujourd'hui, accepterait d'acheter une voiture sans ceintures de sécurité? Ne demande-t-on pas en plus d'autres éléments liés à la sécurité bien plus importants?

À ce stade, il est possible de décrire les opportunités de défaut. Celles-ci dépendent des besoins des clients et sont déclinées à l'intérieur des processus comme étant des Y. Le *Black Belt* recherche des X (variables d'entrée) qui ont un impact sur ces Y et qui diminuent le nombre de défauts pour les clients. Autrement dit, l'influence des X a un impact sur la réponse du processus. Il faut pour cela bien comprendre la réponse du processus qui traduit les exigences des clients. Une fois compris, le nombre de défauts générés par le processus est déterminé statistiquement.

La synthèse de la phase de définition

Cette phase de définition s'achève. La description du projet est donc réalisée. Il est possible que certaines des étapes décrites prennent plus ou moins d'importance et que d'autres outils complètent les éléments décrits. Comme dans chacune des étapes qui suivra, il est nécessaire de préparer une synthèse des éléments trouvés lors de cette même phase. Les conclusions partielles qui se dégagent de cette synthèse permettront d'amorcer la phase suivante.

Ici, la synthèse reprend les éléments de l'historique, les motivations profondes de réalisation de ce projet, la charte signée (ou qui va l'être lors de cette présentation devant le *Sponsor*) et validée par le directeur financier, le SIPOC, les demandes des clients déclinées en termes de CTQ (*Critical To Quality*), en français CPQ (Critique Pour la Qualité).

Lors de la phase de définition ont été rassemblés les éléments suivants :

- la direction générale et le directeur financier sont impliqués et perçoivent mieux les limites du projet. La délégation de compétences chargée de travailler sur le sujet s'est faite au travers de la charte du projet. Il appartient maintenant au *Black Belt* et à son équipe de résoudre le problème.
- l'équipe constituée commence à travailler;
- les objectifs du projet sont définis ainsi que ses limites;
- la planification du projet a été affinée;
- le SIPOC précise les différentes étapes de réalisation de l'emballage. On a pu y découvrir qu'il y avait plusieurs types de stockage;
- la synthèse de la voix du client a permis de déterminer différentes typologies de clients;

- les problèmes du client trouvent leur source à l'intérieur même du processus.

À cette étape, le nombre des variables à étudier n'a pas véritablement diminué. L'objectif des étapes suivantes est de se consacrer davantage à cet aspect. Il permettra de passer à un nombre nettement réduit de paramètres en fin de phase de mesure, réduit encore davantage lors des étapes suivantes. Cette première phase permet plutôt de poser les bases des réflexions à venir dans les phases ultérieures.

Étape 2 : mesurer

Cette étape est essentielle dans le déploiement de la démarche Six Sigma. Elle a pour objectif l'évaluation concrète de la performance des processus et leur adéquation aux demandes des clients. Autrement dit, son objectif est de renseigner, par les mesures appropriées sur le fonctionnement du processus par rapport aux exigences des clients. Cette première mesure servira de base de travail chiffrée pour les phases qui suivront.

Pour obtenir la première série de données, la phase de mesure peut se découper en cinq étapes :

- approfondissement de la cartographie du processus à partir du SIPOC;
- déclinaison des paramètres qui influencent le processus, à partir des demandes des clients, pour établir une première collecte des données;
- récolte des données, à l'aide d'un échantillonnage approprié, afin d'évaluer la performance du processus. Le *Black Belt* s'assure de la fiabilité des mesures, puis les données sont collectées;
- analyse des données, à partir de graphiques, afin de dégager des tendances qui seront approfondies dans la phase d'analyse;

- calcul d'un premier niveau de capabilité et la révision des éléments financiers abordés dans la phase de définition.

La capabilité représente la mesure de la performance du processus. Elle établit un rapport entre ce que le processus est capable de faire et ce que le client lui demande. Une capabilité de 1 garantit un niveau de satisfaction de 99 %, juste ± 3 sigma. Pour simplifier, une valeur faible de capabilité (inférieure à 1) n'est pas suffisante pour garantir un niveau de qualité suffisant. Toutefois, comme pour l'exemple des crayons, il n'est pas forcément nécessaire d'atteindre une capabilité de 2. Tout dépend des exigences des clients.

De plus, lors de cette phase de mesure, les premiers outils techniques sont mis en place. Le diagramme d'Ishikawa, dit aussi « diagramme en arête de poisson », sert à identifier des causes de problèmes.

Les analyses statistiques et les graphiques sont utilisés pour les comparaisons de centrage et de dispersion des données, pour analyser le processus de mesure, enfin, pour produire les analyses de capabilité des processus.

Une autre collecte de mesures similaires aura lieu durant la dernière phase du projet, celle de contrôle. Les analyses qui en résulteront pourront alors être comparées aux analyses obtenues lors de cette phase de mesure.

Le détail du SIPOC : la cartographie

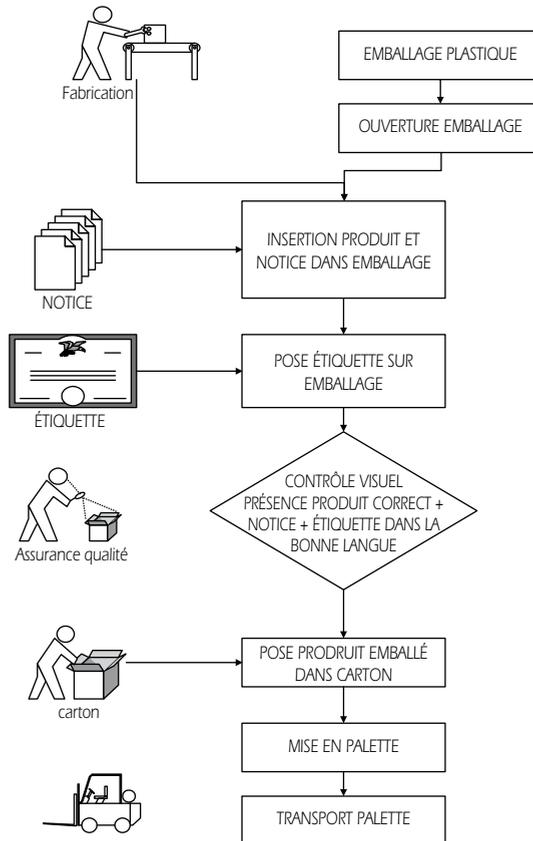
Le SIPOC a été généré lors de l'étape de définition. La cartographie est plus précise. L'étape de mesure permet de préciser le niveau de description créé dans le SIPOC. Les éléments importants doivent apparaître lors de l'étape de mesure et surtout avant la phase d'analyse. Cette phase de mesure permet de se concentrer sur les parties importantes.

Si des niveaux supplémentaires de description des processus sont nécessaires, ils seront mis en place durant l'étape d'analyse.

L'équipe se réunit pour détailler le processus à partir du SIPOC. La cartographie est plus précise, Le SIPOC, décrit dans l'étape de définition, comporte cinq étapes : emballage, stockage, livraison, stockage et mise en rayon.

Le dernier stockage et la mise en rayon sont réalisés par le client. La livraison est prise en charge par le transporteur. Toutes ces opérations sont, par conséquent, exclues de l'étude de cartographie; cela permet de délimiter le sujet.

La cartographie d'un emballage



Les frontières du processus sont délimitées. Les États d'Entrée (EE) et de Sortie (ES) définissent le début et la fin du processus étudié. Ces limites précisent les éléments inclus et exclus de l'étude de cette étape du projet.

Les couleurs, les motifs et les formes peuvent illustrer de façon pertinente la cartographie. Toutefois, noyer l'illustration sous un flot de couleurs ou de schémas n'apporterait rien à l'analyse. L'idéal est d'obtenir une cartographie simple, qui soit bien comprise de tous et qui fournisse suffisamment de détails, mais pas trop. Cette cartographie est plus lisible si elle est réalisée de haut en bas et de gauche à droite. Un codage de forme est parfois utilisé pour schématiser des opérations différentes comme les contrôles, les attentes, les traversées de services ou les stockages.

Description des états d'entrée et de sortie du processus

EE1	Produit arrivant un par un sur un tapis roulant dans l'atelier de fabrication
EE2	Emballage plastique livré fermé, fabriqué en Chine
EE3	Notice rédigée dans plusieurs langues
EE4	Étiquettes rédigées dans plusieurs langues
EE5	Carton livré à plat par paquet de 500
ES1	Palette de cinq cartons pleins de produits emballés

Ces délimitations peuvent être soumises au *Sponsor* du projet afin de valider les points essentiels du processus à inclure, ou à exclure, de la charte du projet si elles n'ont pas été établies en commun.

L'étude sera potentiellement plus longue si le domaine couvert est plus étendu. Toutefois, les chances de trouver les véritables causes de problèmes s'en trouveront augmentées.

Une cartographie similaire est établie pour les étapes suivantes. La réalisation avec l'équipe de la première carto-

graphie est beaucoup plus longue que les suivantes. Pour un niveau de complexité équivalent, cette durée de création sera divisée par deux. Le temps nécessaire, une fois la méthodologie assimilée, se situe entre 2 et 4 heures suivant la complexité des processus et les personnes composant l'équipe.

Plus une équipe est grande, plus la durée de réalisation est longue et exige des techniques d'animation élaborées. À l'inverse, un groupe trop peu nombreux ne permet pas toujours de décrire l'ensemble des éléments nécessaires à la description correcte du processus. L'optimum se situe autour de six à huit participants compétents dans leur domaine et concernés par le sujet.

Parfois, il est uniquement nécessaire de reprendre les cartographies déjà réalisées pour d'autres travaux, comme la mise aux normes de l'entreprise.

Les autres étapes de la méthode sont effectuées de manière identique.

La cartographie des processus établie permet de préciser l'étape de définition. La charte du projet est plus précise et les limites de ce dernier sont à présent plus claires.

Dans le cas où des modifications auraient lieu, il serait nécessaire de revoir l'étape de définition et d'intégrer ces nouveaux éléments. C'est la raison pour laquelle la charte existe et doit rester un document vivant durant les premières phases du projet, jusqu'aux premières mesures effectuées sur le processus. Elle doit alors être revue avec le *Sponsor* du projet. Si les éléments nouveaux découverts sont très importants, il se peut même qu'une redéfinition complète du projet soit nécessaire. Dans cette situation, le complément de travail entraîne parfois une révision de planification du projet.

Avant de passer à l'étape suivante, quand c'est possible, il est intéressant de confronter ce qui a été vu en groupe de travail avec la réalité du terrain de mise en œuvre du processus.

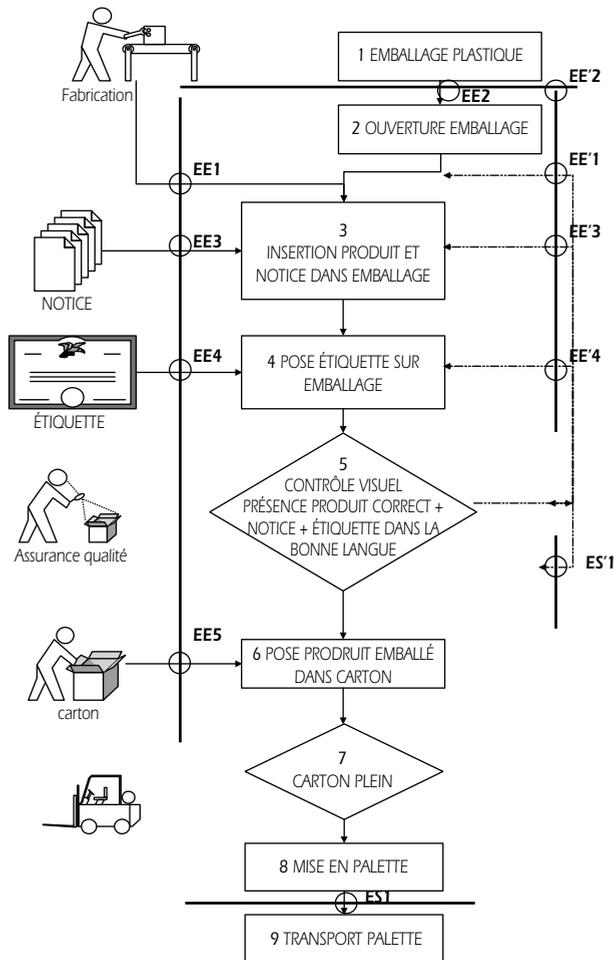
Dans le processus décrit pour l'emballage, le contrôle visuel peut aboutir à deux résultats : soit le contrôle donne un résultat concret et le produit passe à l'étape suivante, soit le contrôle n'est pas validé. Dans ce cas, l'ensemble est déconditionné, puis retourné à l'une des étapes précédentes. Un chemin « parallèle » vient alors s'insérer dans le circuit normal. Suivant le résultat émis par l'opération de contrôle, plusieurs cas de figure peuvent apparaître. Ils auront un impact sur les états d'entrée dans le processus et sur la circulation à l'intérieur de celui-ci. Il peut s'agir du manque total, ou partiel, dans le contenu du carton. Il peut s'agir d'un oubli unique ou répercuté sur un ensemble particulier de produits emballés. L'impact de ces manques entraînera des réactions différentes dans le processus.

Des actions spécifiques sont réalisées : relance de fabrication, notice à remettre, étiquette à décoller ou à recoller. Suivant les actions engagées, les EE (États d'Entrée) seront perturbés et l'apparition d'un EE' (autre État d'Entrée) vient troubler l'ensemble du processus. Ce nouveau cycle mis à jour concerne les retouches du processus. En théorie, les produits devraient suivre la première description du processus, mais, en réalité, ils empruntent un circuit plus complexe. La cartographie est donc mise à jour avec l'équipe de travail pour refléter le processus réel et non le processus souhaité.

En outre, des produits rebutés représentés par la sortie ES'1 et la réintégration de produits retouchés en EE'1, EE'2, EE'3, EE'4 viennent perturber le flux normal de production. Ces nouveaux états d'entrée et de sortie complètent la cartographie. Ces réintégrations, en s'ajoutant aux

produits bons, forment des goulets d'étranglement qui rendent d'autant plus difficile la circulation des produits et des emballages dans leur ensemble. Ainsi, une partie du processus a échappé aux responsables car il n'avait pas été décrit par l'équipe dans un premier temps.

La cartographie d'un emballage avec retour



Les éléments oubliés lors des premières descriptions de processus sont souvent ceux qui causent le plus de problèmes dans les entreprises. Ils sont tellement présents que

personne ne s'en étonne et tous les intervenants sur le processus ont appris à travailler avec ces dysfonctionnements.

C'est toujours le processus tel qu'il est qui doit être décrit à l'étape de mesure et non tel qu'on le perçoit ou qu'on souhaiterait qu'il soit. Les mesures seront prises à partir de la situation réelle également. Si la situation décrite n'est pas la situation réelle, que va-t-on collecter comme données? Des mesures sur les emballages toujours bons? Ceci ne permettra pas d'affiner la connaissance du problème. Les produits défectueux sont porteurs d'informations. Aucun élément différenciateur de situations correctes et incorrectes ne pourra être trouvé dans l'analyse, si la collecte n'apporte pas ces enseignements.

Je rappelle parfois à certains interlocuteurs qui seraient tentés de collecter uniquement des éléments bons, la blague d'un fameux humoriste : «Quelle est la différence entre un pigeon?» Il n'est possible de distinguer une différence que s'il est possible de réaliser une comparaison!

La mesure des produits défectueux permet de quantifier les DPMO. Elle sert également pour calculer la capacité du processus.

Une cartographie séparée traitant des éléments non conformes peut s'avérer particulièrement utile pour découvrir les processus parallèles. Lors de la description du processus, l'équipe prend conscience, dans ses moindres détails, d'un processus qui a été mis en place parce que le processus principal ne fonctionnait pas ou mal.

Il est communément admis que les processus parallèles ne coûtent rien, qu'ils sont faits en «temps masqué» et que l'important, c'est la satisfaction du client (ou que le client ne s'en aperçoive pas). Mais il n'en est rien. Voici un exemple d'une situation vécue qui a pénalisé toutes les parties : l'individu qui l'a réalisé comme l'entreprise.

Processus d'achat parallèle

Un ordinateur portable est demandé aux stagiaires *Black Belt* qui suivent une formation. Un futur stagiaire, connaissant le pré-requis de l'ordinateur portable pour suivre la formation et n'en possédant pas, fait une demande d'achat à sa hiérarchie. Quand la somme engagée est importante, les procédures d'achat se complexifient. Il lui est donc répondu qu'il doit remplir une demande écrite justifiant l'utilisation qu'il va en avoir. Une fois la demande formalisée sur le bureau du décideur, il faut encore que ce dernier la signe (parfois qu'il attende d'autres signatures), puis qu'il la transmette au service Achats. Les acheteurs, pour avoir de meilleurs prix, attendent la date de la prochaine commande, qui a lieu 3 semaines après. L'ordinateur commandé, la durée de livraison de 2 semaines s'ajoute à la liste des délais déjà établie. Lorsque l'appareil est livré, il faut encore le paramétrer pour qu'il puisse être conforme aux autres matériels existants. Quand l'ordinateur parvient enfin au futur stagiaire, le stage a commencé et il est parfois terminé...

Si le stagiaire, voyant la date du stage approcher, décide de recourir à l'achat en direct du matériel, il contourne alors les procédures internes et se rend dans un magasin pour se procurer l'ordinateur portable. L'appareil n'est pas conforme aux normes internes de l'entreprise car il a suivi un processus parallèle. Le stagiaire réalise la formation avec ce portable équipé (non sans mal) des logiciels requis. Lorsqu'il reçoit enfin l'ordinateur commandé, la formation est déjà commencée ou terminée...

Déclinés de plusieurs façons, dans de nombreux stages, les problèmes de ce genre montrent à quel point les processus parallèles peuvent produire des dysfonctionnements. Réaliser ou voir se réaliser un processus parallèle engendre des mécontentements et des problèmes importants dans l'organisation et coûtent très cher aux entreprises.

Y avait-il quelque chose à faire? Peut-être. Le besoin du client interne, c'est-à-dire le stagiaire dans cet exemple, a-t-il été bien identifié? Les pré-requis du stage ont-ils été abordés avec suffisamment d'efficacité par les services concernés? Tous ces processus cachés dans les entreprises font partie de l'iceberg des pertes difficiles à estimer, en général à peine 10 % sont évaluées. La recherche des attentes des clients internes peut permettre de réfléchir à ces besoins induits. La simplification des procédures pour un cas particulier (pilote), puis par généralisation peut aider à trouver des solutions pérennes.

La déclinaison des demandes des clients

Les besoins des clients ont été recensés lors de l'étape de définition. Ils complètent les éléments du SIPOC et de la description des processus. À partir de la liste de leurs besoins, générée en phase de définition, la liste des mesures (Y) avec l'équipe de travail est une priorité. Elle est ensuite synthétisée avec l'équipe. Les données à collecter concerneront essentiellement le nombre d'emballages abîmés (transparents ou en cartons, etc.) : fendus, tachés, troués, bosselés, avec empreintes de doigts, cornés, ouverts ou cassés.

Notre projet ne traitant que de l'emballage, il présuppose donc que le produit entrant en EE1 est en bon état, comme dans tous les autres produits exclus de l'analyse par la description des différents états d'entrée. Ces défauts peuvent apparaître à n'importe quel moment dans le processus, d'où la difficulté de les cerner.

Une partie des mesures à établir est déjà identifiée; il suffira de les réunir. D'autres mesures n'ont pas encore été réalisées. L'ensemble des mesures extérieures à réunir, avec les actions spécifiques à effectuer, est listé par l'équipe.

Mesures à réunir pour la phase de mesure

Mesures	Comment?	Qui?	Pour quand?
Mesures d'étanchéité : poussière; eau	Laboratoire extérieur	N.C.	Semaine suivante
Mesures de résistance aux températures	Laboratoire	N.C.	Semaine suivante
Mesures du niveau d'ignifugation pour le conteneur métallique	Fournisseur : document existant à rechercher	F.H.	Semaine suivante
Mesures de résistance aux chocs et aux manipulations	Laboratoire	N.C.	Fin du mois

Toutefois, ces mesures ne concernent pas la réalisation du processus. Elles vont permettre la caractérisation des emballages. Pour les autres mesures, il faut agir de manière dynamique, en réalisant la collecte des données en cours de processus.

La préparation à la collecte des données

La collecte des données coûte souvent cher et doit donc être préparée rigoureusement. Un plan de collecte des données se prépare toujours à l'avance et en observant le déroulement du processus. L'objectif de ce recueil de données va être de trouver un lien entre les X (entrées du processus et de ses étapes) et les Y (sorties, extrants ou réponses du processus aux sollicitations des X). Ce lien prend la forme d'une équation du type :

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Pour construire cette équation, il est nécessaire de réunir plusieurs conditions :

- connaître les Y (extrants ou sortants) du processus, reliés aux demandes exprimés par les clients, donc déclinés des CPQ;

- connaître les X (entrants) du processus;
- s'assurer de la validité des mesures établies sur X et Y;
- mesurer en même temps les Y et les X.

Une première série de mesures a été donnée à des laboratoires. Ce sont essentiellement des mesures de sorties des processus et des réponses (Y). Il est plus rare de voir des mesures sur les entrées des processus et leurs liens avec les sorties.

Je vois fréquemment des tableaux de bord accompagner des graphiques de résultats ainsi commentés : « *Les résultats sont bons ce mois-ci. Les responsables sont contents. En fait, tout le monde est satisfait.* » Ou bien : « *Les résultats sont moyens (sous-entendu, mauvais) ce mois-ci. On s'est réunis pour savoir ce qu'on allait faire pour éviter que cela se reproduise. Les efforts qui avaient été faits n'ont pas apporté l'efficacité qu'on en attendait. On pense faire mieux le mois prochain.* » Dans presque tous les tableaux et graphiques (souvent très esthétiques) que je peux voir, les mesures concernent des Y.

En résumé, quand les réponses aux systèmes s'améliorent, tous se félicitent et lorsqu'ils se dégradent, tous le déplorent et/ou en subissent les conséquences. On ne peut améliorer que ce que l'on mesure. Réaliser des mesures est par conséquent une étape importante. Les paramètres de variation du processus doivent être identifiés et compris comme leviers d'action.

Un suivi efficace (en format de carte de contrôle) pourrait expliquer que :

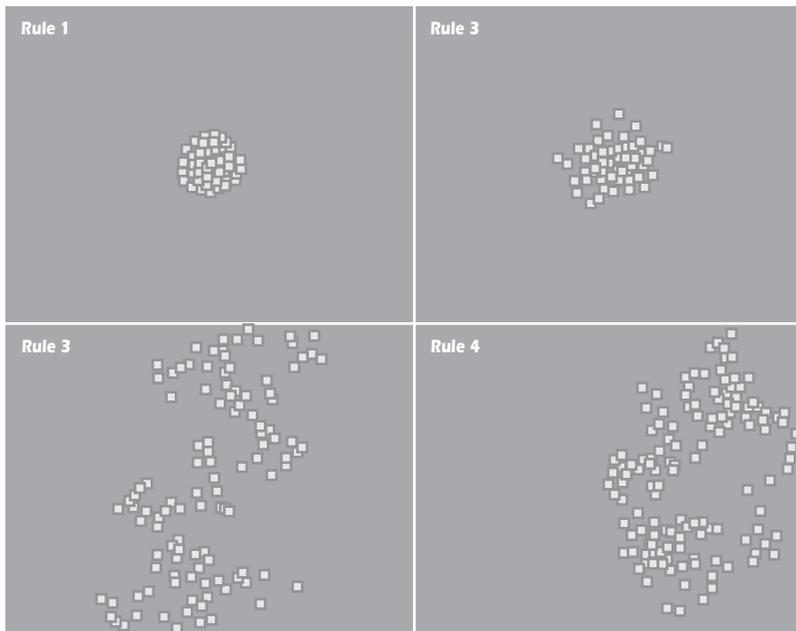
- les points extrêmes sont en fait normaux, au sens statistique du terme;
- chacun d'entre eux sera contrebalancé par un autre, dans le sens contraire, dans quelque temps;

La carte de contrôle permet de suivre l'évolution d'un processus en plaçant les données dans leur ordre chronologique et fait apparaître les limites de contrôle.

Mais les résultats des entreprises sont rarement présentés en format de carte de contrôle, ce qui serait pourtant très intéressant.

Il est nécessaire de relier les Y (conséquences du déroulement du processus) aux X (paramètres du processus). C'est en pilotant les X que le processus sera davantage maîtrisé. Il faut comprendre pourquoi les Y augmentent ou diminuent et ne pas se contenter d'un constat. En effet, le simple constat ne permettra pas de s'améliorer, il peut même, le cas échéant, dégrader la situation si les interventions sont trop fréquentes sur un même processus : le sur-réglage d'un processus augmente sa variabilité.

Surqualité



Ce graphique illustre l'augmentation de la variabilité due au sur-réglage. L'objectif est de viser le centre, en adoptant des règles différentes pour illustrer la variabilité des processus. Les quatre schémas (*rules*) ont été établis avec une règle précise. Dans chaque cas, il s'agit d'un entonnoir dans lequel on fait tomber les gouttes les unes après les autres.

Dans le schéma 1, le réglage est toujours réalisé au centre, sans aucun mouvement : la variation est très faible. Cela illustre la variation naturelle du processus.

Dans le schéma 2, la déviation par rapport à la goutte précédente est mesurée et l'entonnoir est déplacé pour placer la goutte suivante à égale distance, mais en direction opposée. La dispersion des gouttes a augmenté.

Dans le schéma 3, la déviation par rapport à la goutte précédente est mesurée en graduation (en écart type) et l'entonnoir est déplacé à un nombre d'écarts types opposé, relatif à la cible. La dispersion des gouttes est très importante.

Dans le schéma 4, l'entonnoir est replacé systématiquement à l'endroit où la dernière goutte est tombée. La déviation est importante.

Comme l'illustre ce graphique, le sur-réglage, lorsqu'il n'est pas nécessaire, augmente la variabilité des résultats du processus.

Par ailleurs, tout processus non entretenu se dégrade. Que les performances des Y soient bonnes ou à revoir, il n'en reste pas moins qu'elles iront vers une dégradation si rien n'est fait pour maîtriser les X (composants) qui génèrent sa distorsion.

Dans le projet traité, les questions concernant les mesures à collecter sont multiples : combien d'emballages sont

abîmés? Quelles sont les causes rencontrées le plus fréquemment? Les porteurs de projets se posent tous des questions similaires à ce stade. Il faut toutefois préciser pour quel traitement des données on opte, ce que l'on veut faire et le degré de précision attendu.

Dans une première approche, les emballages peuvent être perçus en bon comme en mauvais état. Mais que faire d'une telle information? Travailler avec l'information sur les bons ou les mauvais reviendrait à travailler avec des données qualitatives. Si cette information peut paraître suffisante, il est souvent difficile de travailler avec des données qualitatives (surtout des Y); il reste préférable de travailler avec des données quantitatives.

Il peut être décidé de représenter les catégories bons/mauvais par leurs pourcentages respectifs. Cela peut être utile, s'il n'existe pas d'autre méthode de mesure. Des analyses quantifiées permettent de trouver des catégories de X plus représentatives sur les pourcentages des emballages abîmés.

Peut-on être plus précis? Il faut rechercher comment mesurer et travailler cette question avec le groupe de travail. Une fois la question posée – Comment mesurer les bons et les mauvais dans le carton? –, toutes les idées possibles sont listées au cours d'un *Brainstorming*. Dans le cas traité, il y a plusieurs niveaux de réponses possibles, suivant la précision qu'on veut donner à la recherche :

- le nombre d'emballages abîmés par carton. D'après ce nombre, il sera possible d'identifier les causes ayant une incidence sur le nombre d'emballages dégradés;
- le nombre de coins et d'angles abîmés par emballage. Cet élément peut fournir des comptages plus précis et plus ciblés. Toutefois, récolter cette information sera plus long et coûtera plus cher;

- le nombre de bosses, de trous ou d'éraflures présents sur les emballages. Cette réponse a le mérite d'être précise, mais de rendre la mesure difficile.

Pour travailler avec des données plus précises, il faut collecter plus de données, tout en se limitant au niveau de renseignements souhaitables, sans augmenter le budget nécessaire à cette collecte. Réaliser une collecte trop détaillée sur un élément précis peut s'avérer une erreur. En effet, si le problème à identifier se situe ailleurs, la collecte n'aura pas alors permis de le découvrir.

Il s'agit d'établir un compromis entre la quantité de données collectées et la pertinence des informations.

Une fois la décision prise sur la mesure à réaliser, il faut encore valider la méthode utilisée. Pour cela, on utilise l'outil «répétabilité et reproductibilité», ou étude «R & R», qui permet de comparer la dispersion sur les mesures par rapport à la variation sur les éléments à mesurer.

Certains pensent que le suivi des instruments de mesure, notamment leur étalonnage fait à fréquence régulière, garantit la validité des mesures. En fait, plus que l'instrument de mesure, il est important de qualifier le processus de mesure : les personnes, la méthode, le milieu et le moyen.

L'étude de répétabilité et de reproductibilité consiste à analyser l'ensemble de la méthode de mesure. Les sources de variation de répétabilité et de reproductibilité sont de plusieurs ordres :

- les évaluateurs ne fournissent pas les mêmes nombres de coins abîmés entre eux;
- le même évaluateur ne fournit pas toujours le même nombre de coins abîmés sur le même emballage quand il le remesure;

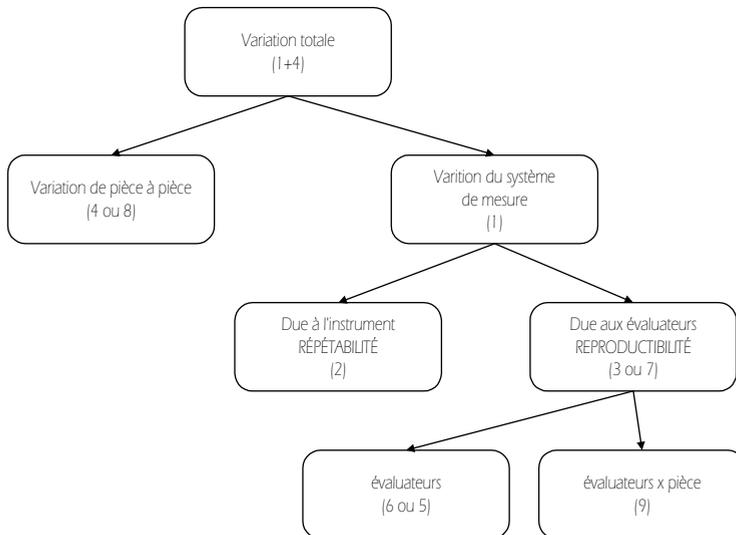
- la mesure dérive dans le temps ou présente un biais systématique.

L'étude R & R permet de réaliser, à partir d'une collecte de données assez simple, un traitement statistique pour synthétiser ces observations et évaluer l'ensemble de la méthode de mesure afin d'apporter des améliorations éventuelles. Pour être valide, le processus de mesure doit avoir une dispersion propre inférieure au quart de la tolérance sur les éléments à mesurer.

L'étude R & R s'attache à mettre en évidence les sources de variation, en fonction de la variation totale (les chiffres mentionnés sont repris dans l'étude R & R et dans les explications qui suivent).

Décomposition de la variation totale dans l'étude R & R

Décomposition de la variation totale dans l'étude R & R



Les chiffres sont relatifs à l'étude R & R.

Dans l'étude qui suit, l'analyse R & R ne montre pas, tout d'abord, de résultats concrets, ce qui prouve que la méthode de mesure n'est pas optimisée lors de cette

phase. Une seconde étude, après avoir précisé la méthode de mesure pour travailler ensuite avec la méthode la plus fiable possible pour le processus, présente des résultats corrects.

Une bonne méthode de mesure doit permettre d'estimer avec un maximum de précision les mêmes éléments quel que soit l'évaluateur, sans dérive dans le temps.

Première étude du processus de mesure

Une définition opérationnelle de la mesure qui explique la méthode est établie avec l'équipe de la manière suivante : *«Les emballages doivent être examinés par l'évaluateur afin de déterminer s'ils sont bons ou mauvais et le nombre de zones abîmées sur l'emballage doit être compté».*

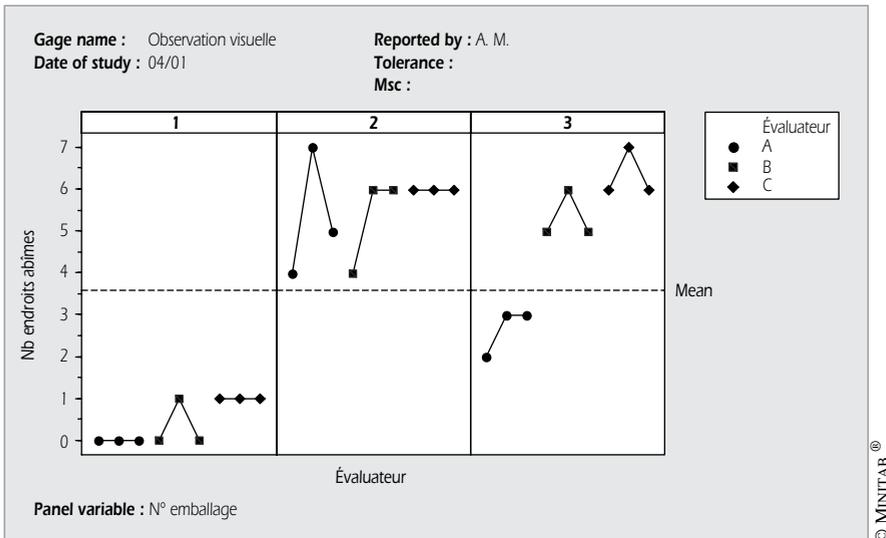
Les mesures sont répétées plusieurs fois par trois évaluateurs sur les trois modèles d'emballage. Les emballages sélectionnés sont très différents afin de pouvoir observer si les mesures réalisées par les évaluateurs distinguent les différences. Les évaluateurs ont procédé à plusieurs évaluations sur les mêmes emballages, dans un ordre connu uniquement de la personne qui organise le test.

Synthèse des évaluations sur les emballages

Évaluateur	N° d'emballage	Jugement	Nombre d'endroits abîmés
A	1	B	0
A	1	B	0
A	1	B	0
B	1	B	0
B	1	M	1
B	1	B	0
C	1	M	1
C	1	M	1
C	1	M	1
A	2	M	4
A	2	M	7
A	2	M	5
B	2	M	4
B	2	M	6
B	2	M	6
C	2	M	6
C	2	M	6
C	2	M	6
A	3	M	2
A	3	M	3
A	3	M	3
B	3	M	5
B	3	M	6
B	3	M	5
C	3	M	6
C	3	M	7
C	3	M	6

À l'aide du logiciel MINITAB®, on réalise ensuite l'analyse de la répétabilité et de la reproductibilité du nombre de coins abîmés, mesurés par les évaluateurs.

Linéarité du nombre de coins abîmés



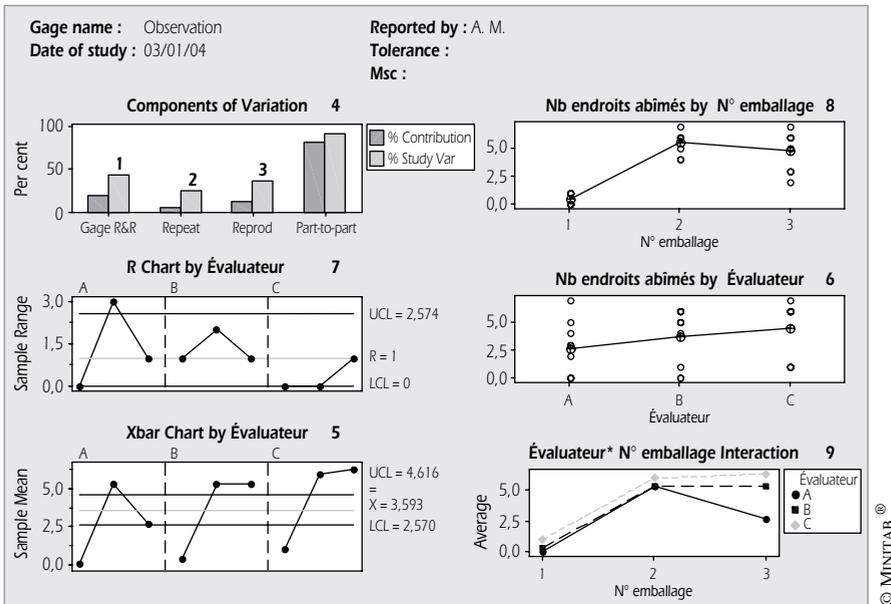
Trois emballages sont mesurés trois fois par trois évaluateurs. Chacune des cases du graphique sur la linéarité représente les résultats obtenus sur les différents colis. L'évaluateur A a fait trois mesures sur l'emballage A et ses résultats sont illustrés par la série de trois points successifs. Les évaluateurs B et C ont fait de même. Cette opération est représentée aussi pour les autres emballages.

Les emballages semblent mesurés de façon différente par les trois évaluateurs. Le premier (A) n'a pas détecté de défauts sur l'emballage 1 : pour lui, il est bon. Pour l'emballage 3, il a aussi observé moins de coins abîmés que les autres personnes. L'évaluateur B a une approximation différente sur chacun des emballages. Il n'est pas stable dans ses évaluations. Les mesures de C semblent plus constantes que celles des autres.

L'emballage 1 a été observé avec 0 ou 1 endroit abîmé. Le deuxième emballage varie davantage, mais c'est le troisième qui présente le plus grand désaccord entre les évaluateurs.

Le logiciel permet, à partir des mêmes données, un dépouillement complet pour comprendre l'origine des variations. Ce graphique illustre donc l'ensemble des variations.

Étude R & R pour le nombre de coins abîmés



La fenêtre «session» du logiciel MINITAB® présente les calculs exacts. La variation se décompose en neuf étapes. Les numéros d'étapes qui suivent renvoient au graphique de l'étude R & R pour le nombre d'endroits abîmés ci-dessus. Chacun se réfère à un graphique spécifique de cette étude.

Étape 1. La variation totale de l'étude R & R contribue pour environ 20 % à l'ensemble de la variation (étape 1).

La variation totale précédente se décompose en deux parties : la répétabilité (étape 2) et la reproductibilité (étape 3). Plus ces indices sont faibles, plus la contribution à la variation générale de la mesure est faible.

Étape 2. La répétabilité indique la variation de mesure entre les emballages. Dans l'étude, cet indice représente 6 % de la variation totale.

Étape 3. La reproductibilité est la variation de mesure entre les évaluateurs, soit ici 12 % de la variation totale.

Étape 4. Si la contribution de la mesure était de 0 %, toute la variation devrait être absorbée par le changement des pièces, donc 100 %. Le graphique montre un taux de 81 %. Lorsque cette variation est inférieure à 10 % de la variation totale mesurée, la mesure est considérée comme correcte. L'erreur d'évaluation couvre alors 10 % de la variation totale enregistrée. Lorsqu'elle atteint entre 10 et 20 %, la perception de la mesure est moyenne et se dégrade jusqu'à 30 %. Au-delà, la variation est trop importante car elle signifie que la contribution à la variation est supérieure à 30 %.

Dans le graphique présenté, la contribution de la mesure couvre 45 %. Le comptage du nombre de coins abîmés, grâce à la méthode décrite par la définition opérationnelle choisie, n'est donc pas correct.

Le logiciel fournit aussi les calculs de la fenêtre « session » ainsi que le nombre de catégories qu'il parvient à distinguer. Dans le cas observé, deux catégories sont recensées. Cela signifie que l'on est capable de distinguer uniquement deux subdivisions avec cette méthode de mesure. Autrement dit, la précision accordée à la mesure permet uniquement de différencier deux classes. Une précision correcte des mesures est souvent considérée au-delà de quatre catégories.

Étape 5. Cette carte représente les moyennes des mesures faites par les trois évaluateurs sur chacun des emballages. Cette illustration s'interprète «à l'envers» des cartes de contrôle classiques, lorsque ces moyennes s'éloignent des limites, cela signifie qu'on parvient à les distinguer et que le système de mesure est donc correct, ce qui n'est pas le cas dans cette illustration.

Étape 6. Chaque rond représente une mesure effectuée par un évaluateur. Si les moyennes des trois points se situaient sur une droite, cela signifierait que tous les évaluateurs visualiseraient, en moyenne, le même nombre de coins abîmés par emballage. Il semble que l'évaluateur A donne des nombres inférieurs à ceux de l'évaluateur B qui, lui-même, évalue plus faiblement que l'évaluateur C.

Étape 7. L'étendue des valeurs estimées est nommée «R» (*range*, ou étendue). Pour un emballage donné, chaque évaluateur a donné trois mesures. Le 5, examiné plus haut, montre leur moyenne et le 7 l'étendue. Par exemple, pour l'emballage 1, l'évaluateur A a donné 0 coins trois fois. L'étendue entre ces trois valeurs est de 0. Une étendue faible et constante signifie alors que l'on peut avoir confiance dans la constance du jugement d'un évaluateur. En cela, l'évaluateur C présente une étendue faible. En d'autres termes, ces évaluations sont toujours identiques. L'évaluateur A parvient sur certaines pièces (point 1 : emballage 1) à obtenir le même jugement, mais n'est pas constant sur toutes ses évaluations.

Étape 8. La variation par emballage est illustrée par la dispersion des ronds et leur position. L'emballage 1 a été évalué avec un nombre de coins abîmés faible et précis : les points sont groupés vers le bas du graphique. Le 3 présente le maximum de variations dans ses évaluations. Les deux emballages qui présentent des résultats extrêmes (ici

le 1 et le 3) vont servir à préciser la définition opérationnelle qui avait été donnée avec des termes plus précis.

Étape 9. L'analyse de l'interaction entre le numéro de l'emballage et l'évaluateur : A trouve systématiquement moins de coins abîmés que B et C en compte systématiquement plus que les autres. Ces derniers ne font pas de différences entre les types d'emballages mesurés, car les courbes représentées se différencieraient suivant les produits et les évaluateurs (elles se croiseraient). Il n'y a donc pas d'interaction entre le type d'emballage mesuré et les évaluateurs.

Le menu d'étude R & R de MINITAB® est plus complet que ce qui est présenté. Davantage de précisions dans les calculs sont données dans la fenêtre « session ».

Enfin, il est possible de faire apparaître, sur le graphique, la tolérance donnée par le client pour le processus ou sa variation. Quand la tolérance et/ou la variation apparaissent dans les graphiques, d'autres barres indiquent le pourcentage d'utilisation des tolérances.

En conclusion de cette analyse, il apparaît que la définition du nombre de coins abîmés est à préciser. La variation entre les évaluateurs reste trop importante. Certains sont plus sévères que d'autres sur le nombre de coins abîmés.

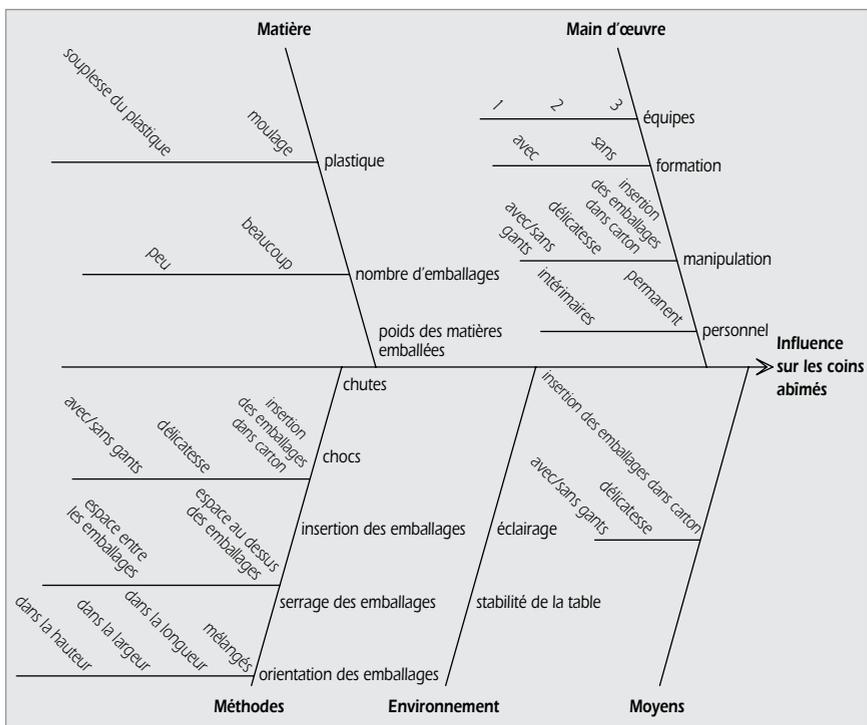
Seconde étude de la mesure

L'étude de répétabilité et de reproductibilité permet de dire que la définition opérationnelle décrite en premier lieu n'est pas suffisamment précise. Lors d'une réunion supplémentaire avec le groupe de travail, les résultats de l'analyse sont présentés aux évaluateurs. Les commentaires de cette étude sont porteurs de messages sur la manière de mesurer. Il faut exposer des échantillons de

produits en réunion ou mieux, près de la zone de test, pour bien comprendre comment les évaluateurs établissent leur jugement.

Une analyse avec un diagramme d'Ishikawa (diagramme causes-effets) aide à la compréhension des causes de variation existantes.

Diagramme d'Ishikawa sur les coins abîmés

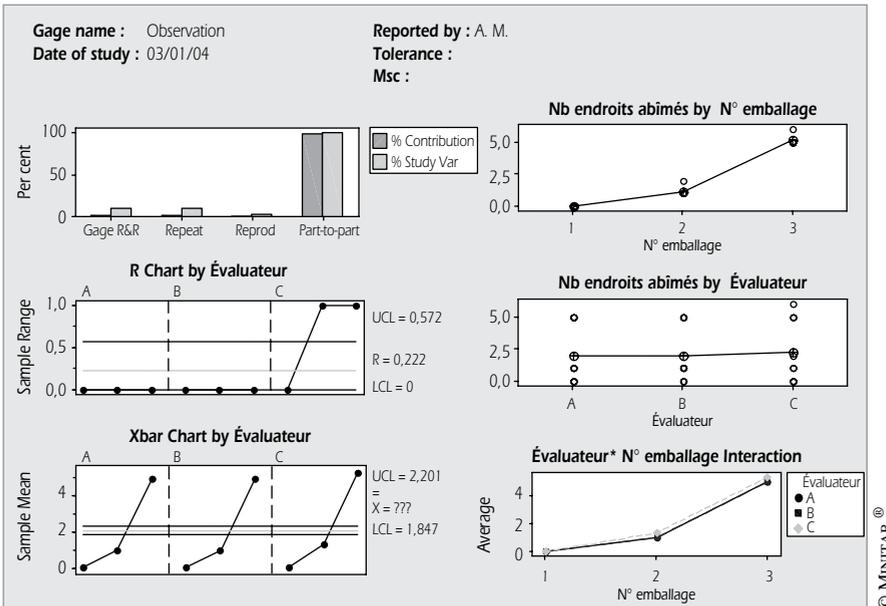


Grâce à ce travail sur la mesure, l'équipe précise la définition opérationnelle, qui devient : « *La mesure des coins abîmés se fait en éclairage direct sur le coin avec une distance d'observation inférieure à 10 cm. Si une zone d'ombre ou de lumière excessive apparaît, le coin est décompté mauvais. La pièce est alors tournée pour évaluation du coin suivant. La pièce est également examinée sur les angles pour*

voir si des bosses ou des creux existent. Enfin, le nombre de coins abîmés sera totalisé.»

Une nouvelle étude R & R, menée avec la nouvelle définition opérationnelle, présente les résultats suivants.

Étude R & R pour le nombre d'endroits abîmés



Grâce au changement et à la précision accrue de la définition de la mesure, les résultats obtenus par l'étude R & R sont meilleurs. En effet, la part de l'étude R & R sur l'ensemble est bien inférieure à 10 % et l'on distingue les différentes mesures. La confiance dans les résultats de l'évaluation du nombre d'endroits abîmés est à présent augmentée. La fenêtre « session » indique une division en seize catégories avec cette méthode, qui présente davantage de discriminations que la précédente. C'est donc celle qui sera utilisée pour la collecte des données dans la suite de l'analyse.

Les études R & R sont à réaliser sur toutes les mesures des Y et parfois de certains X. Un tableau de toutes les études R & R réalisées peut être établi pour vérifier que tous les relevés de données comportent une incertitude acceptable et pour identifier les mesures qui restent à améliorer.

La liste des paramètres Y déterminée au cours des étapes précédentes correspond à :

Y1 = nombre d'emballages abîmés par lot

Y2 = nombre d'emballages recyclés dans l'opération de contrôle visuel par lot (opération n° 5 du processus)

D'autres Y pourraient être collectés pour compléter ce travail durant l'étape d'analyse.

Une fois la validation de la mesure pour Y réalisée, la liste des paramètres collectés simultanément aux Y est établie pour déterminer plus précisément les liaisons éventuellement existantes. Un *Brainstorming* précise la liste des paramètres potentiels de l'étude, en répondant aux questions qui permettent de comprendre le phénomène : qui? Quoi? Quand? Où? Pourquoi? Cet exercice est réalisé avec les personnes connaissant le processus. Un tri parmi les paramètres importants (X) est effectué à l'aide d'une matrice de priorisation. Les paramètres X à mesurer sont les suivants :

- numéro du lot;
- taille du lot;
- modèle d'emballage;
- nombre d'emballages abîmés en entrée;
- nom de l'opérateur;
- nom du contrôleur;
- jour;
- présence de chutes.

Le plan de collecte des données comprend deux colonnes pour les Y ainsi que neuf colonnes pour les X (un pour chaque X collecté). Chaque source de donnée collectée doit se trouver, dans MINITAB®, dans une colonne distincte. Le recueil des données sur les entrées du processus est réalisé simultanément à celle des réponses.

Organiser une collecte de données conduit à se poser de nombreuses questions :

- Que collecter comme données ?
- Qui collecte les données ?
- Où collecter les données ?
- Quand collecter les données ?
- Combien de données collecter ?
- Pourquoi collecter des données ?

Parmi ces questions, certaines sont encore sans réponse à ce stade de l'étude. Le groupe réfléchit à celles qui restent.

Où collecter les données ? Elles seront collectées à l'issue des phases opératoires dans le processus.

Quand collecter les données ? La réflexion amènera chaque groupe de travail à trouver une solution appropriée au projet réalisé. En général, la préférence va à la collecte de données réalisées en perturbant le moins possible la réalisation du processus, donc durant son déroulement standard.

Combien de données collecter ? Une analyse peut être faite avec les formules. Le logiciel permet de répondre à cette question sans faire les calculs avec le menu « Stat > Power and Sample Size > ». L'utilisation de ce menu exige que l'on sache ce que l'on veut comparer :

- des proportions ou des moyennes ;
- la différence que l'on souhaite mettre en évidence ;
- l'efficacité attendue du test.

À partir de la taille du risque pris et de l'écart type, la quantité d'éléments à prélever est déterminée. Si ces données ne sont pas connues, il est alors possible de déterminer, en fonction de la taille du prélèvement et de l'écart type, si le risque pris est acceptable. Il est toujours possible d'ajuster la taille du prélèvement.

Dans le chapitre traitant des aspects financiers du projet, les pertes actuelles sur le projet sont estimées à 199400 €. Une situation idéale décrite serait de les réduire à 11782 €. Même si les approximations financières entraînent des répercussions de gains dans les différentes rubriques, l'étude de l'écart montre une réduction de 90 % du coût. En prenant cet écart pour base de raisonnement, cela se traduirait par un écart de 50 % avec les valeurs actuelles sur les emballages.

Le menu «Stat>power and Sample Size>» permet d'estimer l'efficacité de ces comparaisons, en fonction de la taille de l'échantillon prélevé. Très peu de prélèvements sont nécessaires pour détecter une différence aussi grande avec une bonne efficacité.

Pour déterminer la taille du prélèvement, parler de représentativité est plus sensé à ce stade de l'étude. En effet, avoir une idée de la taille du prélèvement à réaliser est une chose, mais réaliser un prélèvement représentatif des conditions du processus en est une autre. Or, il est très important ici de pouvoir représenter les différentes conditions de fonctionnement du processus dans les prélèvements pour pouvoir observer des différences.

Si nous continuons à observer les événements, comme nous l'avons toujours fait, nous obtiendrons toujours les mêmes résultats. Il nous faut donc changer notre mode d'observation pour détecter des différences significatives entre les données et émettre des conclusions.

J'ai appliqué très souvent ce concept. Je suis certaine d'obtenir des résultats très différents de ceux obtenus jusqu'à présent dans les processus et riches de sens. Dans cette phase de travail, toutefois, nous n'en sommes pas encore aux conclusions, mais bien aux pistes d'élaboration de réflexions qui nous permettront d'aborder la phase d'analyse avec un regard différent.

Les données collectées

Le plan de collecte a été établi et le recueil des données réalisé. Cette collecte couvre un domaine plus large grâce à la technique du Six Sigma.

Chaque ligne de saisie comporte un numéro de lot, la taille du lot, le modèle d'emballage, le nom de l'opérateur, le nom du contrôleur, le jour et la présence éventuelle de chute. Cette ligne est complétée par le nombre d'emballages abîmés par lot et le nombre d'emballages recyclés dans l'opération de contrôle visuel par lot. Elle permet de mettre en lien les valeurs des réponses (Y) en fonction des paramètres d'entrée (X).

Une présentation d'un extrait des données permet d'observer leur structure. Les valeurs des paramètres du processus sont relevées simultanément aux paramètres de sortie. Chaque ligne représente donc un enregistrement.

Les données d'origines sont souvent incomplètes ou comportent des incohérences. C'est pourquoi il faut souvent commencer par nettoyer le fichier car il comporte fréquemment des erreurs de saisie.

Données collectées

	C1	C2-T	C3	C4	C5-T	C6-T	C7-T	C8-D	C9	C10
	modèle emballage	Lot	Taille du lot	nb embll. abimés en entrée	nom opérateur	nom contôleur	présence hutes	jour	Nb emb. abimés par lot	Nb. emb. recyclés
1	1	324J545	28	0	A.C.	C.G.	N	02/01	0	0
2	1	8749H47	40	0	A.C.	C.G.	N	02/01	0	0
3	2	324J545	11	0	A.C.	C.G.	N	02/01	0	0
4	3	324J545	25	0	A.C.	C.G.	O	02/01	10	0
5	3	324J545	26	0	A.C.	C.G.	N	02/01	7	0
6	1	324J545	40	0	A.C.	C.G.	N	03/01	0	0
7	1	324J545	43	0	*	C.G.	N	03/01	0	0
8	3	324J545	27	0	A.C.	C.G.	N	03/01	8	0
9	3	8749H47	33	0	*	C.G.	N	03/01	13	0
10	1	743837JJ	36	10	A.C.	C.G.	N	04/01	0	5
11	1	8473H88	36	0	B.D.	Z.J.	N	04/01	0	0
12	2	743837JJ	20	0	A.C.	C.G.	N	04/01	0	0
13	2	8473H88	20	0	B.D.	Z.J.	N	04/01	0	0
14	3	8473H88	37	10	A.C.	C.G.	N	04/01	16	9
15	3	324J545	26	0	B.D.	Z.J.	N	04/01	7	0
16	1	324J545	32	0	B.D.	Z.J.	N	05/01	0	0
17	1	3702E87	43	0	B.D.	Z.J.	N	05/01	0	0
18	2	324J545	16	20	B.D.	Z.J.	N	05/01	0	7
19	3	324J545	28	0	B.D.	Z.J.	N	05/01	9	0
20	3	324J545	34	0	B.D.	Z.J.	N	05/01	14	0
21	1	75490U83	39	0	B.D.	Z.J.	N	06/01	0	0
22	1	324J545	39	4	B.D.	Z.J.	N	06/01	0	3
23	3	8473H88	30	0	B.D.	Z.J.	N	06/01	11	0
24	3	743837JJ	29	4	B.D.	Z.J.	N	06/01	9	4
25	1	743837JJ	42	0	J.L.A.	Z.J.	O	07/01	32	0
26	1	324J545	43	0	J.L.A.	T.U.	N	07/01	0	0
27	3	73420HY8	33	0	J.L.A.	Z.J.	N	07/01	13	0
28	3	3702E87	35	0	J.L.A.	T.U.	N	07/01	14	0
29	1	3702E87	34	0	J.L.A.	T.U.	N	08/01	0	0
30	1	3702E87	56	0	J.L.A.	T.U.	N	08/01	0	0
31	2	3702E87	19	7	J.L.A.	T.U.	N	08/01	0	3

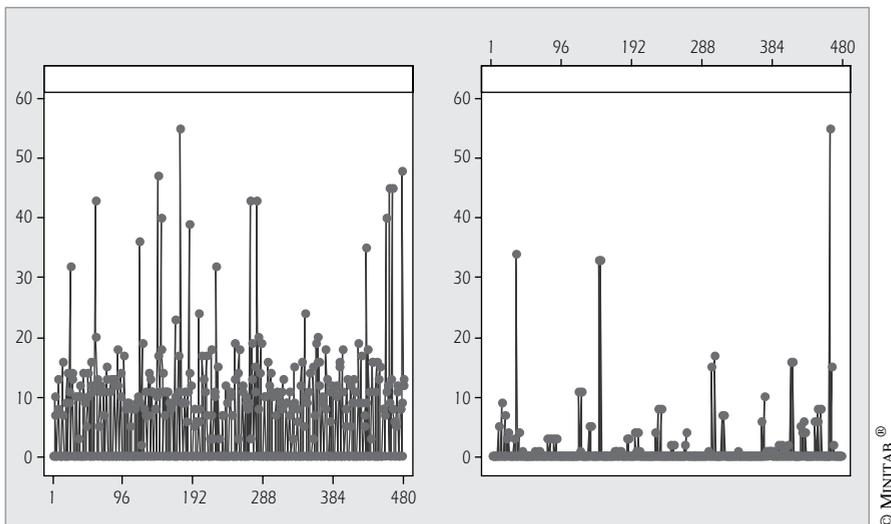
Dans notre exemple, le fichier a déjà subi cette épuration, qui peut s'avérer délicate : parfois, certaines données ne

sont pas incorrectes, mais suivent simplement des modèles statistiques plus rares. Il faut donc être prudent.

La mesure de l'état de fonctionnement du processus a rarement été réalisée auparavant de cette façon. C'est la raison pour laquelle elle va apporter de nombreuses informations, non perçues jusqu'à présent, dans le déroulement du processus.

Quelques analyses de données sont réalisées. Une première porte sur le nombre d'emballages recyclés. Une analyse en série chronologique des données sur le nombre d'emballages recyclés est effectuée avec le menu «Graph>Time Series Plot».

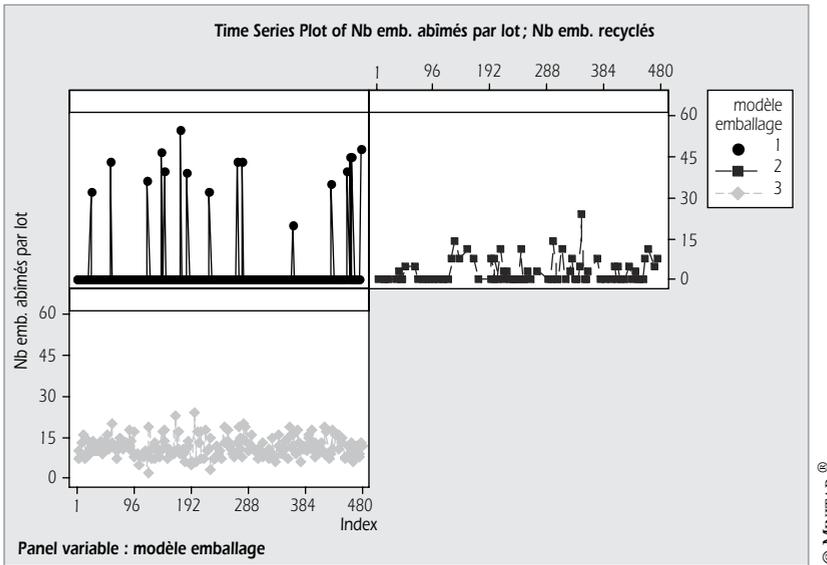
Diagramme de série chronologique



Le diagramme de série chronologique présente les données les unes après les autres dans le fichier. On y observe essentiellement des tendances ou des points extrêmes. Ceci illustre des comportements anormaux du processus, qu'il va falloir chercher à comprendre, notamment en phase d'analyse.

Une autre étude graphique est réalisée sur le nombre d’emballages abîmés en série chronologique par la même fonction.

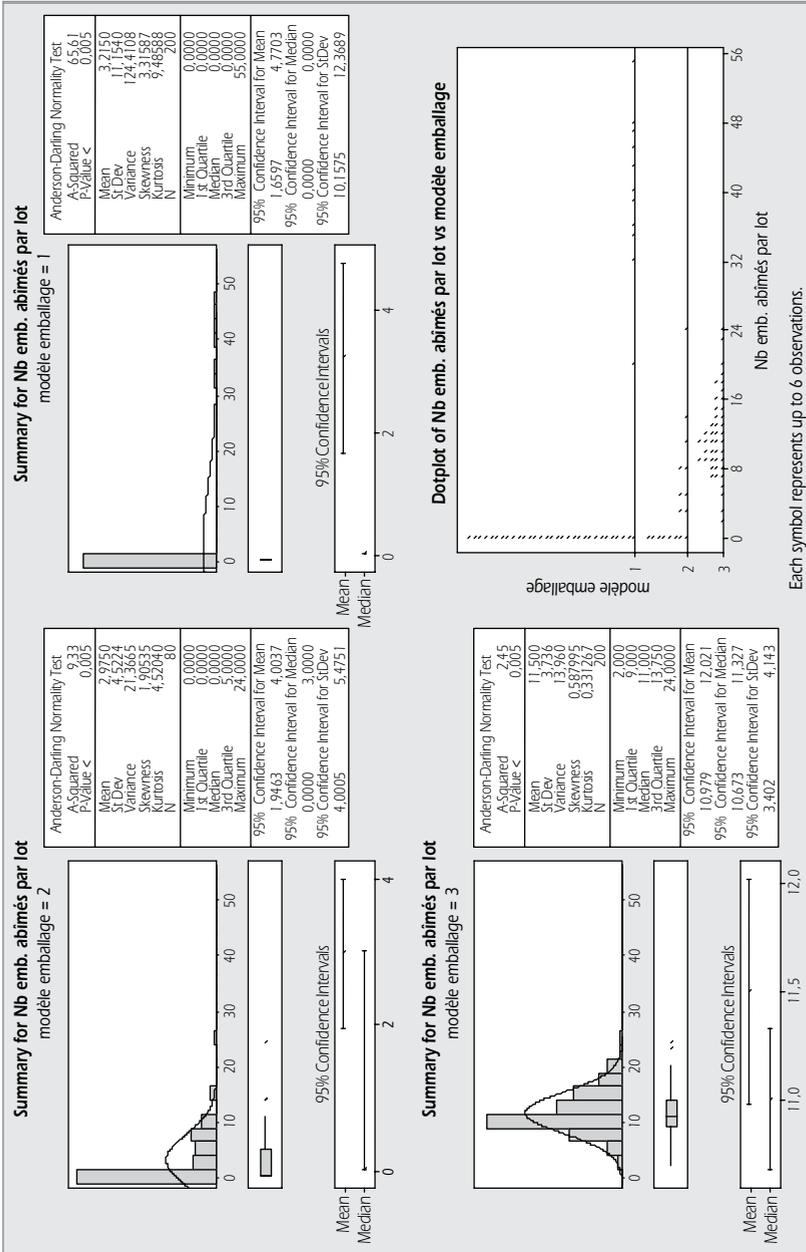
Diagramme de série chronologique du nombre d’emballages abîmés par lot stratifié par emballage



Si, sur le graphique concernant le nombre d’emballages abîmés par lot, une explication est à rechercher pour comprendre ce qui se passe pour chaque type, rien n’indique que la situation est identique pour le nombre d’emballages recyclés.

Un autre graphique concernant les mêmes données, mais présenté suivant le mode du diagramme à points (toujours stratifié suivant les modèles d’emballage) permet d’être certain de l’existence de causes de problèmes différentes suivant les emballages.

Nombre d'emballages abîmés par lot par modèle d'emballage



© MINITAB®

Pour le modèle 1 d'emballage, le nombre de produits corrects est élevé, les problèmes sont rares. Quand ils surviennent, ils entraînent un grand nombre de rebuts : il s'agit de causes spéciales. Le modèle 2 présente parfois des emballages abîmés. Pour le modèle 3, les problèmes sont très fréquents.

Il reste de nombreuses informations à exploiter dans ce fichier, comme le lot, sa taille, le lien avec le nombre d'emballages abîmés en entrée, les opérateurs et les contrôleurs. Elles seront approfondies dans la phase d'analyse.

Une autre question se pose dans cette phase de travail : les données suivent-elles une loi normale? Cette question en amène une autre : dans ce genre de situation, devrions-nous trouver une loi normale? Il est plus probable que non. En effet, le nombre optimal d'endroits abîmés dans les emballages est un nombre le plus réduit possible, idéalement 0.

Le *Black Belt* décide d'approfondir l'étude de ce fichier, dans la phase d'analyse, afin d'isoler d'autres éléments qui pourront, à leur tour, donner lieu à des reconnaissances de causes plus formalisées.

Le niveau de sigma et les aspects financiers

L'analyse de capacité détermine la capacité des données et le niveau de sigma obtenu par ce processus.

Chaque étape peut être relevée avec le pourcentage des «bons du premier coup». Par exemple, si 100 produits arrivent de l'opération n° 5, que 90 passent cette opération correctement la première fois, que des «retouches» et des «rebut» sont faits sur les 10 autres, alors le taux de produit bon du premier coup sera de 90 %. En admettant un taux équivalent de 90 % de produits «bons du premier

coup» à chaque étape de ce processus qui en comporte sept (entre l'entrée et la sortie), le taux est de :

$$0,90 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,90 = 0,47$$

Cela représente 47 % de chances que les produits passent dans cette opération sans aucune retouche.

Répété pour chaque opération d'un processus de sept étapes, le rendement cumulé du processus, portant le nom de RTY (*Rolled Throughput Yield*), ou rendement cumulé du processus, devient :

$$(0,47)^7 = 0,51 \%$$

Le RTY permet de cibler les opportunités d'amélioration.

Dans cet exemple, toutes les phases ont 90 % de chances d'être bonnes. Si ce pourcentage est plus réduit sur une étape, cela fournit une opportunité d'amélioration importante et permet de mettre en évidence les priorités à traiter. Tout ce qui n'est pas bon du premier coup est relevé.

À présent, si, sur les 100 produits, 99 passent «bons du premier coup» (*First Past Yield*), ce pourcentage par opération devient 99 %. En reprenant les mêmes données que précédemment, le calcul donne :

$$(0,99)^7 = 0,93 \text{ soit RTY} = 93 \%$$

Si, en rationalisant les tâches, on élimine deux étapes, ce même pourcentage devient :

$$(0,99)^5 = 0,95 \text{ soit RTY} = 95 \%$$

C'est ainsi qu'un rendement de 0,51 % de «bons du premier coup» peut parfois dépasser toutes les espérances dans les objectifs atteints à la fin d'un projet.

Pour établir ce calcul, dans le cas des emballages, il faut recueillir ces données de «bons du premier coup» à chaque

étape du processus. Ces analyses sont établies sur une durée raisonnable pour avoir des données représentatives et donnent les chiffres présentés dans le tableau ci-dessous.

Taux d'emballages « bons du premier coup »

	Pourcentage de « bons du premier coup »
Ouverture de l'emballage	70 %
Insertion du produit et de la notice dans l'emballage	95 %
Pose de l'étiquette sur l'emballage	85 %
Contrôle visuel	90 %
Pose du produit emballé dans le carton	95 %
Mise en palette	95 %
Rendement cumulé	45,91 %

Comme le montre le tableau, environ 46 % des emballages sortent donc « bons du premier coup ». Ce chiffre montre que le rendement de ce processus est très faible (inférieur à 1 sigma). Une partie du travail à réaliser dans ce projet consiste à augmenter ce rendement pour atteindre un niveau de 99,99966 %, ou 3,4 Défauts Par Million d'Opportunités (DPMO) qui correspond à une capacité de 6 sigma.

Dans la réalité, le tableau des correspondances en termes de sigma est le suivant.

Tableau des correspondances en termes de sigma

Nombre de sigma	DPMO	Rendement
6	3,4	99,9997 %
5	233	99,977 %
4	6 210	99,379 %
3	66 807	93,32 %
2	308 537	69,2 %
1	690 000	31 %

Le niveau de sigma à atteindre est différent de celui qui a été décrit de manière théorique afin de tenir compte des fluctuations dans l'échantillonnage et d'une tenue robuste à long terme du processus et non uniquement à court terme. Cette tenue est exprimée en DPMO et non en Parties Par Millions (PPM).

Les pertes financières peuvent également faire l'objet d'une évaluation. Celles-ci seront réévaluées une nouvelle fois à la fin du projet.

Cet état financier est à présent le reflet de la situation réelle et non de la situation estimée. Les éléments financiers sont calculés avec les montants relevés dans le premier chapitre. Les emballages abîmés sont de l'ordre de 140 par mois. Une fois les calculs refaits, l'évaluation financière reste donc sensiblement identique à celle faite dans le tableau du chapitre 2. L'étape de mesure valide ainsi les résultats obtenus lors de la phase de définition.

En conclusion de la phase de mesure, on observe que :

- les attentes des clients sont plus explicites;
- la préparation à la collecte des données, importante, permet de préciser ce qu'il faut réellement mesurer et comment le faire;
- les données collectées ont permis d'établir les premières observations;
- les premiers graphiques établis dégagent des allures qui seront analysées dans la phase suivante;
- la cartographie du processus, plus précise, a beaucoup servi dans le travail sur les données;
- les données d'entrées (X) et de sorties (Y) ont été expliquées, triées, préparées et mesurées;

- les études de répétabilité et de reproductibilité ont permis de préciser la définition de la mesure et de fiabiliser la méthode.

La collecte des données et leurs premières interprétations augurent de trouver de nombreux éléments dans la phase d'analyse. Il reste des éléments importants à travailler dans les données collectées, comme les analyses de variation, pour trouver les causes principales et démontrer leur action concrète dans le processus. Une fois cette articulation démontrée, la phase d'innovation viendra mettre en place les actions appropriées pour résoudre ces dysfonctionnements.

Étape 3 : analyse du processus

Les étapes 1 et 2 ont permis de dresser une cartographie du procédé afin d'identifier les causes (X potentiels) et de récolter des données à partir de moyens de mesure fiables. Il s'agit maintenant d'analyser ces données afin de déterminer les paramètres réellement influents dans la variabilité du processus. Tel est l'objectif de la phase d'analyse. Une fois ces paramètres déterminés, la phase d'innovation/amélioration va permettre de développer la mise en œuvre de solutions pour stabiliser le processus à son meilleur niveau et de démontrer comment passer à la pratique, à un échelon souvent réduit. La phase de contrôle en fera une synthèse, en mettant en œuvre l'ensemble des améliorations apportées.

Objectif

La recherche des causes potentielles de défaillance dans ce processus doit permettre un meilleur ciblage des problèmes sur ce même processus. L'organisation des causes permettra ensuite de travailler sur quelques sous-processus ciblés pour mieux en comprendre l'organisation. Des tests statistiques viendront aider à l'affirmation des hypothèses de travail, en apportant des « preuves » de l'influence des différents facteurs impliqués dans ce processus.

Les relations entre les différents paramètres sont également étudiées grâce à des analyses de régression afin de démontrer l'articulation existante. Les plans d'expériences, outils plus développés, permettent aussi de trouver les liaisons existantes entre plusieurs paramètres et l'influence de chacun d'entre eux sur les réponses.

La phase d'analyse est probablement la plus approfondie dans la majorité des projets. D'une part, elle utilise des outils plus développés ayant déjà fait leurs preuves dans de nombreuses entreprises et, d'autre part, le niveau de détail qu'elle présente est élevé. Ce qui n'était pas le cas dans les deux premières étapes.

De la mesure à l'analyse

Dans de nombreux projets, le passage de la phase de mesure à la phase d'analyse manque de clarté. Quand j'interroge les *Green Belts* ou les *Black Belts* à ce sujet, ils ne savent pas toujours se situer entre l'une et l'autre. Quelques éléments apportent toutefois un éclairage : tout d'abord, sur la planification des différentes phases. Bien que l'on soit tenu de fournir et de suivre une planification rigoureuse, la durée des différentes phases s'avère complexe et morcelée dans certains projets.

La phase de mesure peut être longue. Aussi les résultats recherchés en début de phase sont présents bien avant qu'elle soit terminée. L'envie est grande de démarrer l'analyse de ces résultats sans attendre les autres mesures. C'est ce qui est souvent fait en pratique. D'ailleurs, après un certain temps, il y a autant d'éléments, dans le déroulement du projet, qui sont encore en phase de mesure qu'en phase d'analyse.

En principe, la phase de mesure devrait être terminée avant la phase d'analyse. Le graphique de planification des

différentes étapes du projet illustre cet enchaînement de phases.

Autre élément essentiel : la phase de mesure sert à déterminer des indices de dérèglement ou de décentrage du processus alors que la phase d'analyse permet de prouver les défaillances et les améliorations à apporter au processus.

Techniquement parlant, ce n'est pas la même chose. Le niveau de détail de ces deux phases n'est pas identique. Dans la phase de mesure, on veut générer un premier état des lieux mesuré. Dans la phase d'analyse, on recherche plutôt les sources de variation produites par le processus.

La recherche des causes s'effectue de plusieurs manières, notamment en utilisant l'AMDEC.

L'AMDEC

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités) est aussi connu sous le nom de FMECA (*Failure Mode Effects and Criticality Analysis*). Cet outil permet de trouver les causes des problèmes puis de hiérarchiser les risques encourus (voir graphique plus loin). L'existence réelle de ces causes peut être affirmée ou infirmée avec un plan d'expériences.

Une AMDEC permet d'établir la liste des causes (X) ayant un impact sur les demandes des clients. Elle recense les défauts les plus fréquents, les plus graves et les moins arrêtés par le processus. Un extrait de l'AMDEC, ainsi que sa synthèse, est présenté sous la forme d'un bilan d'Indices de Priorité des Risques (IPR). Parfois, cet IPR porte d'autres noms suivant les entreprises comme C, indice de criticité.

Cet outil, puissant et efficace, ne peut pas s'expliquer en quelques lignes, je ne rentrerai donc pas ici dans une des-

cription précise. Il existe de nombreux ouvrages et stages spécialisés destinés aux participants ou aux futurs animateurs. Mon apport, dans cet ouvrage, vise davantage à démontrer comment son intégration peut être utile dans un projet Six Sigma.

Le principe de l'AMDEC consiste à confier à un animateur spécialisé, appelé «animateur AMDEC», une équipe de travail. Il peut être un *Green Belt*, un *Black Belt* ou un animateur formé à la méthode et l'appliquant déjà.

L'équipe de travail a pour mission de rechercher les causes des problèmes (X) et de les hiérarchiser en termes de fréquence (F ou O pour Occurrence), de gravité (G) pour le client et de possibilité de détection (D) avant leur survenue en clientèle.

Le travail consiste donc à détecter les défaillances des systèmes avant qu'elles n'apparaissent. Le système peut être :

- *le produit*. L'AMDEC va s'attacher, après avoir établi la liste des fonctions principales et des contraintes, à trouver les perturbations potentielles continues, permanentes, temporaires, intermittentes, etc.;
- *la fabrication du produit ou du service*. L'AMDEC sert alors à trouver les problématiques liées aux processus de réalisation ainsi qu'aux moments entre les étapes (souvent négligées) qui pourraient entraîner des problèmes dans la réalisation ou l'assemblage du produit ou du service;
- *le moyen lié à la réalisation d'une tâche* : une machine par exemple. L'AMDEC sert à faire l'analyse de la méthode de réalisation d'une phase opératoire ou d'une série de phases.
- *des équivalents à l'AMDEC* sont utilisés dans certains métiers comme l'HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*), qui est davantage utilisée dans l'indus-

trie agroalimentaire, pour cerner également le risque bactériologique ou hygiénique.

L'approche d'amélioration du cycle DMAIC utilisera l'AMDEC, en tant que processus ou moyen. L'AMDEC du produit sera utilisée plus fréquemment dans le cycle de génération d'un nouveau produit, processus ou service, donc en DFSS.

À l'étape de mesure, l'AMDEC peut être remplacée par la matrice de priorisation. Toutefois, l'utilisation de cette matrice nécessite d'avoir dressé auparavant la liste des causes (X). La matrice de priorisation est alors utilisée pour dégager les priorités à traiter. Sous ce nom compliqué se cache un outil intéressant qui permet de faire gagner du temps dans les décisions complexes. Les X sont positionnés dans la première colonne, les Y dans la première ligne, le groupe formule ensuite les valeurs qui permettent d'évaluer la force des liens entre chaque X et chaque Y et qui se positionnent au croisement des lignes et des colonnes dans la matrice.

Les principales causes sont mises en évidence par ces cotations. L'extrait de l'AMDEC présente les causes potentielles décrites par le groupe de travail. La grille est complétée d'une seconde partie servant à l'amélioration des causes potentielles décrites. Cette partie d'analyse sera abordée dans le chapitre suivant.

L'un des atouts majeurs de l'AMDEC est de détecter les défaillances avant leur apparition, ce qui en fait l'un des meilleurs outils de prévention qui existe. Un autre avantage, probablement tout aussi important, est la prise en compte, très en amont, du client dans le déroulement du processus et de ses défaillances. En effet, une description de l'effet sur le client est décrit pour chaque mode de défaillance potentiel. Ce dernier offre également une explication des « opportunités de défauts ».

Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)

Étapes	Mode	Causes	F	Effets	G	Détection	D	IPR
Emballage Entre étape 1, emballage plastique, et étape 2, ouverture emballage	Emballage abîmé avant EE2 : livraison fournisseur abîmée après livraison	Manipulation par transport intermédiaire	2	Emballages fendus, troués, bosselés, cornés, etc.	5	Fournisseurs en assurance qualité Vérification visuelle de l'état de l'emballage	3	30
		Stockage des emballages à l'extérieur car zone de stockage pleine	5	Emballages cornés, salis, etc.	4	Aucune détection	10	200
Étape 1 : ouverture emballage	Casse d'emballage	Ouverture Brusque Chute de l'emballage	6 4	Emballage détruit à remplacer	3	Vérification visuelle de l'état de l'emballage	3	54 36
		Déchirure d'emballage	Ouverture du mauvais côté Ouverture Brusque	4 6	Emballage détruit à remplacer	5	Vérification visuelle de l'état de l'emballage	3
Étape 3 : insertion produit et notice dans l'emballage	Insertion du produit de travers	Mauvaise prise en main du produit	4	Emballage rayé Produit abîmé	4 7	Aucune détection	10	160 280
			4	Emballage fendu, troué Emballage à remplacer	5 5	Aucune détection	10	200 300
	Absence de notice Mauvais produit Mauvais emballage	Distraction opérateur	6	Emballage non abîmé, mais non plein et non résistant aux chocs	2	Aucune détection	10	120
			7 8	Emballage à remplacer Emballage à échanger	5 5	Aucune détection Aucune détection	10	350 400

L'équipe est souvent satisfaite d'avoir participé à l'AMDEC. Cette approche par équipe pluridisciplinaire permet, en effet, à tous les membres de s'exprimer sur le sujet et de comprendre les contraintes de chaque personne impliquée dans le processus. Cela permet aux différents services de voir qu'ils ont tous une responsabilité dans la survenue du problème.

En groupe de travail, l'animateur remplit peu à peu la grille de travail avec les renseignements fournis par les participants. Il pose des questions précises qui servent à les guider. Cette approche, minutieuse, est souvent longue. Il faut veiller à maintenir le dynamisme de l'équipe de travail dans cette recherche.

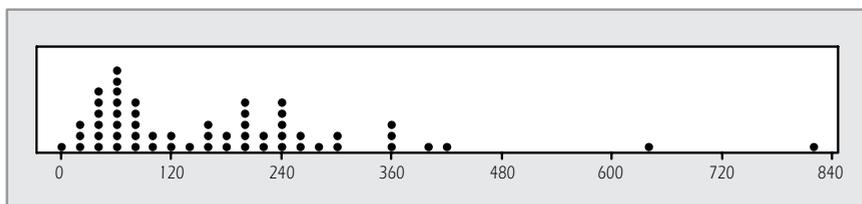
Les critères de risques sur la fréquence (F), la gravité (G) et la détection (D) sont évalués sur une cotation de 1 à 10. Plus la cotation est élevée, plus le risque est important. La cotation ainsi établie sur trois critères équilibre la fréquence d'apparition des modes de défaillance par leur gravité et par la possibilité de leur détection. Cet équilibre se traduit au travers de la multiplication de ces trois indices. Le résultat s'exprime par les équivalences suivantes : C (Criticité) ou IPR (Indice de Priorité de Risque). De nombreuses variantes existent et plusieurs types d'AMDEC également.

Bilan de l'AMDEC

L'AMDEC, dans un projet Six Sigma, sert à trouver les causes des problèmes qui peuvent survenir, puis à les hiérarchiser. En soulignant les points sensibles, le travail de recueil des données peut être ciblé en termes de données d'entrées potentielles à collecter.

Un diagramme à points présente un bilan des différents IPR obtenus à partir de cette étude.

Les valeurs IPR AMDEC



Ce bilan montre que certains IPR sont élevés. Ces derniers seront précisés au cours des phases suivantes de l'analyse.

D'autres éléments sont à mesurer grâce à la mise en lumière de l'AMDEC, comme le fait que la zone de stockage soit pleine. Il peut être relevé la fréquence de remplissage de la zone de stockage.

Grâce à l'analyse des processus, un autre élément sera à mesurer : le nombre de problèmes liés à la reprise des emballages dans le cycle normal, ce qui crée un goulet d'étranglement après le contrôle visuel, notamment à EE'2 et EE'1. Ce travail met en évidence les causes potentielles et les modes de défaillances entre eux.

À ce stade, chaque étape a été analysée, ce qui permet de travailler à un niveau de détail jamais décrit encore dans le projet.

Autres utilisations de l'AMDEC

L'AMDEC est également utile dans l'étape de mesure. Les éléments soulevés dans le cadre d'une nouvelle analyse à entreprendre dépassent souvent le cadre du projet Six Sigma. Il arrive alors qu'elle soit génératrice de sous-projets, autres projets, que j'appelle souvent « projet-fils », qui seront traités en dehors du contexte du projet actuel.

L'analyse plus précise des données recueillies dans la phase de mesure précise les pistes à suivre.

Sur l'ensemble des données, elle montre les liens entre le nombre d'emballages abîmés et les différents paramètres pour permettre d'en comprendre l'influence globale. Dans un second temps, l'analyse peut se préciser pour comprendre les causes de différences entre les modèles d'emballage.

Ainsi, réaliser une AMDEC contribue à mettre en lien les réponses Y avec les paramètres X par une relation de type :

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

La plupart des processus sont uniquement pilotés par quelques paramètres de cette relation qu'il faut découvrir, car ils sont responsables de la variation. L'AMDEC, en mettant en évidence ces paramètres, contribue à réduire leur variation.

Analyse statistique des données

Tous les paramètres, établis lors de la mesure, vont être examinés seuls, dans un premier temps, puis en liaison avec les autres.

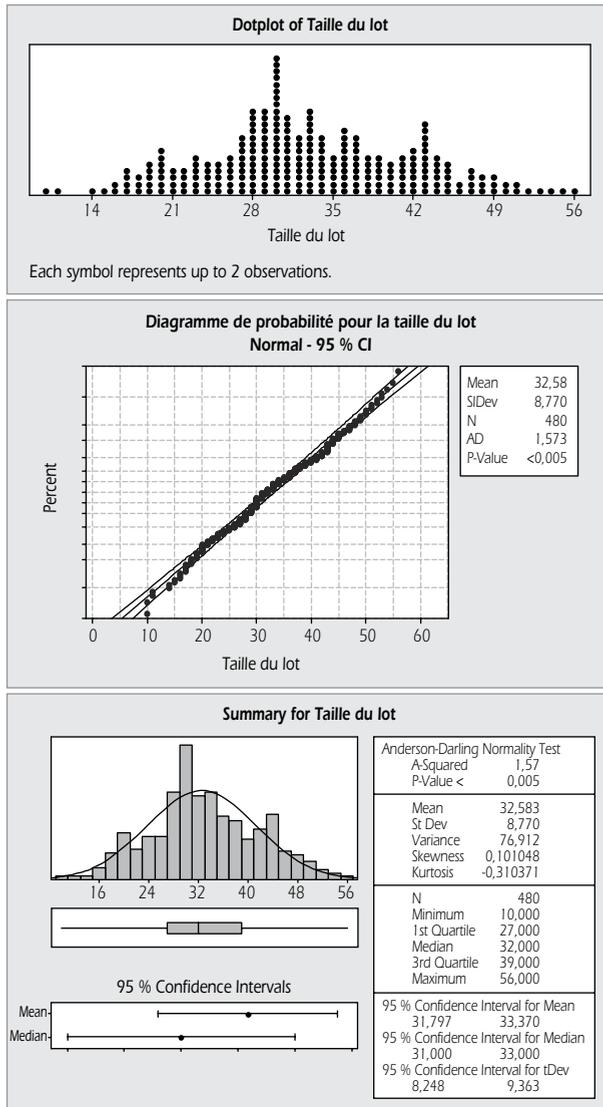
D'après les résultats obtenus lors de la mesure, le caractère des problèmes rencontrés varie considérablement en fonction des types d'emballage utilisés. C'est la raison pour laquelle, une fois la première partie de l'analyse terminée, il faut approfondir l'examen, en réalisant une étude par modèle d'emballage et rechercher des relations entre les paramètres.

L'analyse des tailles de lot montre des données qui suivent une loi normale. Ces données sont assez dispersées, puisque le plus petit modèle comporte seulement 10 produits et le plus grand 56 produits. La moyenne et la médiane sont voisines de 32. Cela soulève quelques questions :

- Les emballages servent pour des lots de quelle taille?
- Y a-t-il des emballages réservés pour certaines tailles de lot?

Pour répondre à ces questions, je peux aller voir les personnes qui sont à l’emballage pour les observer en situation. Une autre méthode consiste à approfondir l’étude des données déjà collectées.

La taille des lots

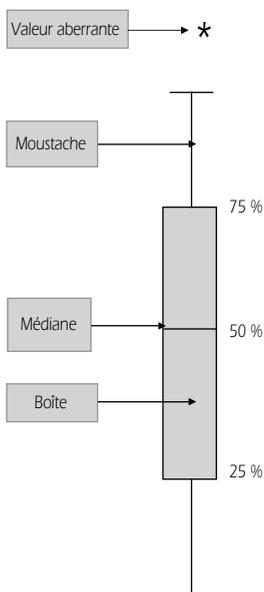


Ce graphique illustre des représentations des mêmes données. Le diagramme à points, déjà utilisé, est facile à interpréter; il résume bien l'ensemble des données. Le diagramme de probabilité est une manière pertinente d'examiner les données. Celles-ci sont cumulées les unes aux autres puis représentées sur une échelle gaussienne. Si les points s'alignent à peu près, alors les données suivent une distribution normale. C'est approximativement le cas du graphique dans lequel les tailles de lots suivent une loi normale. Des tests statistiques permettent d'obtenir des résultats similaires.

Une interrogation persiste néanmoins : quel est le lien entre la taille des lots et le nombre d'emballages abîmés? Pour y répondre, il faut tout d'abord examiner les liaisons possibles entre la taille des lots et d'autres paramètres.

Pour ce faire, nous allons utiliser ici un autre outil d'analyse : la représentation appelée «boîte à moustache» (*Box Plot*). Ce drôle de nom couvre, en fait, une idée simple. Les données sont regroupées dans une «boîte». Chaque borne de cette «boîte» représente un certain pourcentage de données, comme on peut le voir dans le schéma ci-après. À l'intérieur se trouve au moins 50 % des données (de 25 à 75 %). Les «moustaches», représentant les lignes qui s'étendent de part et d'autre de la boîte, correspondent à des pourcentages moins représentatifs des données.

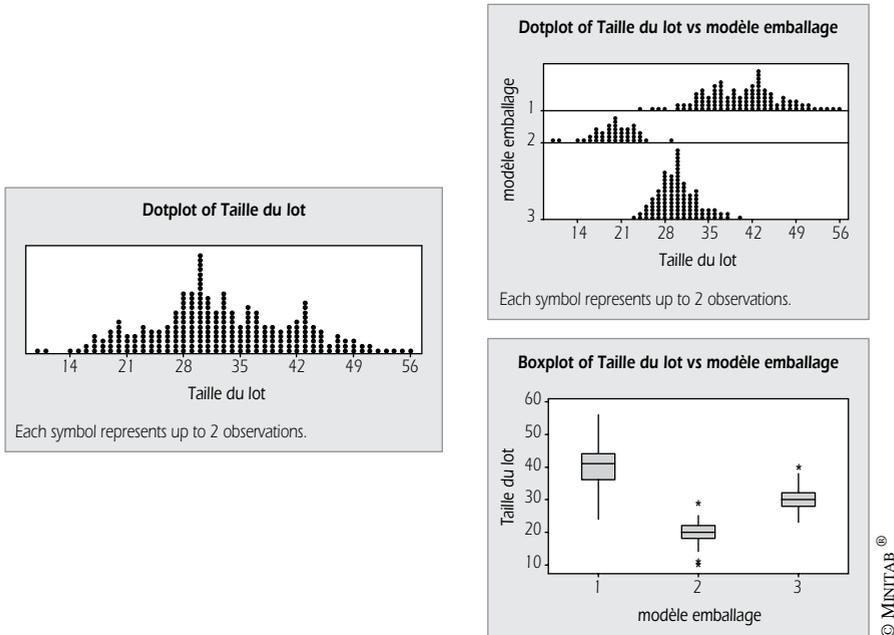
Description d'une boîte à moustache



Sur ce graphique, les données sont cumulées en pourcentage et le schéma montre leur dispersion. L'étoile qui sort de la boîte représente des données extrêmes, situées à moins de 10 % ou plus de 90 % des données. Cette « boîte » permet d'avoir rapidement une vision de la dispersion des données. En effet, une « petite boîte » aura une dispersion inférieure à une « grande boîte ». Il est donc possible de comparer les différentes variations entre elles lorsque les « boîtes » sont mises côte à côte, stratifiées par l'un des facteurs. La hauteur des boîtes permet d'observer l'évolution des différentes variations des subdivisions du paramètre.

Il existe plusieurs méthodes de représentation des données, mais j'apprécie beaucoup celle-ci quand elle est associée aux autres. En un seul regard, elle permet de saisir la répartition des données. Il suffit souvent d'un petit schéma d'explication pour utiliser cet outil qui donne de nombreuses informations.

Taille du lot en fonction du type d'emballage



Le type d'emballage dépend beaucoup de la taille du lot. On relève ici un décalage marqué entre les emballages 1, 2 et 3, qui est représenté de deux façons différentes : un diagramme à points et des boîtes à moustache.

Ceci nous montre clairement que chaque type d'emballage correspond, en réalité, à une taille de lot particulière. Il va donc falloir les traiter séparément dans la suite du travail. Statistiquement, la séparation en trois explique l'ensemble des pics de la courbe avec des différences d'interprétation par modèle d'emballage. Chacun d'entre eux présente une répartition distincte en fonction de la taille du lot.

Des calculs comme celui de l'étendue ou de l'écart type apportent des informations plus précises. Le logiciel fournit les informations suivantes, reprises dans le tableau ci-dessous.

Calcul de la taille des lots

Variables	Modèles	Comptage	Moyenne	Écart type	Min.	Q1	Médiane	Q3	Max.	Étendue
Taille du lot	Tous	480	32,6	8,770	10	27	32	39	56	46
Taille du lot	1	200	40,3	5,940	24	36	41	44	56	32
	2	80	19,6	3,487	10	18	20	22	29	19
	3	200	30,0	3,157	23	28	30	32	40	17

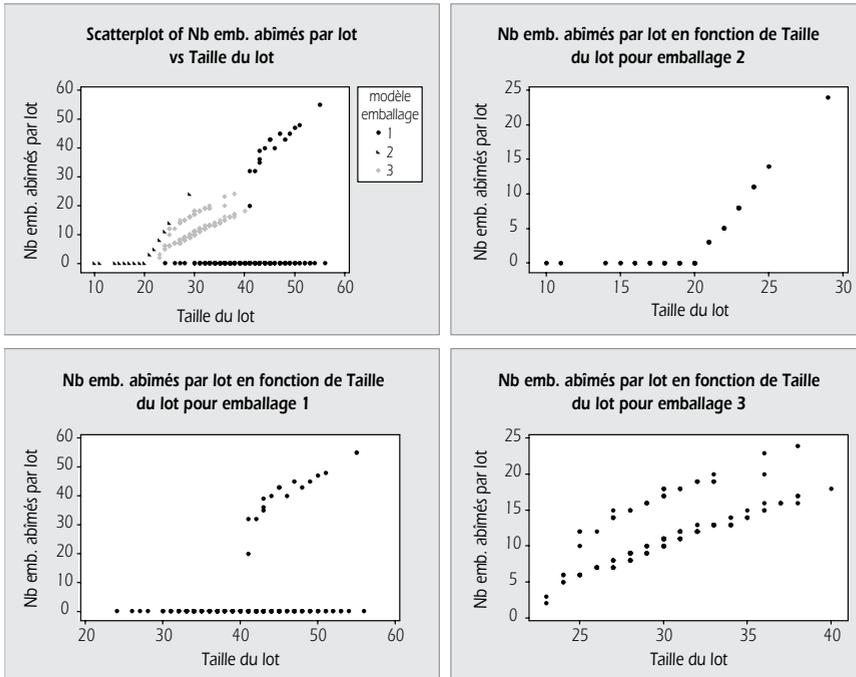
Le modèle 1 est utilisé pour des lots d'environ 40 éléments. Son étendue va de 24 à 56; ce qui signifie que ce type d'emballage sert pour des lots qui vont de 24 à 56 éléments.

Le modèle 2 est utilisé pour des lots plus petits qui acceptent entre 10 et 29 éléments, avec une moyenne de 20.

Le modèle 3 sert pour des tailles de lot variant entre 23 et 30, avec une moyenne de 30. Ces éléments sont également représentés sur deux des graphiques précédents. On y détecte, pour chaque modèle d'emballage, d'autres informations comme le regroupement des tailles de lots autour d'une valeur centrale.

L'analyse de la taille des lots se poursuit. On travaille maintenant par type d'emballage : par simple stratification, puis par stratification plus importante pour comprendre les sources de variation.

Nombre d'emballages abîmés par lot et par emballage



Sur ces graphiques, il apparaît des formes de nuages de points qui présentent des allures particulières. Ces points signalent la présence de causes spéciales. Pour continuer à expliquer le nombre d'emballages abîmés, il est maintenant nécessaire d'utiliser d'autres intrants de l'étude.

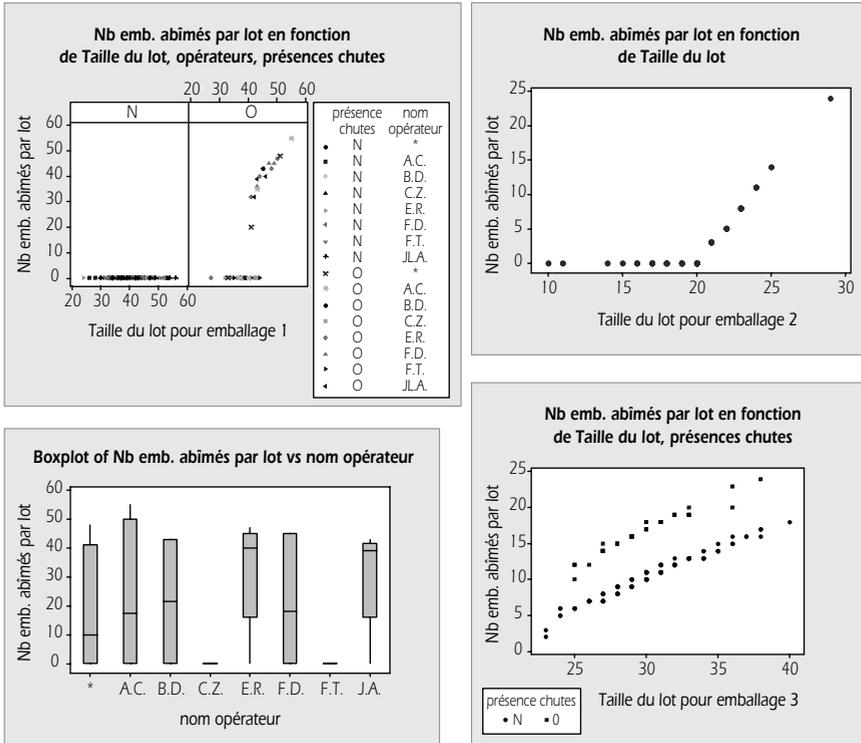
Après divers essais d'explication et des tentatives infructueuses dans la recherche de causes principales, il s'avère que les sources de variations diffèrent suivant le type d'emballage.

Étude de l'emballage 1

Le cas de l'emballage 1 est le plus complexe à étudier. L'étude est réalisée en ne conservant que les données

concernant cet emballage. Quelques graphiques permettent une analyse plus approfondie.

Analyse approfondie entre la taille du lot et les paramètres d'entrée par type d'emballage



© MINITAB

Le graphique, en haut à gauche, montre, à gauche également, les emballages qui n'ont pas subi de chutes et, à droite, les emballages qui sont tombés. Ainsi, il apparaît que l'absence de chute, quelle que soit la taille du lot, entraîne l'absence d'emballages défectueux.

En cas de chutes, il semble y avoir des variations différentes par opérateur. Cela explique la stratification supplémentaire des données qui conduit à extraire celles qui présentent les caractères suivants : emballage 1 et présence de chutes, stratifié par opérateur. Le graphique en

boîtes à moustache présente la variation par opérateur en cas de chutes (uniquement pour l'emballage 1). Certaines «boîtes» sont réduites à 0 pour certains opérateurs, mais la majorité des autres semblent obtenir de moins bons résultats.

Cette conclusion conduirait bien des responsables à prendre immédiatement des mesures correctives qui ne seraient peut-être pas judicieuses lors de cette étape. Par exemple, il pourrait décider d'analyser avec les personnes pourquoi les résultats ne sont pas bons et prendre des mesures correctives.

Plan d'expériences sur l'emballage 1

Afin de clarifier l'influence des différents paramètres, il est décidé de réaliser un plan d'expériences qui teste les différentes configurations. Cette démarche est généralement utilisée dans la phase d'analyse.

Les paramètres qui sont testés dans ce plan d'expériences sont les suivants (entre parenthèses figurent les niveaux décidés par le groupe de travail) :

- le nombre d'emballages abîmés en entrée (0, 40);
- l'opérateur (C.Z., E.R.);
- les chutes (0, 1);
- le nombre d'emballages recyclés (0, 34).

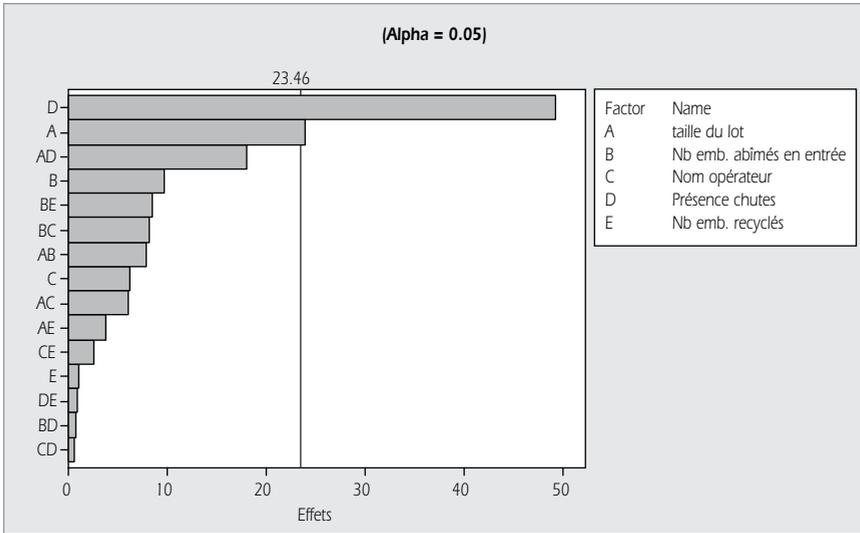
Le plan d'expériences est sélectionné en fonction de la précision attendue pour les résultats et du nombre d'essais possibles à réaliser. Il est décidé de réaliser le test sur 100 emballages, de procéder à 16 essais pour chacun d'entre eux, enfin, de compter les emballages qui sont abîmés. On obtient le plan suivant.

Plan d'expériences

Ordre des essais	Taille du lot	Nombre d'emballages abîmés en entrée	Nom de l'opérateur	Présence de chutes	Nombre d'emballages recyclés	Nombre d'emballages abîmés
1	30	0	C.Z.	0	34	2
2	50	0	C.Z.	0	0	0
3	30	40	C.Z.	0	0	1
4	50	40	C.Z.	0	34	10
5	30	0	E.R.	0	0	2
6	50	0	E.R.	0	34	5
7	30	40	E.R.	0	34	10
8	50	40	E.R.	1	0	90
9	30	0	C.Z.	1	0	30
10	50	0	C.Z.	1	34	78
11	30	40	C.Z.	1	34	20
12	50	40	C.Z.	1	0	85
13	30	0	E.R.	1	34	40
14	50	0	E.R.	1	0	55
15	30	40	E.R.	1	0	50
16	50	40	E.R.	1	34	90

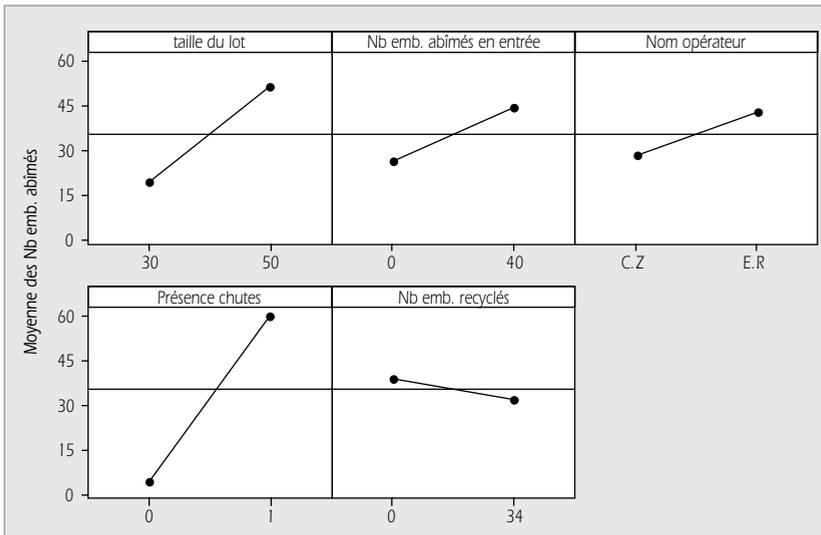
L'Italien Pareto a démontré que 80 % des richesses étaient détenues par 20 % des personnes. Partant de ce constat, beaucoup de phénomènes sont explicables suivant cette loi. Le dépouillement des données se fait donc avec un diagramme de Pareto, afin de mettre en évidence les effets des différents facteurs, et les graphiques des effets pour les paramètres et les interactions entre eux. Les paramètres qui ressortent sont ceux qui figurent sur la gauche du graphique.

Diagramme de Pareto des effets



Le diagramme des effets souligne ici que la présence de chutes et la taille du lot sont des facteurs à prendre en compte. Ceci avec un degré de confiance de 95 % dans cette affirmation.

Diagramme des principaux effets pour les emballages abimés



Les principaux facteurs sont la présence de chutes et la taille du lot. Il faut également prêter attention au nombre d'emballages abîmés en entrée ainsi qu'à l'opérateur. Mais le diagramme de Pareto des effets des facteurs ne les a pas montrés comme influents. Les interactions ne ressortent donc pas comme étant importantes dans ce modèle.

L'équation simplifiée, en ne retenant que les principaux facteurs, qui relie le nombre d'emballages abîmés aux différents facteurs devient :

Nombre d'emballages abîmés = 31,33 + 11,958 (taille du lot) + 24,667 (chutes)

Cette équation montre donc l'importance des chutes et de la taille du lot et permet de mettre en relation les paramètres d'entrée et la réponse. Cette analyse est reprise plus loin dans l'étude.

Les premières analyses montraient également les problèmes liés aux opérateurs. Ceci est donc confirmé par ce plan d'expériences qui démontre encore davantage l'importance de la taille du lot à emballer et des chutes. Il est donc tentant, à ce stade, de réaliser des actions liées aux opérateurs et à leur formation.

Réaliser une action à cette étape pourrait conduire à des erreurs, car les résultats des autres analyses ne sont pas connus et la phase d'analyse n'est pas terminée.

Enfin, travailler directement avec les opérateurs moins capables dans la réalisation de ces tâches ne permettra pas de prendre en compte les éléments psychologiques. Il est toujours souhaitable de rencontrer ceux qui réussissent le mieux, afin de comprendre leur savoir-faire. C'est ce qu'on appelle parfois le « petit plus invisible » sur certaines procédures. Ces personnes apportent beaucoup, au plan technique, par leur savoir-faire, mais également par leur présence qui permettra de montrer aux autres la dif-

férence. Au préalable, il faut enquêter auprès de ces acteurs pour bien comprendre ce qui se passe. Il se peut simplement qu'ils aient moins de travail, moins d'emballages à manier ou bien que la configuration de leur poste de travail soit différente ou bien encore qu'ils possèdent une qualification différente. Il est conseillé de sensibiliser, par la suite, les opérateurs qui présentent de moins bons résultats par des mises en commun d'acquis.

Toutes ces raisons indiquent qu'il est encore trop tôt pour travailler sur une action préventive avec les opérateurs qui manipulent les emballages 1. Cette action aura lieu dans l'étape d'innovation. Les éléments à retenir concernant l'emballage 1 proviennent des résultats du plan d'expériences. Les modifications à réaliser seront à étudier dans le cadre de la mise en place des actions lors de l'étape d'innovation/amélioration.

Étude de l'emballage 2

Après l'étude de l'emballage 1, l'étude se porte sur le cas de l'emballage 2. Celui-ci est complètement différent.

Nombre de groupes de travail continuent à travailler à un niveau de complexité équivalent à celui qu'ils venaient juste de traiter (comme l'emballage 1) et tentent d'ajouter des difficultés là où il n'y en a pas. Ce qui fait que les groupes de travail se perdent dans des conjectures qui n'apportent rien de plus que des résolutions curieuses, mettant en œuvre des moyens ou des idées très complexes. En séance de travail en équipe, lorsque la résolution d'un cas s'est avérée difficile, il est recommandé de faire une pause, voire de réaliser la suite du travail lors d'une autre séance.

Durant les formations, à titre de simulation de cette situation, je mets en place un jeu simple pour que tous aient

conscience de cet aspect. Je donne un premier exercice très facile, qui va se répéter deux autres fois avec des degrés de difficulté croissants, puis un autre très simple à résoudre. En général, les personnes qui ont passé du temps et mis de l'énergie à résoudre les parties d'exercice difficiles rendent la dernière étape bien complexe, et plusieurs ne résolvent pas la situation qui est en réalité élémentaire. En fait, elles recherchent une solution complexe puisque leur cerveau a précédemment résolu un problème d'une grande difficulté.

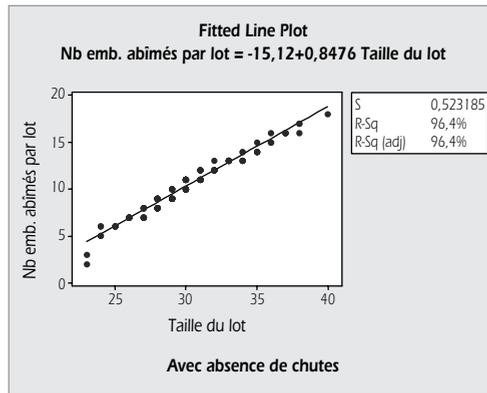
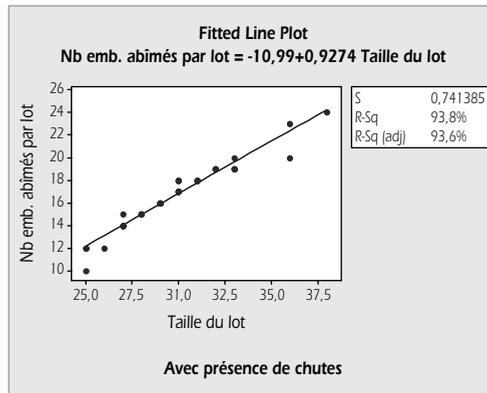
Revenons à l'analyse de l'emballage 2 : l'étude des différents paramètres de variation n'a rien apporté. Peut-être que d'autres explications seront amenées par la suite, mais, en l'état actuel des connaissances, il apparaît que, lorsque l'emballage 2 contient des tailles de lot inférieures à 20, il n'y a pas de problèmes de défektivité. En revanche, lorsque les lots dépassent 20 éléments, le nombre d'emballages défectueux s'accroît linéairement avec l'augmentation de la taille des lots. Ceci apparaît dans la figure placée à droite sur le graphique de la page 109.

La cause réelle est pour l'instant inconnue. Un questionnaire à propos de l'emballage 2 est établi et les questions sont posées aux personnes concernées. Son analyse apporte quelques éléments de réponse : au-delà d'une taille de 20 lots, les éléments seraient trop serrés, ce qui pourrait provoquer des dégâts dans les emballages.

Étude de l'emballage 3

Pour l'emballage 3, l'analyse montre deux courbes parallèles qui présentent une dégradation proportionnelle à la taille du lot, mais qui augmente en cas de chutes. Une équation de régression permet de comprendre la liaison pour chacun des deux modèles (avec ou sans chutes).

Analyse de régression pour l'emballage 3



© MINITAB®

Avec des coefficients d'environ 0,9, on s'aperçoit que la taille du lot varie presque proportionnellement avec le nombre d'emballages abîmés pour l'emballage 3. Plus la taille du lot augmente, plus le nombre d'emballages défectueux croît. Après quelques explications avec l'équipe de travail, il apparaît que, plus la taille du lot est grande, plus les emballages sont comprimés car il s'agit d'emballages souples. Toutefois, il y a systématiquement plus d'emballages abîmés dans le cas où il y a eu des chutes (environ quatre de plus). Après avoir examiné la situation en faisant quelques analyses complémentaires, l'étude montre que les emballages du fond sont systématiquement plus abîmés, à cause de l'écrasement qui se produit lors des chutes.

Analyse des emballages en entrée

Passons maintenant à l'analyse d'un autre paramètre : l'analyse du nombre d'emballages défectueux en entrée montre que des causes de variations importantes surviennent parfois. Les emballages qui entrent dans le processus ne devraient pas être abîmés. Or, ce n'est pas ce que l'on peut observer sur la série chronologique. L'envie est grande d'aller vers une résolution simple et rapide du problème comme travailler avec les fournisseurs d'emballage et leur signifier que la qualité de leurs produits en entrée de processus est indispensable à sa bonne réalisation.

Toutefois, les véritables causes ne sont pas encore suffisamment étudiées. Une analyse plus approfondie des sources pouvant générer ces variations pourra sûrement permettre d'en apprendre davantage sur la fréquence, le type d'emballage, le type d'élément, etc., et apporter un meilleur éclairage sur la décision à prendre.

Tous types d'emballage confondus (1, 2 et 3), voici les résultats des emballages abîmés en entrée.

- le nombre d’emballages abîmés en entrée et de chutes;
- l’opérateur E.R. présente une variation marquée par rapport aux autres qui obtiennent des résultats stables. L’examen en détail de son travail et du travail des autres permet de comprendre les différences et d’observer les sources de variation.

Le fait de réaliser cette analyse a permis d’éviter une action non appropriée.

Conclusions de la phase d’analyse

L’analyse approfondie de la taille de lot a permis de mettre en évidence que le nombre d’emballages abîmés par lot dépend des éléments suivants :

- le type d’emballage (1, 2 ou 3);
- la taille du lot;
- la présence de chutes;
- l’opérateur;
- le nombre d’emballages abîmés en entrée.

Cette analyse conduit aux constats suivants. Aucune conclusion générale sur le nombre d’emballages abîmés par lot ne peut être tirée directement sans tenir compte du type d’emballage. Les actions à réaliser seront à examiner dans le détail, à la phase suivante, et séparément pour chaque type d’emballage.

La taille du lot a une importance pour chaque emballage, mais elle dépend du type d’emballage. Pour l’emballage 1, la taille du lot entre uniquement en jeu en cas de chutes. Pour l’emballage 2, elle intervient seulement lorsque la taille du lot est supérieure à 20. Pour l’emballage 3, le

nombre des emballages abîmés varie proportionnellement à la taille du lot.

La présence de chutes est à interpréter différemment suivant le type d'emballage. Mais ce facteur favorise systématiquement la présence d'emballages abîmés. Ce point important devra être pris en compte dans la phase d'innovation. On pouvait se douter avant l'étude des conséquences des chutes. C'est pourquoi la mise en évidence de ce point pourrait être écartée. Fréquemment, dans ce genre de travaux, des éléments qui auraient pu paraître évidents au départ ne le sont pas forcément aux yeux de tous ou pas de la même façon. L'analyse permet alors de confirmer des éléments comme celui-ci, mais aussi, dans une autre perspective, d'en vérifier l'importance chiffrée ainsi que les liens avec les autres paramètres.

Le rôle de l'opérateur n'a pas d'influence avérée pour les emballages 2 et 3. En cas de chute, il est toutefois apparu des différences entre les opérateurs pour l'emballage 1. Pour l'opérateur E.R., la différence est encore plus flagrante concernant l'état des emballages en entrée.

Par ailleurs, deux facteurs n'ont eu aucune incidence dans cette étude : le contrôleur et le jour de la semaine. L'étude du jour de la semaine a été réalisée également car, dans nombre de projets, elle est très significative. Ainsi, le fait de pouvoir séparer et trier les données, puis d'en faire des traitements particuliers, s'avère souvent important. En effet, il devient possible de comparer l'ensemble des lundis ou vendredis aux autres jours de la semaine.

L'AMDEC a mis en évidence les problèmes suivants pour tous les types d'emballages qui arrivent abîmés :

- les emballages qui arrivent abîmés dès la deuxième étape du processus;

- la détérioration de l'état du produit dans l'étape 3 quand il est positionné à l'envers;
- l'étiquetage réalisé par un automate.

Facteurs retenus pour le nombre d'emballages abîmés par lot

Modèles d'emballage	Tailles de lot	Nombre d'emballages abîmés en entrée	Rôle de l'opérateur	Présence de chutes
1	Si chutes	Différence pour l'opérateur E.R.	Observer opérateur E.R. en cas de chutes	Favorisant
2	> 20, alors important	Sans influence	Sans influence	Favorisant
3	Variation proportionnelle et plus importante en cas de chutes	Sans influence	Sans influence	Favorisant

La phase d'analyse a permis de mettre en lumière les principaux paramètres de variabilité du processus. Elle est fréquemment complexe et d'un abord difficile, les phases suivantes sont plus simples. À présent, ces paramètres sont connus et les phases suivantes du projet vont limiter leur variation dans le temps.

Étape 4 : innover/améliorer

À la suite de la phase d'analyse, les principaux paramètres sont identifiés et l'on connaît bien à présent les leviers qui permettront de ne plus avoir d'emballages abîmés. Mais s'il suffisait de connaître les paramètres importants pour atteindre les objectifs fixés, cela serait facile. En effet, même lorsqu'on connaît les causes de dysfonctionnement, un processus n'est pas maîtrisé pour autant.

Cette étape permet donc de passer de la théorie à l'application et de mettre en place des solutions aux améliorations détectées dans la phase d'analyse. C'est à ce stade également que les acteurs du processus vont s'impliquer davantage. Ils sont en effet les mieux placés pour connaître les problèmes en pratique, les interventions adaptées à réaliser sur le terrain et pour mettre en pratique au mieux les améliorations détectées lors des phases précédentes.

L'étape d'innovation/amélioration consiste donc à trouver des solutions qui permettront de diminuer l'apparition des causes de problèmes identifiées à l'étape précédente.

Génération des idées potentielles

La première étape consiste à générer des solutions potentielles aux causes trouvées dans l'étape précédente. Assez fréquemment, dans ce genre de situation, les solutions

appliquées avant le projet ont pu donner un certain nombre de résultats. D'autres, en revanche, ont été remises maintes fois en question.

Cette étape de génération d'idées se dissocie en plusieurs phases :

- la revue de chacun des paramètres influents, déterminés à la phase d'analyse, pour générer une liste de solutions potentielles;
- la créativité qui permet de générer des solutions pour « sortir des sentiers battus », notamment pour les paramètres difficiles à améliorer ou ceux pour lesquels plusieurs solutions sont possibles;
- la sélection de solutions qui retiendra les solutions à appliquer.

Les formations Six Sigma présentent un grand nombre d'outils de créativité qui peuvent être utilisés. Ces techniques de génération d'idées permettent de stimuler la créativité des participants du groupe de travail. Bien sûr, le *Black Belt* a appris toutes ces techniques, mais c'est en fonction de ses qualités d'animateur et des qualités décelées dans son groupe qu'il se décide sur la technique qu'il choisira d'appliquer.

La technique de l'inversion consiste à demander aux personnes : comment être certain de ne pas résoudre ce problème ? En général, les personnes réussissent brillamment cet exercice, qui consiste à faire émettre par le groupe de travail toutes les idées de solutions, des plus intéressantes aux plus farfelues. Il est important de ne censurer aucune idée émise. Cet exercice est la plupart du temps assez aisé. Il est facile de trouver tout ce qui pourrait être fait pour générer le dysfonctionnement. Les séances de créativité les plus réussies sont toujours réalisées dans une atmosphère détendue.

Une fois cette première partie réalisée, les idées émises sont reprises une à une, puis « inversées » et les idées de réussite sont émises assez facilement. Ces idées deviennent alors des améliorations à apporter, c'est-à-dire des futures actions à réaliser.

Si l'on avait posé, au départ, la question « Comment être certain de réussir à résoudre ce problème? », le nombre de réponses aurait été d'un peu moins de la moitié du nombre de celles obtenues avec la technique de l'inversion. Les raisonnements sont parfois tortueux et les analyses s'attachent souvent davantage à ce qui ne fonctionne pas plutôt qu'à ce qui fonctionne.

Lors de la phase d'analyse, l'une des causes mise en avant est celle qui augmente régulièrement le nombre de chutes et le nombre d'emballages abîmés. L'utilisation de la technique de l'inversion ici se formule de la façon suivante : comment être sûr de continuer à avoir des chutes d'emballages? Cette question, une fois les réponses inversées, donnera la réponse à la question : comment être sûr de ne plus avoir de chutes d'emballages?

Les réponses furent :

- faire tomber les emballages du poste de travail;
- pousser les emballages déjà réalisés avec les nouveaux;
- faire tomber les emballages avant leur mise en carton;
- la pile d'emballages est déséquilibrée;
- lors des déplacements d'emballages se sont produit des chutes dues aux câbles informatiques ou des collisions entre opérateurs.

Le schéma d'organisation des postes, établi lors de la phase de mesure, complète le travail d'inversion. Il permet de détecter les goulets d'étranglement du processus et d'expliquer les temps nécessaires à sa réalisation.

La « mise en exergue de ces zones sensibles » permet d'identifier les points cités dans cette première partie d'exercice d'inversion. Un film, réalisé lors du déroulement du processus actuel, complète ces premières observations.

La cadence de réalisation d'un processus dépend de celle de l'opération la plus longue à réaliser. Ce goulet d'étranglement est souvent caractérisé par les stocks d'éléments inter-opérations en attente de traitement. Ce stockage intermédiaire est aussi la cause de nombreuses chutes.

Les idées émises sont alors inversées, puis modifiées jusqu'à obtenir une amélioration à apporter. Chaque idée émise dans la question inversée est ensuite soumise à « l'inversion » et à l'amélioration de l'idée. À partir des premières réponses établies en groupe de travail, voici, ci-contre, la liste obtenue (en plusieurs étapes).

Cette liste peut paraître simple, pourtant, elle est longue à établir et rechercher les bonnes solutions aux problèmes n'est pas si évident.

L'étude des chutes a permis de dégager de nombreuses solutions possibles (dont certaines sont cumulables) qui vont réduire considérablement le nombre de chutes, donc le risque d'abîmer les emballages.

Pour travailler sur les autres paramètres découverts lors de la phase d'analyse, d'autres techniques existent et l'animateur choisit au mieux dans l'éventail proposé. Il peut ainsi travailler à l'élaboration d'une liste d'améliorations potentielles qui fera ensuite l'objet d'un tri avec une matrice de priorisation.

Outil de l'inversion

Premières réponses	Réponses inversées	Améliorations nécessaires
Faire tomber les emballages du poste de travail	Ne pas faire tomber les emballages	Ajouter un rebord sur les postes de travail afin d'éviter le glissement des emballages dus aux mouvements des bras sur ces postes. Rationaliser les circuits des produits et des emballages, en simplifiant les flux pour qu'ils ne se croisent pas.
Pousser les emballages déjà réalisés avec les nouveaux	Placer les nouveaux derrière	Créer un système FIFO (<i>First In First Out</i>) en mettant en place un suivi Kanban ^a . Les nouveaux emballages sont systématiquement placés derrière les anciens afin de faire circuler les plus anciens avant les nouveaux.
Faire tomber les emballages avant leur mise en carton	Rapprocher les cartons	Créer un flux harmonisé entre les emballages et la mise en cartons. La mise en carton intervient directement après la mise en emballage. Elle se trouve ainsi rationalisée car plus simple d'accès.
Pile d'emballages déséquilibrée	Empiler correctement les emballages Travailler sur le goulet d'étranglement pour diminuer les piles	Réduire les temps intermédiaires, en formant les opérateurs polyvalents qui pourront travailler sur les autres postes. Diminuer les en-cours qui sont une source d'augmentation de la taille des empilages.
Chutes dues aux câbles informatiques Collisions entre opérateurs	Veiller à l'ergonomie du poste (câblage, sécurité, circuits, etc.)	Travailler sur le schéma d'implantation du poste pour réduire tous les risques. Faire un «5S» ^b pour diminuer les objets non indispensables, présents autour du poste, et ne maintenir que les objets indispensables. Cette action conduit à davantage de rapidité et à un gain en efficacité.

- a. Le Kanban est un système de lancement de production qui intervient lorsque l'opération suivante est réalisée. Ce système «tire les demandes» en fonction des demandes des clients.
- b. 5S : système japonais qui permet d'identifier, classer, nettoyer, éliminer puis ranger en fonction de la priorité et de l'ordre d'utilisation.

Action sur la zone de stockage

Le travail de l'équipe a permis de découvrir le problème de l'état des emballages : certains arrivent fendus et/ou troués.

Dans la description des états d'entrée des emballages, EE2 indique que les emballages arrivent fermés. Il y a ensuite une opération d'ouverture d'emballage. Les opérateurs indiquent que les emballages arrivent déjà abîmés lorsqu'ils les ouvrent, ce qui contredit EE2. Cette opération a un rendement de 70 % des emballages bons du premier coup (relevé dans le rendement du processus établi lors de la cartographie du processus), soit 30 % de rejets ou retouches d'emballages, ce qui augmente la durée globale de cette opération.

Le stockage de ces emballages est rarement fait en zone de stockage par manque de place, mais bien davantage à l'extérieur : ce point a été relevé par l'AMDEC. Les travaux réalisés dans les étapes précédentes conduisent à une synthèse qui permet une meilleure projection des prochains axes de travail.

Une action est donc décidée sur la zone de stockage pour l'optimiser et définir un stockage des emballages à l'abri et permettre ainsi d'en diminuer les manipulations. Une liste de solutions d'améliorations potentielles est établie avec le groupe :

- déstocker plus tôt les éléments nécessaires pour les lignes;
- augmenter les surfaces de stockage à l'intérieur;
- rationaliser le stockage en gérant mieux le flux des entrées et des sorties;
- séparer le stockage en deux parties : une pour les contenus et une autre pour les contenants (gérés à part et plus loin de la zone d'utilisation);

- créer un abri extérieur pour stocker les emballages;
- laisser la situation comme telle, mais prévoir un tri pour diminuer les emballages abîmés avant l'opération d'emballage;
- former les opérateurs pour trier les emballages en zone de stockage;
- empiler davantage dans la zone de stockage, mais de façon mieux organisée, pour diminuer les surfaces au sol.

Une sélection des solutions à retenir peut s'avérer nécessaire à l'issue de ce travail. Un tri est effectué à cette étape.

Action avec un fournisseur

Lors des phases de mesure et d'analyse, il a également été mis en évidence un problème à l'étiquetage (pose de l'étiquette sur l'emballage). Une action concernant un travail sur l'automate d'étiquetage est donc prévu avec le fournisseur. En effet, le défaut mis en évidence montre que la course de descente de l'étiqueteuse est soit trop importante et abîme les emballages, soit trop faible et l'étiquette n'est pas collée. Une rencontre avec les programmeurs de l'automate est planifiée pour rétablir le bon réglage et modifier la programmation.

Cette action, comme les précédentes, peut paraître évidente quand elle est évoquée *a posteriori*, mais il est difficile de la mettre en évidence sans l'avoir précisément étudiée et identifiée.

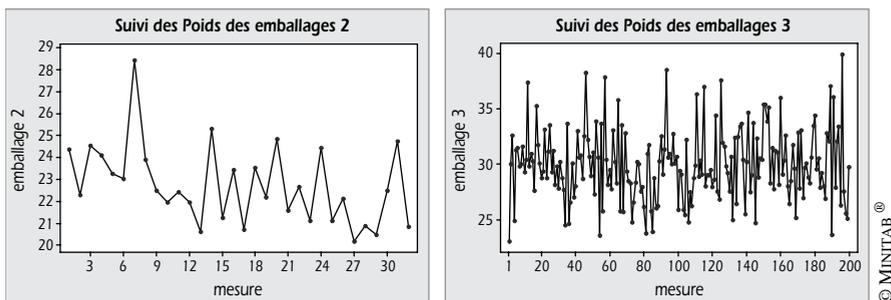
Action de suivi

Il a été observé également que le nombre d'emballages déposés dans le carton augmentait le nombre d'emballages défectueux dans la phase d'analyse. Aussi une pesée

des différents emballages sera réalisée. Cette pesée permettra de s'assurer du suivi du nombre d'emballages mis dans chaque carton. Ce poids ne devra être ni trop important, ni trop faible. Une carte de contrôle va servir à tenir ce poids « sous contrôle » dans le temps et permettra de suivre les variations de poids. Les limites seront déterminées à la suite d'une première série de mesures servant de suivi. Cette pesée est réalisée, pendant une journée, de façon systématique sur tous les cartons pour les emballages 2 et 3. Elle permet d'obtenir les limites naturelles du poids pour réaliser ensuite une carte de contrôle.

Toutefois, ainsi que la phase d'analyse l'a démontré, il ne sera pas nécessaire de réaliser cette pesée sur l'ensemble des emballages. Le modèle d'emballage 3 nécessite d'être suivi et le modèle 2 uniquement si la taille de lot est supérieure à 20. Il n'est pas utile de suivre le modèle 1. Voici la liste des premières mesures réalisées par modèle d'emballage.

Suivi du poids des emballages 2 et 3



Le suivi du poids par une carte d'essai permet de valider la maîtrise de ce paramètre dans le temps. Ce travail, repris dans la phase de contrôle, sera alors pérennisé par une carte de contrôle.

Partage des meilleures compétences

Autre cause de problème trouvé en phase d'analyse : le dysfonctionnement du travail de l'opérateur E.R. Une observation de son travail est alors réalisée grâce au film réalisé précédemment. On la compare ensuite à celle des autres opérateurs pour comprendre l'origine de la différence observée pour l'emballage 1. Les autres opérateurs ouvrent les emballages avec l'ensemble de leurs doigts tandis que l'opérateur E.R. se sert uniquement de ses pouces, créant ainsi une contrainte plus forte en un point de l'emballage. Cette contrainte, non prévue, augmente les déchirures d'emballages. Par ailleurs, cet opérateur, en cas de chute, utilise l'emballage qui a chuté.

Une fois ces différences analysées et que le groupe a parfaitement compris ce qui se passe, l'opérateur E.R. reçoit une sensibilisation pour ouvrir les emballages avec l'ensemble de ses doigts comme ses collègues et ne pas réutiliser les emballages qui ont chuté. À partir de là, il modifie sa méthode de travail pour obtenir des résultats similaires. Dans la phase de contrôle, des moyens supplémentaires seront mis en place pour que, à l'avenir, tous les opérateurs suivent la même procédure.

Utilisation de Poka Yoke

Un autre élément a été mis en évidence par l'AMDEC : le rangement du produit à l'envers dans son emballage. Ce point est assez gênant.

L'idéal, dans ce cas, est donc de trouver un dispositif qui évite ce type de situation. Plutôt que d'éliminer le défaut par un contrôle plus sévère, il s'agit de mettre en place un dispositif qui évite de reproduire le défaut en question. C'est le cas du Poka Yoke (anti-erreur en quelque sorte), terme japonais servant à désigner un point « zéro faute ».

Le Poka Yoke consiste donc à trouver un système qui évite ici de positionner le produit à l'envers.

Les prises informatiques sont de très bons exemples de Poka Yoke. Leur format particulier fait qu'il est impossible de brancher la prise de travers ou à l'envers. La couleur est parfois associée à la forme, rendant l'erreur impossible (idem pour la prise USB). Aussi facile que cela puisse paraître : trouver l'idée d'un bon Poka Yoke n'est pas facile et demande une réflexion d'équipe avec un (ou plusieurs) testeurs extérieurs.

Ici, il est décidé d'utiliser un gabarit de mise en place ainsi que des photos accompagnant la bonne mise en position du produit. Les photos seront affichées près du poste de travail et le gabarit fixé pour une bonne mise en position du produit.

Sélection des solutions retenues

Les solutions trouvées, grâce à l'outil d'inversion, sont réalisables simultanément. Une solution réaliste a été trouvée pour le problème de l'étiquetage et reste à étudier avec le fournisseur.

Le suivi de la pesée se fera avec une carte de contrôle pour maîtriser le problème de la taille des lots.

Dans le cas du stockage des emballages, plusieurs solutions ont été énoncées, mais aucune n'a été retenue. L'outil de sélection de solutions trouve toute son utilité dans le choix de la meilleure solution.

Toutes les idées de solutions ont déjà été listées. Dans cette partie, les différentes idées sont évaluées au travers d'une matrice de pondération qui reprend les critères suivants :

- facilité de réalisation;
- facilité de mise en œuvre;
- faible coût;
- augmentation de rendement.

Ces critères sont pondérés. Chaque solution est évaluée en groupe. Les résultats sont pondérés à leur tour, puis triés. Les meilleures solutions ressortent alors de cette opération.

Chaque participant à la réunion reçoit 10 points, qu'il répartit comme il le souhaite. Le résultat est le suivant.

Évaluation des différentes solutions

	Participant 1	Participant 2	Participant 3	Participant 4	Participant 5	Total
Facilité de réalisation	1	2	1	1	1	6
Facilité de mise en œuvre	1	2	1	2	2	8
Faible coût	5	3	5	4	4	21
Augmentation de rendement	3	3	3	3	3	15
Total	10	10	10	10	10	50

Les différentes solutions sont ensuite présentées dans un tableau récapitulatif puis chacune est évaluée par le groupe : de 1 à 5 pour chacune d'entre elles par participant.

Les différentes solutions sont triées pour ne conserver que les meilleures. Celles-ci sont alors mises en place.

La matrice de pondération est à la fois un outil simple, efficace et utilisable dans diverses circonstances. Le stoc-

kage des emballages a généré de nombreuses solutions potentielles, mais aucune n'a été véritablement retenue, car les améliorations apportées sont de types différents. Ceci rend d'autant plus difficile la prise de décision concernant la solution à retenir.

L'évaluation des solutions

	Total		Facilité de réalisation	Facilité de mise en œuvre	Faible coût	Augmentation de rendement	Total
Réalisation	13	Solutions possibles	6	8	21	15	50
Difficulté de mise en œuvre	8	Rationaliser le stockage en gérant mieux le flux des entrées et des sorties	24	20	19	24	1063
Coût	21	Séparer le stockage en deux parties : une pour les contenus et une autre pour les contenants (gérés à part et plus loin de la zone d'utilisation)	10	10	17	23	842
Augmentation de rendement	15	Empiler davantage dans la zone de stockage pour diminuer les surfaces au sol	14	19	14	15	755
Total	50	Former les opérateurs pour trier les emballages en zone de stockage	14	19	20	6	746
		Créer un abri extérieur pour stocker les emballages	12	14	17	10	691
		Destocker plus tôt les éléments nécessaires pour les lignes	20	10	15	6	605
		Laisser la situation comme telle, mais prévoir un tri pour diminuer les emballages abîmés avant l'opération d'emballage	5	20	17	5	622
		Augmenter les surfaces de stockage à l'intérieur	10	9	15	7	552

Voici un exemple de calcul pour la première ligne pour rationaliser le stockage :

$$24 \times 6 + 20 \times 8 + 19 \times 21 + 24 \times 15 = 1063$$

L'utilisation de la matrice de priorisation est intéressante lorsque plusieurs solutions sont possibles car elle permet un tri de ces solutions.

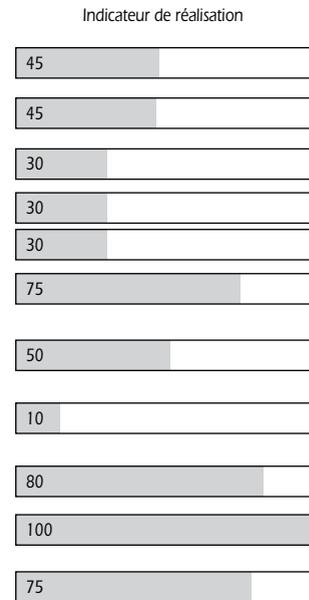
Le tri réalisé met au jour comme idée essentielle celle de rationaliser le stockage, en gérant mieux les flux des entrées et des sorties. C'est donc la solution qui est retenue. Il s'agit à présent de la mettre en œuvre. Pour cela, une série de tests sont nécessaires. L'objectif de la partie suivante est davantage axé sur la mise en œuvre des solutions.

Mise en œuvre des solutions

Un plan d'action est dressé au fur et à mesure avec, pour chaque action de correction, le responsable de l'action et un délai. Un tableau résume l'ensemble des actions et présente le responsable de cette action, le délai ainsi qu'un indicateur individuel d'avancement (exprimé en pourcentage) pour chaque action.

Plan d'action à réaliser

N°	Actions à réaliser	Responsable	Délai
1	Créer un rebord sur les postes de travail pour limiter les chutes	A.E.	25-sept
2	Créer un système FIFO	P.L.	19-oct
3	Créer un flux harmonisé entre les emballages et la mise en carton	P.L.	19-oct
4	Réduire les temps intermédiaires	P.L.	19-oct
5	Diminuer les en-cours	P.L.	19-oct
6	Travailler sur le schéma d'implantation du poste	A.E.	25-sept
7	Régler la course de l'automate d'étiquetage	Fournisseur	20-oct
8	Pesée des différents emballages et suivi	R.G.	20-oct
9	Validation de la procédure et utilisation par tous	Y.T.	25-sept
10	Utilisation du gabarit et des photos	Y.T.	20-sept
11	Rationaliser le stockage en gérant mieux le flux des entrées et sorties	P.L.	19-oct



Moyenne = 52 %

L'état d'avancement des actions est présenté avec un indicateur individuel, synthétisé grâce à un indicateur global (exprimé en pourcentage) qui est une moyenne des pourcentages de réalisation actuels.

C'est en pratiquant la méthode sur de nombreux projets que je me suis rendu compte de l'importance de ce type d'indicateur et de sa pertinence. Au fil des projets, la finesse d'appréciation a été augmentée et je m'en sers aujourd'hui pour savoir quand je peux passer d'une étape à l'autre.

Cet indicateur peut être présenté lors de chaque réunion; il reflète l'état d'avancement des actions. Il est actuellement de 52 %. Lorsqu'il atteint 80 % d'état d'avancement, il peut être envisagé de passer en phase de contrôle. La

liste des actions pouvant s'allonger, il est fréquent que cet indicateur diminue.

Dans cette partie, on teste, à petite échelle, les solutions préconisées. Un travail de réaménagement du flux, pour travailler sur les différentes possibilités d'organisation, est animé par les personnes en charge du déroulement du processus. Il faut tester les différentes possibilités d'organisation préconisées :

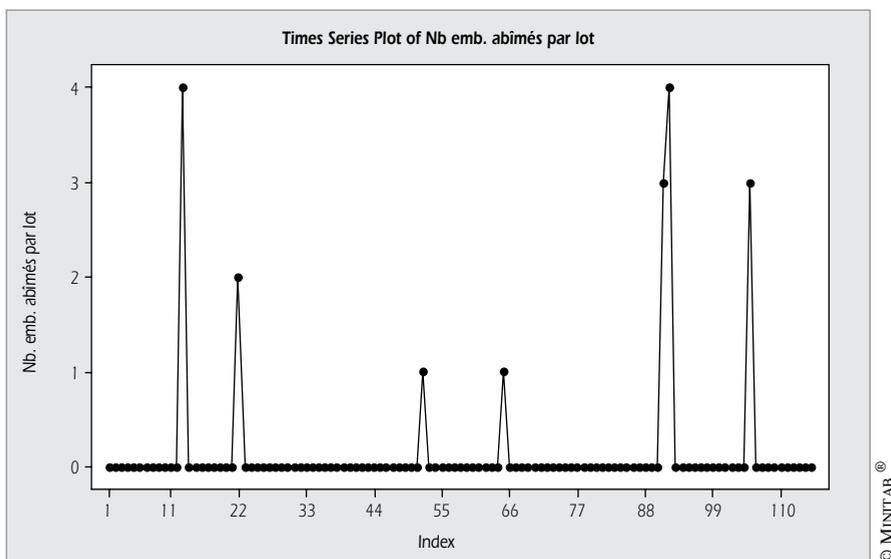
- réorganiser par modèle d'emballages ou par unité traitée;
- organiser le poste de pesage pour ne peser que les emballages le nécessitant;
- rapprocher les postes pour diminuer les temps intermédiaires.

L'emballage 3, qui posait le plus de problèmes avec un nombre élevé d'emballages abîmés, est pris comme exemple pour tester la réorganisation.

La nouvelle cartographie du processus est établie; elle sert de fil conducteur pour établir un deuxième point de mesure. L'observation du déroulement du processus permet de mettre en évidence toutes les actions réalisées.

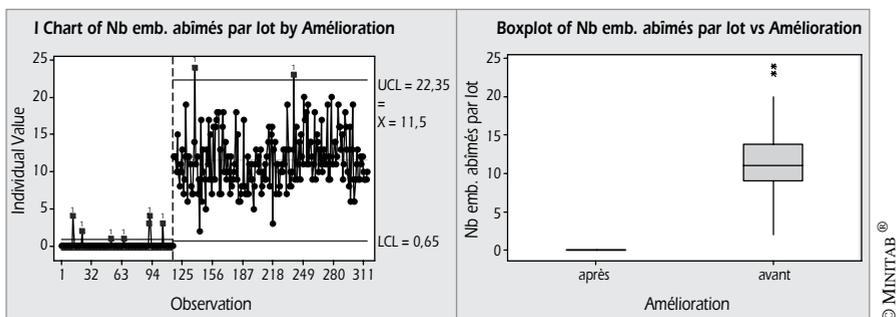
De nouvelles mesures sur les emballages abîmés sont effectuées. Le processus nouvellement mis en place, simplifié, s'accélère de lui-même. Des réaménagements de postes ont eu lieu pour tenir compte des solutions apportées. Enfin, la pesée des emballages des tailles de lot supérieures à 20 est mise en place et le nombre d'emballages abîmés est relevé pour l'emballage 3, après amélioration.

Diagramme après amélioration de l'emballage 3



L'amélioration des résultats apparaît clairement. Le nombre de chutes a nettement diminué aussi. Une comparaison de la situation avant et après montre encore plus clairement l'amélioration apportée.

Situation avant et après pour l'emballage 3



Il reste quelques valeurs extrêmes qui montrent qu'il faut encore réaliser quelques actions pour continuer à diminuer le nombre d'emballages abimés pour l'emballage 3.

Toutefois, la situation est nettement meilleure que lors de la première série de mesures qui sert de comparaison pour les mesures.

Les personnes en place sur le processus sont interrogées afin de comprendre ce qui a changé. Elles trouvent que :

- les conditions de travail sont meilleures;
- l'attente est plus courte;
- le travail mieux organisé;
- la sécurité renforcée.

L'un des effets indirects de ce projet se traduit donc par des conditions de travail plus sécurisées. Le travail sur la chute des emballages a permis d'améliorer les conditions de sécurité. Les solutions sont réalisées et mises en pratique, à petite échelle, pour visualiser de la même façon les améliorations apportées. Un certain nombre d'ajustements supplémentaires sont prévus. Ils viendront enrichir la liste des actions à réaliser.

En conclusion

La part de diminution des causes de problèmes trouvés dans la phase d'analyse prend tout son sens dans cette partie du projet.

Une comparaison simple avec les idées de solutions émises au début du projet montre que les idées sont plus nombreuses et plus complètes à ce stade. Par ailleurs, les mesures établies favorisent la comparaison entre la situation mesurée et la situation actuelle.

La phase d'innovation/amélioration permet donc de :

- générer une liste d'améliorations;

- les trier pour en sélectionner les meilleures;
- réaliser une action pilote afin de démontrer l'efficacité des solutions mises en place.

La phase de généralisation des actions apportées avec les ajustements réalisés va se faire à l'étape suivante.

Étape 5 : contrôler/maîtriser

À la suite de la phase précédente, le travail sur les améliorations a déjà été testé et certaines ont été mises en place.

Dans la phase de maîtrise du processus, toutes les améliorations trouvées au cours du projet sont intégrées au processus et l'on valide le fait que les nouveaux standards atteints satisfont bien les demandes du client. Dans le cadre de la maîtrise du processus, de nombreux éléments élaborés dans les phases précédentes sont synthétisés.

Les modifications apportées au processus sont entérinées grâce à la validation des actions réalisées.

Les aspects de documentation et de standardisation sont remis à jour avec les nouveaux éléments apportés.

La variation des principaux paramètres, détectés durant la phase d'analyse, doit être maîtrisée et une carte de contrôle sur les éléments à maîtriser pourra, à l'issue du projet, être mise en place.

La satisfaction du client fera l'objet de comparaisons pour déterminer les améliorations apportées au travers de la capacité obtenue, en comparaison avec celle obtenue durant la phase de mesure.

Cette étape de contrôle permet aussi de valider l'atteinte des objectifs financiers. Cette dernière phase du cycle DMAIC permet de restituer au *Sponsor* un processus qui

présente un nombre de défauts très faible (quasi-inexistant). La réalisation du processus permet ainsi de maximiser les gains au niveau de la qualité des résultats obtenus et au niveau de l'atteinte des objectifs techniques et financiers.

Validation de réalisation des actions

Le plan d'action, repris et finalisé, se transforme en un plan de contrôle pour les éléments restants à maîtriser dans le temps. Il permet en cela de préciser tous les points critiques relevés durant l'étude et qui sont à surveiller. Enfin, il engendre la création d'une carte de contrôle pour suivre le poids des cartons.

La réalisation du plan d'action se poursuit dans le temps. Pour mémoire, les actions à réaliser sont résumées dans le plan d'action, comme on l'a vu au chapitre précédent.

Les actions sont suivies par numéro et l'indicateur de réalisation global illustre l'avancement général. Les six premières actions du plan, après quelques hésitations dans la phase d'innovation/maîtrise, ont été réalisées.

Pour la septième action, le fournisseur a été consulté. Après quelques réglages, il a déterminé la bonne course de l'automate d'étiquetage. Une étude de dégradation de la situation est établie avec le fournisseur. Selon lui, le réglage de la pose d'étiquettes ne devrait pas se dégrader avant un an. Toutefois, il conseille de vérifier de temps en temps les réglages de dépose. Il est donc établi qu'un prélèvement mensuel des emballages aura lieu pour vérifier si l'étiquetage est toujours correct. À titre préventif, une visite annuelle de maintenance de l'automate est planifiée avec le fournisseur.

Rappel du plan d'action à réaliser

N°	Actions à réaliser	Responsable	Délai	Indicateur de réalisation
1	Créer un rebord sur les postes de travail pour limiter les chutes	A.E.	25-sept	45
2	Créer un système FIFO	P.L.	19-oct	45
3	Créer un flux harmonisé entre les emballages et la mise en carton	P.L.	19-oct	30
4	Réduire les temps intermédiaires	P.L.	19-oct	30
5	Diminuer les en-cours	P.L.	19-oct	30
6	Travailler sur le schéma d'implantation du poste	A.E.	25-sept	75
7	Régler la course de l'automate d'étiquetage	Fournisseur	20-oct	50
8	Pesée des différents emballages et suivi	R.G.	20-oct	10
9	Validation de la procédure et utilisation par tous	Y.T.	25-sept	80
10	Utilisation du gabarit et des photos	Y.T.	20-sept	100
11	Rationaliser le stockage en gérant mieux le flux des entrées et sorties	P.L.	19-oct	75

Moyenne = 52 %

La pesée des emballages, testée à petite échelle, va se poursuivre sur l'emballage 2, donnant ainsi lieu à un suivi par carte de contrôle. Il n'est pas nécessaire de peser l'emballage 1, comme cela a été déterminé en phase d'analyse.

Les autres actions contenues dans le plan d'action sont également résolues.

Procédures et instructions

La procédure de manipulation des emballages est testée avec les différents opérateurs. Celle-ci, initialisée en phase d'amélioration, est à présent en phase de finalisation. La procédure est validée avec l'équipe puis mise sur le poste de travail concerné.

Il est également prévu que les futurs opérateurs suivent une sensibilisation qui comprendra une partie de relecture de la procédure et une formation. Ils apprendront à travailler avec le gabarit mis au point ainsi que les photos présentées au poste de travail.

La procédure comprend une nouvelle organisation du processus décrite avec une nouvelle cartographie. Celle-ci reprend les corrections apportées en phase d'innovation, ainsi que les nouveaux contrôles à effectuer.

Les procédures mises à jour tiennent compte des améliorations apportées et enrichissent également le système qualité en place. En cela, elles fournissent des éléments correcteurs qui vont dans le sens de l'amélioration continue. Cela contribue donc à l'augmentation du niveau de qualité de manière pertinente, répondant ainsi aux exigences des référentiels qualité.

Les cartes de contrôle

Les cartes de contrôle représentent un outil puissant pour le suivi et le maintien de caractéristiques dans le temps. Durant la phase de contrôle, il est essentiel de s'assurer que les paramètres (intrants surtout) ne vont pas dévier des nouveaux niveaux standard établis sans que le responsable du processus ne soit alerté.

Les cartes de contrôle permettent ainsi de faire la transition entre le *Black Belt* et le *Sponsor* qui va s'approprier les résultats obtenus. Le *Black Belt* est chargé de mettre en place ces cartes, d'en vérifier le bon usage et la faisabilité, de vérifier la prise en compte des changements, d'assurer l'éventuelle formation des pilotes du processus, mais pas de maintenir l'usage des cartes de contrôle dans le temps.

Il n'est pas prévu de mettre en place plusieurs cartes de contrôle. En général, quelques-unes (sur les principaux paramètres à maîtriser) suffisent.

J'ai eu l'occasion de réaliser une enquête sur les cartes de contrôle et leur utilisation par les entreprises. Très peu d'entreprises les utilisent avec efficacité. La plupart les attribuent uniquement aux personnes impliquées dans le processus, car elles sont persuadées que cela va les aider. Mais la réalité est bien différente. Si ces personnes n'ont pas de retour d'information, une synthèse des cartes qu'ils réalisent notamment, elles se lassent et ne comprennent pas l'utilité de leurs travaux. Aujourd'hui, grâce aux moyens informatiques, ces synthèses et ces retours pourraient être facilités et utilisés par tous pour faire progresser la rentabilité des moyens et l'efficacité de la maintenance pour la production. Ainsi, l'utilité des cartes de contrôle s'en trouverait renforcée.

La motivation au bon usage des cartes de contrôle tient essentiellement au rôle que joue le management. Celui-ci, pour motiver les différents acteurs du processus, doit réaliser des synthèses et des restitutions. Les cartes de contrôle permettent d'indiquer les dérives du processus et les problèmes rencontrés, ce qui a un impact sur la planification des actions de maintenance préventive ou bien encore des réglages ou des interventions spécifiques. Par ces actions, le management donne du sens au travail des différents acteurs qui sont alors prêts à poursuivre leur tâche avec plus d'allant.

Il est possible d'utiliser différents types de carte de contrôle. De nombreux ouvrages ou formations permettent d'en savoir plus à ce sujet pour compléter les éléments évoqués dans ce chapitre.

Il existe de nombreux types de cartes en fonction de l'objectif recherché : suivre des valeurs continues ou des

valeurs discrètes. Les variables continues sont suivies par les cartes de contrôle permettant de contrôler une grandeur qui évolue dans le temps (durées, nombre d'opérations, température, poids, taille, etc.). Ce type de mesure est souvent réalisé par mesures individuelles (des cartes I) ou bien des cartes de mesures individuelles et la variation entre deux mesures successives (cartes I-MR).

Parfois, les valeurs continues sont regroupées par « sens », par exemple, en prenant trois valeurs pour en avoir une moyenne par équipe. Certaines cartes vont par deux : l'une mesure les valeurs centrales (moyennes ou médianes), l'autre une dispersion (étendue ou écart type). Ainsi, sur la même carte (types de cartes $[\bar{x}, R]$ ou $[\bar{x}, s]$), la lecture se fait par échantillon prélevé, en calculant la moyenne et la dispersion d'un même échantillon et en les reportant sur deux parties distinctes d'une même carte.

Il existe de nombreux autres types de cartes de contrôle dont les fonctions sont multiples : pondérer des résultats, obtenir des informations plus précises, compter des présences ou des absences de défauts, etc.

Dans le projet en cours, il aurait été possible de mettre en place une carte pour le suivi du nombre de coins abîmés, mais elle aurait uniquement constaté les déviations sans les régler. En fait, les contrôles sur les sorties de processus n'améliorent pas la qualité. À l'inverse, des cartes de contrôle sur la qualité des intrants, quand leur influence a été démontrée, contribuent à réduire l'apparition des défaillances et à diminuer la variabilité des intrants.

Comme le lien entre les intrants et les sortants a été démontré au cours du projet, les sorties du processus sont alors maîtrisées.

Il est tout à fait possible de mettre en place des cartes de contrôle dans les services. J'en ai personnellement utilisé

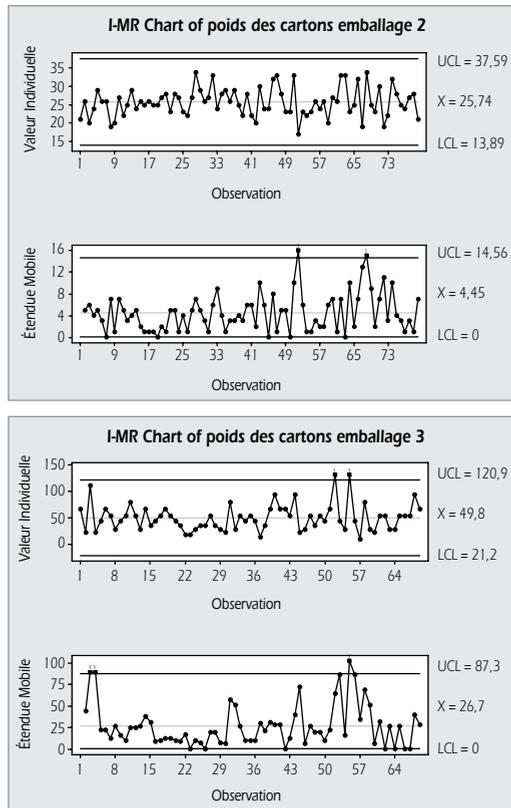
pour améliorer le contenu pédagogique de formations et j'en ai apprécié l'utilité.

La carte qui est mise en place dans l'étude réalisée est une carte (I, MR)¹ sur le poids des cartons. La partie haute de la carte représente les valeurs du poids des cartons, pesé l'un après l'autre. Dans la partie basse de la carte, on illustre l'écart de poids entre le dernier carton et le précédent. Le poids des cartons suit une loi normale et autorise donc l'usage de ce type de carte de contrôle.

Une fois la réorganisation du processus effectuée, il apparaît que les emballages 2 et 3 seront réalisés uniquement en début de semaine et l'emballage 1 en fin de semaine. Les cartes de contrôle tiennent compte de cette réorganisation avec les limites spécifiques dues aux poids contenus dans les emballages 2 et 3.

1. I, MR : *Individuals, Moving Range*, soit Individus et Étendues Mobiles.

Suivi du poids des cartons



Niveau de réalisation des actions et pérennisation

Une critique que l'on peut faire concerne la pertinence des actions à réaliser. Il peut être intéressant de privilégier l'importance ou la pertinence des actions à réaliser. Toutefois, le travail, lors des phases d'amélioration et de contrôle des actions, doit être concentré sur la réalisation des actions plus que sur la mesure.

Je souligne souvent, à ce stade, la pérennisation des actions, notamment les plus importantes ou celles concernant les actions touchant au comportement. Pour cela, je demande aux personnes (ou responsables) quelle serait la durée envisagée pour que, si l'on ne réalise plus rien, la situation se dégrade à nouveau et retrouve son état initial. Les délais de « dégradation » sont parfois assez courts, d'autres plus longs. C'est l'occasion de lancer ce que j'appelle des « actions de pérennisation », qui sont des actions de rappel des bonnes pratiques ou d'intégration dans les systèmes qualité ou de contrôle afin d'éviter la dégradation du système mis en place.

Lorsque le projet est ainsi terminé, je suis pratiquement certaine qu'aucune dérive ne réapparaîtra.

Les responsables pensent souvent qu'en écrivant une instruction ou bien une procédure, la pérennisation est terminée. C'est pourtant insuffisant. En effet, les personnes peuvent documenter les principaux éléments du projet et je les y encourage, mais il faut également s'assurer que les personnes ont compris les nouveautés, accepté les changements (ce qui n'est pas le plus évident!), modifié leurs habitudes et appliqué les modifications au quotidien.

Ces points sont particulièrement importants pour les processus de services dans lesquels les personnes travaillent plus par habitude que par processus bien organisé.

Satisfaction des clients et calculs de capacité

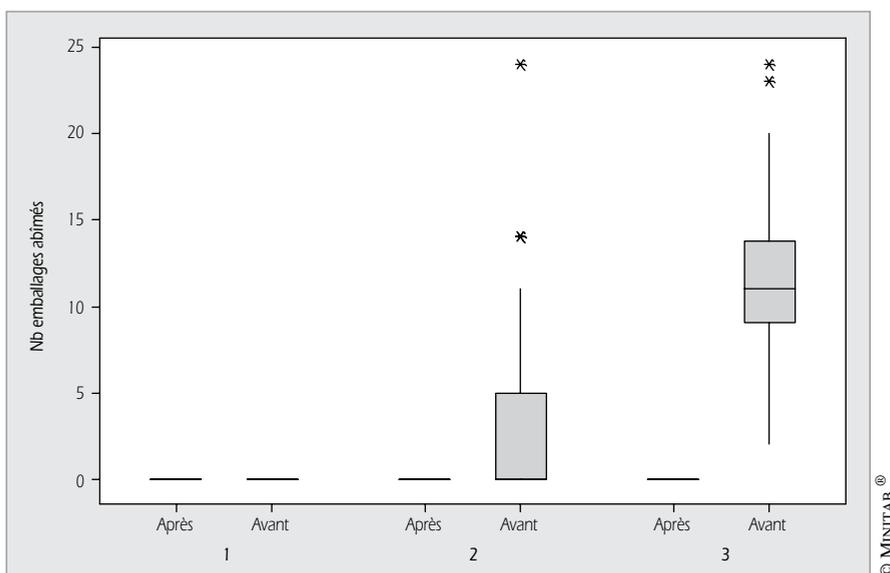
Une comparaison de la situation globale avant et après, sur le nombre d'emballages abîmés, permet de constater l'amélioration.

Dans certains projets, il est difficile de réaliser cette comparaison. En effet, les mesures établies au cours de l'étape de mesure ne le sont pas toujours sur les mêmes critères que dans la phase de contrôle. Ces comparaisons peuvent s'avérer intéressantes pour appréhender la globalité de l'information, même avec une marge d'erreur importante qui est souvent connue à ce stade de l'étude.

Le bilan des exigences des clients porte sur l'atteinte des objectifs concernant la réponse du processus.

Un bilan des emballages abîmés est dressé, en comparaison avec celui qui a été établi lors de la phase de mesure.

Bilan des emballages abîmés avant et après



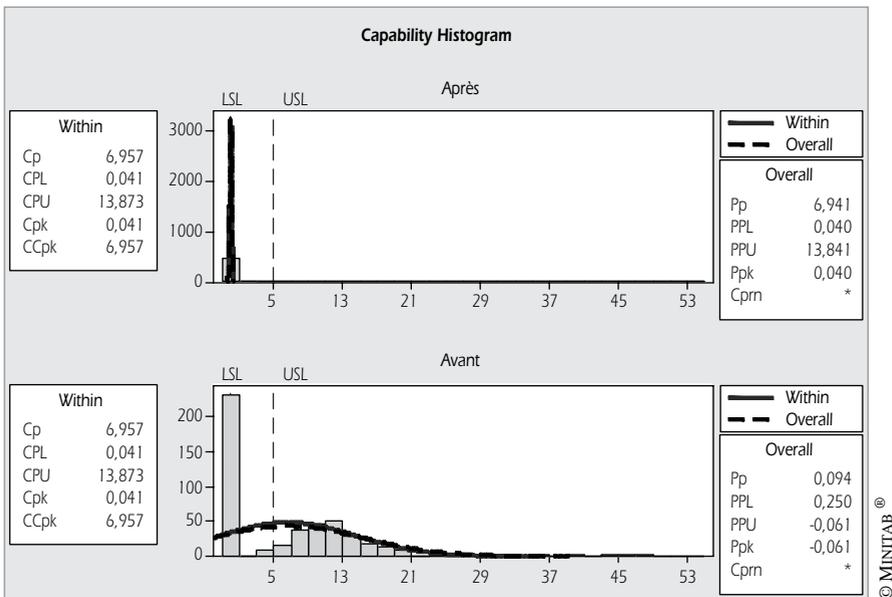
Il faut à présent « remonter » l'arbre des exigences des clients afin d'observer si leur ensemble est bien satisfait. Les réponses correspondantes ont été analysées. Une nouvelle mesure, directement effectuée en clientèle, permet d'apprécier la différence. Cette nouvelle campagne de

mesures prend un peu de temps, mais, quand elle peut être faite, elle apporte des informations très utiles.

Au début de cet ouvrage, j'ai mentionné qu'il fallait toujours s'intéresser au «client qui part». Si la nouvelle enquête démontre que le client part pour d'autres raisons ou que le nombre de clients qui partent a nettement diminué, on peut dire que le projet est un succès. C'est encore mieux, bien évidemment, de pouvoir montrer que le nombre de clients augmente.

Une nouvelle capacité est calculée, toujours pour établir la différence entre la situation avant et la situation après les actions correctives réalisées ici sur l'ensemble des emballages. Toutefois, les données ne suivant pas une loi normale, cette capacité n'a pas tellement de sens!

Étude de capabilité avant et après



Les indices de capabilité dans le cadre *Within* correspondent au niveau de sigma en instantané. Les exigences clients n'ont pas été précises sur le nombre d'emballages

abîmés qu'ils toléraient, mais pour avoir une référence, le chiffre de 5 emballages a été choisi pour la comparaison. La capacité atteinte après les actions correctives est bien supérieure à celle obtenue lors de la phase de mesure puisqu'il était de 0,106 et que l'on obtient, à l'issue de la phase de contrôle, 6,957.

Plus cet indice est élevé, meilleure est la performance du processus pour atteindre les exigences du client.

Cependant, ces chiffres dépendent totalement des processus étudiés, d'une part, et des résultats des actions mises en place, d'autre part. Il n'est pas certain qu'ils atteignent de tels scores dans d'autres projets.

En ce qui concerne le niveau de sigma du processus, il faut également examiner son rendement. Le niveau de RTY¹, obtenu en phase de mesure, était de 46 %. À présent, compte tenu des réorganisations réalisées et une fois recalculé, il est de 99 %.

Il reste quelques problèmes liés à la réorganisation par type d'emballage et quelques flux qui se croisent encore. Néanmoins, les progrès sont réels et la rentabilité également.

Par ailleurs, comme c'est fréquemment le cas, l'ambiance de travail a évolué. Les personnes travaillent de manière plus sereine. Le travail est plus régulier et rend ainsi les personnes plus assurées dans un environnement qui a également évolué en matière de sécurité (chutes, etc.).

La satisfaction des acteurs du processus est ainsi atteinte. L'encadrement bénéficie également des résultats de la sécurité apportée et de la sérénité retrouvée dans le travail quotidien. Il se trouve ainsi plus à l'écoute des personnes et moins en situation de « pompier ».

1. RTY : Rolled Throughput Yield (Rendement Cumulé du Processus).

Les éléments financiers

Une réévaluation de la situation réellement obtenue est effectuée avec le propriétaire du processus et quelques représentants des clients.

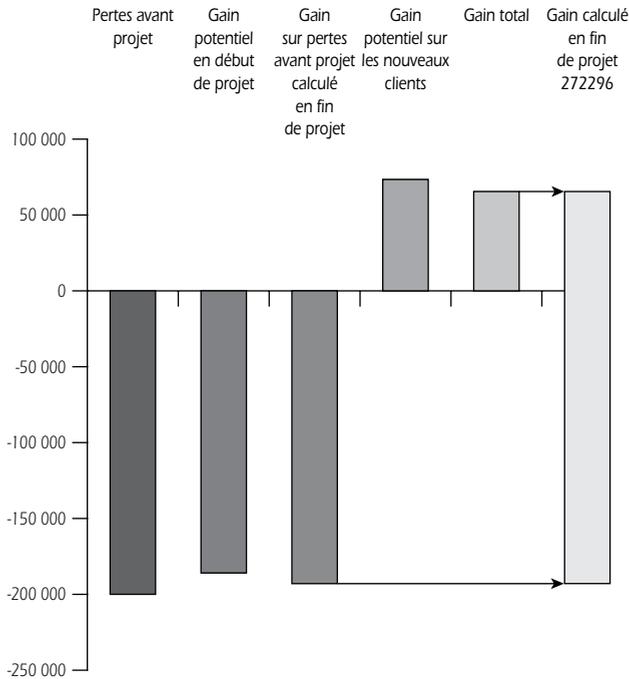
Réévaluation de la situation

N°	Liste des éléments	Valorisation moyenne	Fréquence	Total sur un an
1	Situation initiale : Reprise du (ou des) produit(s) mal emballé(s)	5	10 par jour	15 000 €
	Situation optimale	1	1 par semaine	52 €
	Situation finale	1	1 par mois maximum	12 €
2	Situation initiale : Pénalités si rupture de stock	20	1 par semaine	1 040 €
	Situation optimale	20	1 par an	52 €
	Situation finale	20	1 par an	52 €
3	Situation initiale : Ré-acheminement du produit vers l'entreprise	30	5 par jour	45 000 €
	Situation optimale	30	1 par semaine	1 560 €
	Situation finale	30	1 par mois maximum	360 €
4	Situation initiale : Remplacement de l'emballage ou emballage + produit Destruction de l'ancien	10	4 par jour	12 000 €
	Situation optimale	10	1 par semaine	520 €
	Situation finale	10	1 par mois maximum	120 €
5	Situation initiale : Une personne à plein temps pour réceptionner les produits emballés, les trier, les remplacer, les ré-emballer, les renvoyer	2 500	1 par mois	30 000 €

.../...

	Situation optimale	500	1 par mois	6 000 €
	Situation finale : 0 personne			0 €
6	Situation initiale : Une personne à mi-temps pour gérer ce type de réclamation : récupération, acheminement, livraison, retards, pénalités	1 800	1 par mois	21 600 €
	Situation optimale	300	1 par mois	3 600 €
	Situation finale	300	1 par mois maximum	3 600 €
7	Situation initiale : Image de marque Perte de confiance Perte de clientèle Perte de marché	1 client sur 10 rencontre des problèmes d'emballage Chiffre d'affaires moyen pour un client : 250	1 par jour	75 000 €
	Situation optimale	Sans perte de client + 1 client gagné par jour	1 par jour gagné	Gain de 75 000 €
	Situation finale		1 par jour gagné	75 000 €
	Pertes antérieures au projet			- 11 782 €
	Estimation du gain sur nouveaux clients			+ 75 000 €
	Gain sur chiffre d'affaires			+ 63 218 €
	Estimation des pertes restantes maximales			- 2 344 €
	Estimation du gain sur nouveaux clients			+ 75 000 €
	Gain sur chiffre d'affaires obtenu après actions			+ 72 656 €
	Estimations pour le projet :			
	Pertes antérieures au projet			+ 199 640 €
	Gain calculé			+ 72 656 €
	Estimation du gain attendu sur le projet			272 296 €

Gains obtenus sur le projet



Finalité de la phase de contrôle

La phase de contrôle a pour but de stabiliser le processus, d'entériner les gains obtenus et de valider l'atteinte du niveau de satisfaction des clients.

Une étape de clôture du projet doit venir saluer les performances établies. Lors d'une réunion élargie, les participants vont voir les éléments obtenus. Les clients sont parfois invités.

Cette réunion de clôture est l'occasion de remercier les parties en présence : *Champion*, participants au groupe, mais aussi toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite du projet. Cette réussite doit être saluée comme un événement majeur de finalisation dans la vie de l'entreprise. Une conclusion sous forme d'une

fête, d'un repas, d'une récompense ou encore de chaudes félicitations est un élément essentiel.

Validation du processus

Une validation du processus est souvent nécessaire après quelques cycles. Elle peut avoir lieu quelques semaines ou plusieurs mois après la fin du projet.

On y passe en revue les différents indicateurs et l'on y valide que les niveaux atteints précédemment n'ont pas été modifiés et que le processus n'a pas dérivé. Il s'agit donc de reprendre tous les éléments détaillés en phase de contrôle et de déterminer les éventuelles variations.

L'indicateur d'état d'avancement des actions doit cette fois-ci atteindre 100 % et l'examen des éventuels écarts doit être particulièrement sévère et appuyé.

Si des variations sont apparues, il faut relancer quelques actions correctives et préventives afin de maintenir le processus au même niveau.

Voici une liste de ce qui est observé durant cette validation :

- les cartes de contrôle (observation des éventuelles dérives et des mesures encore hors contrôle);
- la revue des procédures (sont-elles acceptées, comprises, claires, intégrées?);
- le déroulement du processus (une observation concrète *in situ* valide les résultats);
- le comportement des personnes (sont-elles satisfaites? Que pensent-elles des nouveautés?);
- les éléments financiers concrets ont-ils été observés?
- les capacités sont-elles maintenues?

La validation se fait en général durant une réunion de complément à la phase de contrôle. Elle représente le dernier point de contrôle avec le *Sponsor*, vers qui le transfert a normalement déjà été réalisé en fin de phase de contrôle.

Conclusion

Bien que cet ouvrage soit illustré par un exemple de type industriel, les plus gros gains sont souvent à envisager dans les services.

Les solutions aux problèmes rencontrés sont multiples, variées, complexes et impliquent de nombreux acteurs ou services. Il n'est donc pas aisé de les traiter sans appliquer une méthodologie qui globalise les efforts et montre le sens général de la démarche.

Si le Six Sigma ne se résume pas au cycle DMAIC, celui-ci permet néanmoins de résoudre de nombreux problèmes rencontrés. Animés correctement par une équipe efficace, les résultats dépassent souvent les attentes. Il est toutefois essentiel que les personnes acceptent parfaitement la solution mise en place. C'est la raison pour laquelle leur implication, dès la phase d'analyse, est indispensable jusqu'à l'intégration complète de la solution.

Ce qui fait une force du Six Sigma, ce n'est pas tant l'usage d'un outil, mais bien la coordination d'un ensemble d'outils qui ont déjà fait leurs preuves dans des contextes plus isolés. La méthode trouve sa puissance dans l'articulation de l'ensemble de ces techniques associées aux éléments financiers de calculs de gains, animés par des acteurs formés et dédiés à la méthode et ceci au service des clients.

Les progrès importants, accomplis par tous pour augmenter le savoir-faire et la rentabilité de l'entreprise, sont à mettre au crédit de l'utilisation de la méthode Six Sigma.

Cette méthode, mise au service des acteurs formés et appuyés par un coaching sérieux et spécifique, garantit l'atteinte des objectifs définis et formalisés.

L'expérience montre que les projets bien menés dépassent largement les montants estimés au départ. Près de 70 % des projets dépassent les gains financiers prévus dans la charte du projet, 20 % atteignent les montants prévus et 10 % des projets ne sont pas terminés pour diverses raisons. Ces chiffres concernent uniquement les projets que j'ai suivis (réalisés ou coachés) et donc des données personnelles de travail. Je ne tire pas de conclusions quant à l'ensemble des projets Six Sigma réalisés en entreprise.

Les travaux liés au Six Sigma se déroulent sur plusieurs mois, classant ainsi cette méthode dans l'amélioration à moyen ou long terme. La réflexion apportée par l'utilisation de l'ensemble des techniques apporte, quant à elle, une amélioration permanente à une situation dégradée.

Le Six Sigma répond aux besoins des dirigeants soucieux d'accroître la rentabilité de leur entreprise, des clients voulant améliorer le service de leurs fournisseurs et des personnes qui souhaitent augmenter les performances de leurs processus.

L'utilisation des statistiques mises en images par logiciel, l'articulation autour de la gestion de projet (DMAIC), les aspects de la communication autour du projet, la prise en compte des demandes des clients et surtout l'appui de la direction permettent de faire du Six Sigma un outil moderne et attractif. Les projets sont intéressants, les gains importants et pérennes. En faisant de cette méthode un élément à intégrer dans les stratégies de l'entreprise pour répondre aux besoins d'amélioration partagés par tous, par différents référentiels qualité, sur des sujets différents, les entreprises ont compris tous les bénéfices qu'elles peuvent en retirer.

Bibliographie

- George Eckes, *Objectif 6 sigma*, éd. Village Mondial, 2001.
- Georges Eckes, Caroline Fréchet, *Six Sigma en action*, éd. Village Mondial, 2003.
- M. George, B. Kastle, D. Rowlands, *Qu'est-ce que le Lean Six Sigma?* éd. Maxima, 2005.
- Mickael L. George, *Lean Six Sigma pour les services*, éd. Maxima, 2005.
- M. George, B. Kastle, D. Rowlands, M. Price, John Maxey, *Lean Six Sigma Pocket*, éd. McGraw Hill, 2005.
- Forrest W. Breyfogle III, *Implementing 6 sigma*, éd. Wiley Interscience, 1999.
- Patrice Marvanne, *Le Vademecum de la Qualité Totale*, éd. EMS, 2001.
- Ronald D. Snee, Roger W. Hoerl, *Leading 6 sigma*, éd. Prentice Hall, 2003.
- Peter S. Pande, Robert P. Neuman, Roland R. Cavanagh, *The Six Sigma way*, éd. McGraw Hill, 2000.
- Mickael L. George, *Lean Six Sigma*, éd. McGraw Hill, 2002.
- Box, GEP, G.M. Jenkins, Hunter, *Statistical for experimenters*, éd. John Wiley and Sons, 1978.
- Draper, N.R. and H. Smith, *Applied Regression Analysis*, éd. John Wiley and Sons, 1998.
- Box, GEP, G.M. Jenkins, G. Reinsel, *Time Series Analysis : Forecasting and Control*, éd. Holden Day, 1994.
- Automotive Industry Action Group, *Measurement Systems Analysis Reference Manual*, disponible à l'AIAG, 1990.
- Automotive Industry Action Group, *Advanced Product Quality Planning and Control Plan*, disponible à l'AIAG, 1994.

Automotive Industry Action Group, *Statistical Process Control Reference Manual*, disponible à l'AIAG, 1995a.

Automotive Industry Action Group, *Potential Failure Mode and Effects Analysis Reference Manual*, disponible à l'AIAG, 1995b.

Wheeler, D.J., D. Chambers, *Understanding Statistical Process Control*, éd. SPC Press, 1992.

Sites Internet utiles

www.minitab.fr

www.frechetconseil.com

adresses e-mail de Caroline Fréchet :

- carfou@club-internet.fr
- caroline.frechet@frechetconseil.com