

UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE DE COMPIEGNE
MASTER SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTE
MENTION SCIENCES, TECHNOLOGIES, QUALITE, SANTE
SPECIALITE MANAGEMENT DE LA QUALITE

Amélioration de la qualité des produits galvanisés

Master 2 Management de la Qualité
Rapport de stage professionnel de fin d'études

Etudiante : Simona ALDEA
Master 2 Management de la Qualité - Université de Technologie de Compiègne

Tuteur de stage : Estelle DUBRULLE
Manager Qualité&Produit Support, ArcelorMittal Montataire

Suiveur UTC : Mr Jean-Pierre CALISTE
Enseignant Chercheur - Université de Technologie de Compiègne

Sommaire

Remerciements.....	2
Glossaire	3
Table des illustrations.....	4
Introduction.....	5
1 Présentation de l'entreprise.....	6
1.1 Le groupe ArcelorMittal.....	6
1.2 Les installations de l'ArcelorMittal, Montataire.....	9
1.3 Missions du département Qualité.....	10
1.4 Organigramme département Qualité.....	11
2 Contexte et clarification de la problématique.....	12
2.1 Contexte et enjeux.....	12
2.2 Clarification de la problématique	13
2.3 Planification Stratégique Dynamique	14
2.4 Analyse des risques.....	15
2.5 La méthode AMDEC.....	16
2.6 Présentation OSPC.....	17
3 La démarche du projet : démarche PDCA	19
3.1 Plan : Définir le sujet et les limites de l'étude	19
3.2 Do : Realiser l'AMDEC.....	22
3.3 Check : Vérifier les résultats de la méthode (exemple concret)	30
3.4 Act : Améliorations de la méthode, équipe AMDEC.....	33
4. Résultats obtenus	34
Conclusion	35
Bibliographie.....	36
Annexes	37

Remerciements

Je tiens à remercier, tout d'abord, Mme Estelle DUBRULLE, ma responsable de stage, Manager Qualité & Produit Support, pour m'avoir donné la possibilité et la responsabilité de réaliser mon stage au sein du département Qualité de l'entreprise ArcelorMittal, pour son accueil chaleureux au sein de son équipe et tous les conseils pendant la durée du stage.

Ensuite, j'aimerais remercier les responsables du Master 2 Management de la Qualité de l'UTC, MM. Gilbert FARGES et Jean-Pierre CALISTE, pour leurs conseils, leurs enseignements et le fait qu'ils ont toujours été disponibles pour répondre à toutes mes questions afin que je puisse approfondir mes connaissances dans le domaine de la qualité.

Je souhaite aussi remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de mon projet, qui ont participé à mes réunions et qui ont partagé avec moi leurs expériences et leurs connaissances pour que je puisse comprendre et accomplir mes missions :

- M. Yves LEFEVRE : line manager Galva 1
- M. Eric VERNAECKT : homme produit Galva 3
- M. Gilbert BORTOLUSSI : technicien process
- M. Pascal QUENSON : technicien automatisme
- Mme. Nathalie DESSUILLE : femme produit Galva 1
- M. Nicolas ROUILLY : technicien four
- MM. Pascal FRANSQUIN, Jean-Noël BOUVIER, A. ALOUACHE : chefs de poste Galva 1

Enfin, un grand merci à toutes les personnes, qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de mon stage.

Glossaire

AMDEC : Analyse de Modes de Défaillances de leurs Effets et de leurs Criticités

QA : Matrice Qualité

QM : Matrice par défaut

QAMDEC = AMDEC + QA + QM

OSPC: Online Statistical Process Control

Galva1 : Ligne 1 de galvanisation

Galva2 : Ligne 2 de galvanisation

Galva3 : Ligne 3 de galvanisation

Table des illustrations

Figure 1 : Site de Montataire

Figure 2 : Bobines laminées à chaud

Figure 3 : Bobines galvanisés

Figure 4 : Historique

Figure 5 : Les principaux marchés

Figure 6 : Organigramme

Figure 7 : Planification Stratégique Dynamique

Figure 8 : Analyse des risques du projet

Figure 9 : Interface OSPC

Figure 10 : Démarche PDCA

Figure 11: Planning

Figure 12 : Extrait QAMDEC

Figure 13 : Grille d'occurrence

Figure 14 : Extrait QAMDEC

Figure 15 : Cotation gravité par défaut

Figure 16 : Cotation gravité pour le client

Figure 17 : Extrait QAMDEC

Figure 18 : Extrait QAMDEC

Figure 19 : Extrait QAMDEC

Figure 20 : Extrait QAMDEC

Figure 21 : Extrait QAMDEC

Figure 22 : Planning réel

Figure 23 : Carte OSPC-Température bain de zinc

Introduction

Le rapport décrit les activités réalisées pendant la durée de mon stage du 20 février au 15 juin. Le stage s'est déroulé au sein de l'entreprise de sidérurgie ArcelorMittal à Montataire dans le Département Qualité. Ce stage conclut mon Master 2 Management de la Qualité de l'UTC et validera mon diplôme.

La mission du stage consiste à réaliser un outil d'amélioration dans le cadre du Département Qualité de l'entreprise ArcelorMittal. Afin de réaliser cet objectif, ces six axes ont été identifiés :

- 1 **Santé, sécurité.** Dans l'entreprise ArcelorMittal, la sécurité occupe une place très importante. Il y a une politique sécurité très développée et structurée.
- 2 **Ressources Humaines.** Importance de la communication dans l'entreprise et la formation des collaborateurs.
- 3 **Clients, parts de marché.** Le client est positionné au centre des préoccupations de l'entreprise de manière à répondre au mieux à ses attentes actuelles et futures.
- 4 **Les coûts.** Fournir des produits au rapport qualité/prix satisfaisant pour le client.
- 5 **Matières premières et Energie.** Réduction de la consommation énergétique et des déchets.
- 6 **Innovation et technologie.** Des projets en cours afin de progresser dans la qualité et dans les processus.

Pour accomplir ma mission de stage, j'ai dû :

- ❖ réaliser une AMDEC sur une ligne de galvanisation, créer des cartes OSPC et des fiches de réaction.
- ❖ animer les réunions des différents groupes de travail : former les groupes de travail à la méthode AMDEC, expliquer les objectifs du projet et partager les connaissances.
- ❖ gérer le déroulement du projet et en communiquer l'avancement auprès des collaborateurs.

Dans ce rapport, je commencerai par présenter l'entreprise et le service, où j'ai réalisé mes activités. Dans un deuxième temps, j'exposerai mes différentes missions et outils utilisés durant ce stage, la démarche dans la réalisation du projet et enfin je conclurai par un bilan de cette expérience professionnelle.

1 Présentation de l'entreprise

1.1 Le groupe ArcelorMittal

ArcelorMittal est le numéro un mondial de la sidérurgie, avec 320.000 employés dans plus de 60 pays. La société réunit le premier et le deuxième producteur d'acier du monde, Arcelor et Mittal Steel. Son dispositif industriel réparti dans 27 pays d'Europe, d'Asie, d'Afrique et d'Amérique lui permet d'être présent sur tous les marchés clés de l'acier, tant dans les économies émergentes que dans les économies développées.



Figure 1 : Site du Montataire [1]

Située depuis 1791 près de Creil (60), l'usine de MONTATAIRE réunit un vaste complexe industriel. Elle est implantée sur 63 hectares (dont 37 hectares de bâtiments). C'est l'un des premiers sites sidérurgiques en Europe. L'effectif du site de MONTATAIRE est de 1000 personnes.



Figure 2 : Bobines laminées à chaud [1]



Figure 3 : Bobines galvanisés [1]

A partir de métal coulé en continu puis laminé à chaud et à froid par le site ArcelorMittal de Dunkerque et Mardyck essentiellement, galvanisées, pré-laquées, profilées, d'épaisseur comprise entre 0.19 et 3mm.

Les principales étapes du processus de fabrication pour l'élaboration des tôles sont la galvanisation (trois lignes) et laquage (une ligne).

Historique



Bernard Mertian
Fondateur du site de
Montataire



- ▶ **1807** Praire père et fils installent un atelier de barre de fer
- ▶ **1813** Les Mertian rachètent l'usine qui subit de nombreuses modifications
- ▶ **1840** Création de la S.A "Forges et Fonderies de Montataire"
- ▶ **1929** Fusion avec la "Société des Laminoirs de la Sambre"
- ▶ **1933** Absorption par la "Société des Forges et des Aciéries du Nord et de l'Est"
- ▶ **1948** Mise en commun des moyens de production avec la société de Denain Anzin. Les Forges deviennent Usinor
- ▶ **1950** Mise en route du premier train continu de laminage à froid
- ▶ **1957** Création de la filiale Galvanor pour l'acier revêtu
- ▶ **1988** Galvanor fusionne avec Ziegler (filiale de Sacilor), Usinor-Aciers devient Sollac
- ▶ **1989** Au 1^{er} janvier fusion de Sollac et de Galvanor Ziegler. L'usine de laminage à froid et l'usine de revêtus sont réunies pour former Sollac-Montataire
- ▶ **2000** Au 31 décembre 1999, les 5 établissements Sollac du nord de Paris : Dunkerque, Mardyck, Biache, Desvres et Montataire sont réunis en Société autonome : "Sollac Atlantique".
- ▶ **2002** Usinor, dont fait partie Sollac Atlantique, Arbed et Aceralia fusionnent et donne naissance à Arcelor. Le groupe devient le numéro 1 mondial en terme de chiffre d'affaire.
- ▶ **2006** Arcelor fusionne avec Mittal Steel. Le groupe devient le numéro 1 mondiale tant en chiffre d'affaires que de tonnage. Il emploie 320 000 salariés répartis dans plus de 60 pays, et produit près de 118 millions de tonnes d'acier brut, soit environ 10% de la production mondiale d'acier.
La même année, les sites de Desvres, La Praye (Belgique), Mardyck et Montataire se réunissent et donnent naissance à Downstream Atlantique.
- ▶ **2007** Arcelor Mittal devient ArcelorMittal

Figure 4 : Historique_[1]

Les marchés de l’ArcelorMittal

Les principaux marchés sont :

- 61,5 % pour l’automobile
- 22,6 % pour l’électroménager, la distribution et le bâtiment
- 15,9 % pour l’industrie générale



Figure 5 : Les principaux marchés [1]

1.2 Les installations de l'ArcelorMittal, Montataire

La galvanisation à chaud en continu protège la bande d'acier de la corrosion grâce au dépôt d'un revêtement de zinc sur une ou deux faces.

Ligne 1 de galvanisation

La ligne N°1, modernisée en 1996, est dédiée au bâtiment et à l'industrie générale, dont l'électroménager. Cette ligne peut produire des tôles d'épaisseurs fines allant de 0.19 mm à 1 mm et des largeurs de bandes de 610 à 1300 mm.

Ligne 2 de galvanisation

La ligne N°2, modernisée en 1992, est orientée automobile, avec une gamme d'épaisseurs allant de 0,50 jusqu'à 3,00 mm pour des largeurs de bande de 610 jusqu'à 1530 mm et pour une gamme de produits revêtus Zn (Extragal) et Zn-Fe (Galvalla).

Ligne 3 de galvanisation

La ligne N°3 modernisée en 2000 est dédiée à l'automobile pour la fabrication des pièces visibles, dans des épaisseurs comprises entre 0,35 et 1,60 mm et des largeurs de 780 à 1720 mm.

Ligne de laquage

L'opération de laquage consiste à peindre en continu une bobine laminée à froid ou galvanisée en assurant une épaisseur constante des revêtements sur toutes surfaces.

Ce processus constitue un gain de productivité non négligeable pour l'utilisateur qui obtient ainsi immédiatement un produit correspondant à sa demande.

Avec une gamme d'aciers prélaqués très complète, le site de Montataire peut répondre aux demandes très diversifiées du bâtiment, de l'industrie générale mais aussi de l'automobile et de l'électroménager.

1.3 Missions du département Qualité

Les missions du département Qualité sont :

- de travailler en collaboration avec la fabrication pour pouvoir améliorer les produits et en assurer la qualité.
- de participer à la politique qualité d'une entreprise performante et innovante, répondant aux attentes de ses clients sur les plans de la qualité des produits et du service fourni, dans le respect de l'environnement, des riverains, des partenaires et avec le souci que chaque membre du personnel trouve les moyens de s'accomplir dans un travail où la sécurité est la première priorité.
- d'assurer le zéro défaut, le zéro accident, le zéro dysfonctionnement pour guider toutes les actions de progrès et les projets.

1.4 Organigramme département Qualité

Dans la figure ci-dessous est présenté l'organigramme du Département Qualité Produit Support. En tant que stagiaire, mes missions étant de travailler autour d'une ligne de galvanisation, j'ai été rattaché à l'équipe qualité Support, avec laquelle j'ai eu des contacts directs ou indirects dans la réalisation de mon stage.

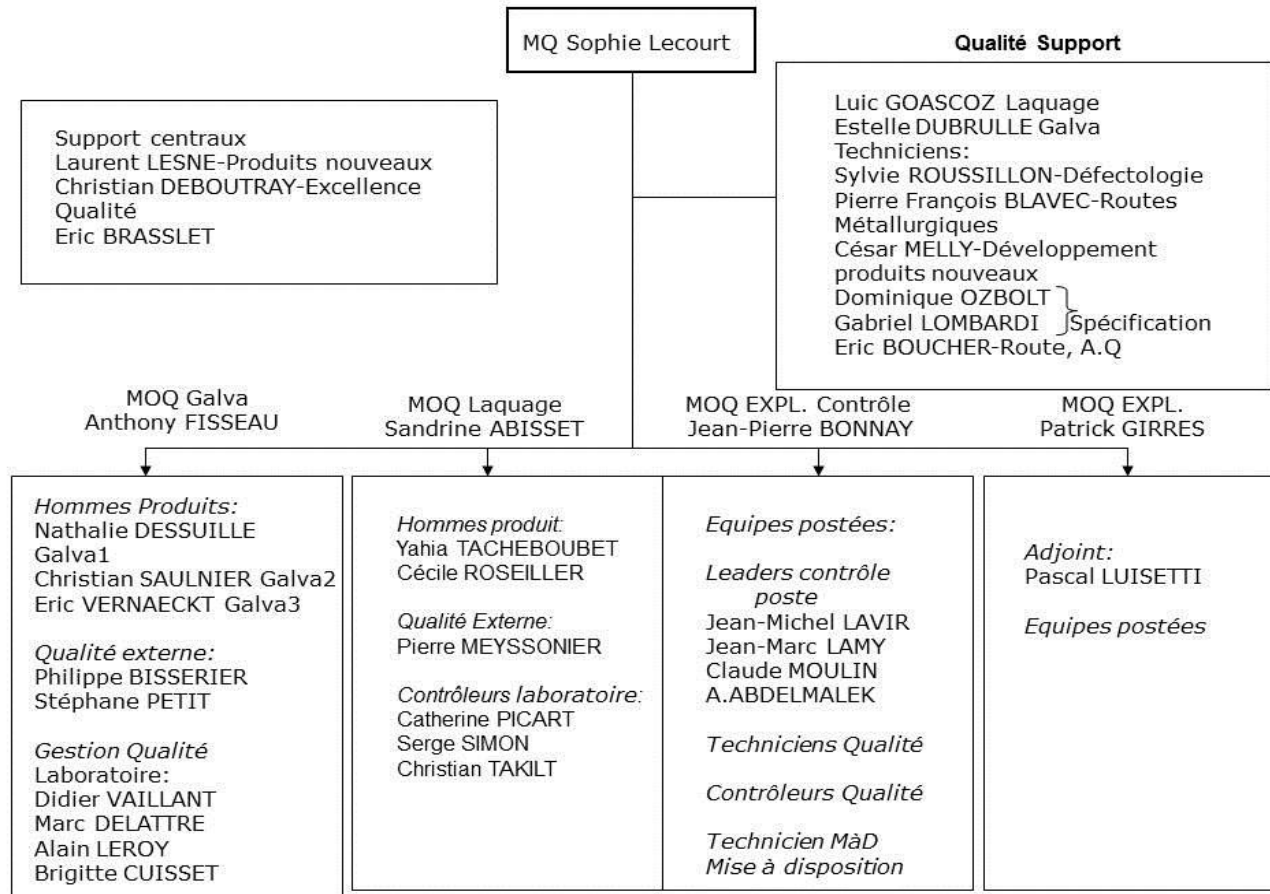


Figure 6 : Organigramme [1]

2 Contexte et clarification de la problématique

2.1 Contexte et enjeux

Contexte

Le contexte de ce sujet consiste à la mise en application d'un outil qualité qui sert à l'amélioration de la qualité des produits galvanisés sur une ligne de galvanisation et s'inscrit dans la démarche globale de déploiement du pilier 6 (qualité) TPM. Cet outil est la démarche QAMDEC spécifique à ArcelorMittal.

Pour l'amélioration des produits galvanisés il est nécessaire de mettre en place l'outil qualité pour la prévention d'apparition des défauts.

La mise en place de cet outil permet de répondre à la réglementation et d'être conforme à la norme ISO 9001.

La finalité de cet outil est de mettre en place les plans d'actions correctifs et préventifs afin de diminuer la criticité de l'apparition de la non-qualité.

Enjeux

L'enjeu principal est de contribuer à l'atteinte de l'objectif du Département Qualité et de contribuer à la qualité des produits galvanisés livrés aux clients.

L'aspect économique est aussi un enjeu important. En effet, les résultats obtenus se traduiront par une diminution des coûts de non-qualité.

2.2 Clarification de la problématique

La réalisation d'un QQQQCP a permis de cadrer le projet et d'en sortir une problématique simple et claire :

Cadrer le problème

L'outil QQQQCP permet de partir d'une problématique générale afin d'aboutir à une problématique plus précise et concrète en descendant l'échelle d'abstraction du contexte.

- Quel est le problème ?

L'utilisation d'outils d'amélioration conformément à l'évolution du System Qualité du Département et à l'ISO 9001.

- Quelles sont les parties prenantes du problème ?

Direct : Le Département Qualité

Indirect : Toutes les entités en relation avec le Département Qualité : directeur qualité, les équipes de fabrication opérationnelles, les équipes de fabrication support, le développement industriel, l'usine.

- Où se pose le problème ?

Au Département Qualité & Produit Support.

- Quand se pose le problème ?

Le problème se pose depuis l'année dernière, septembre 2011, quand il y a eu un gros incident qualité qui a conduit à plus de 3000 T de produits non-conformes. Suite à ceci, la société a décidé d'accélérer la mise en application des outils pilier 6 (QAMDEC, OSPC) sur Galva1.

- Comment se pose le problème ?

Un outil d'amélioration qui est en conformité avec le Système documentaire existe.

- Pourquoi résoudre ce problème ?

Améliorer les résultats qualité et diminuer les coûts de non-qualité sur Galva1.

2.3 Planification Stratégique Dynamique

A présent, les missions du projet se sont clarifiées et les premiers objectifs mesurables ont été identifiés. Le PDS ci-dessous résume le cercle d'amélioration continue qui sera suivi pour arriver aux résultats attendus à partir de la spécification des besoins du client interne.

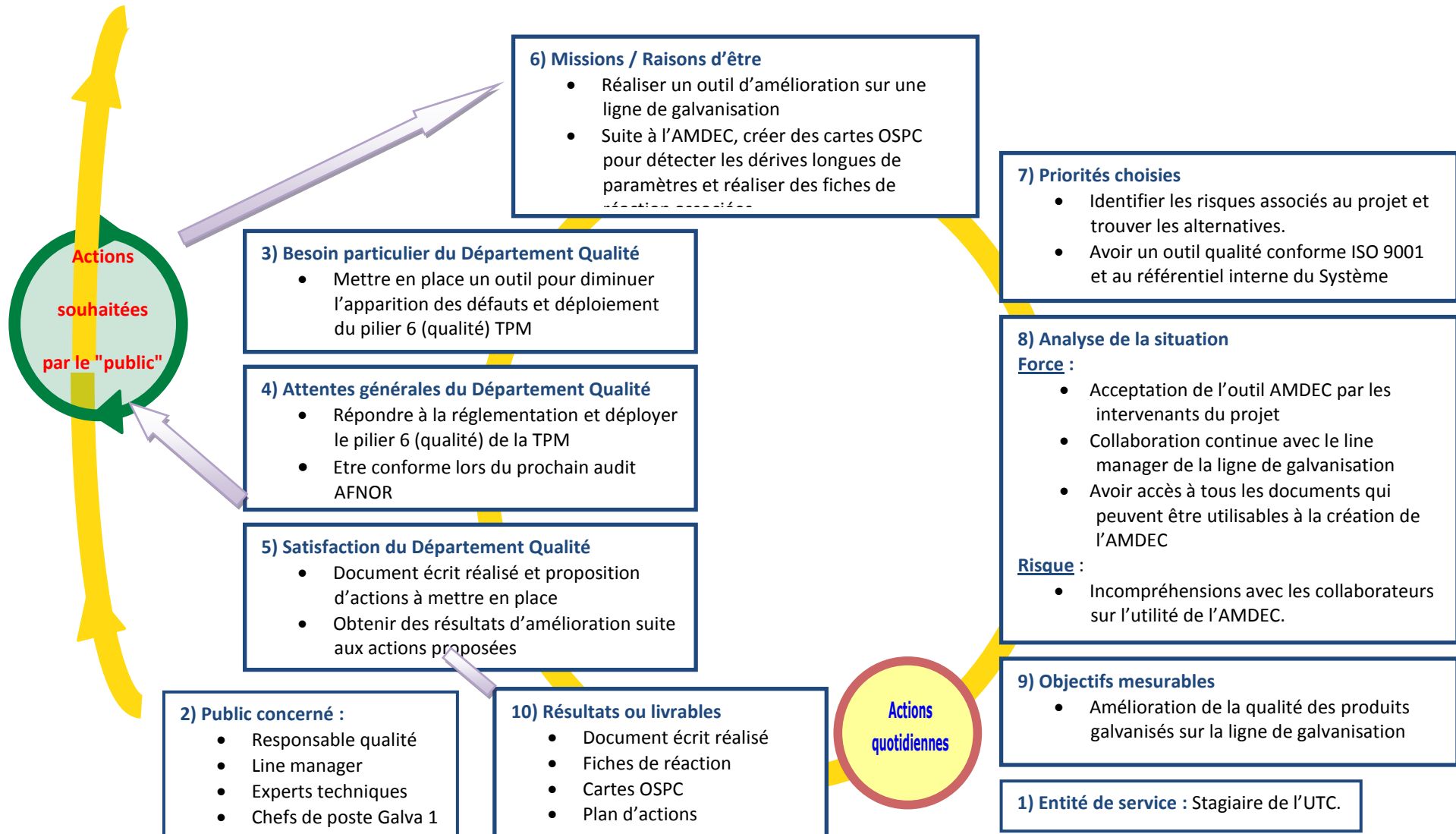


Figure 7 : Planification Stratégique Dynamique [13]

2.4 Analyse des risques

Pour identifier les risques du projet et les traiter, j'ai réalisé une Analyse Préliminaire des Risques :

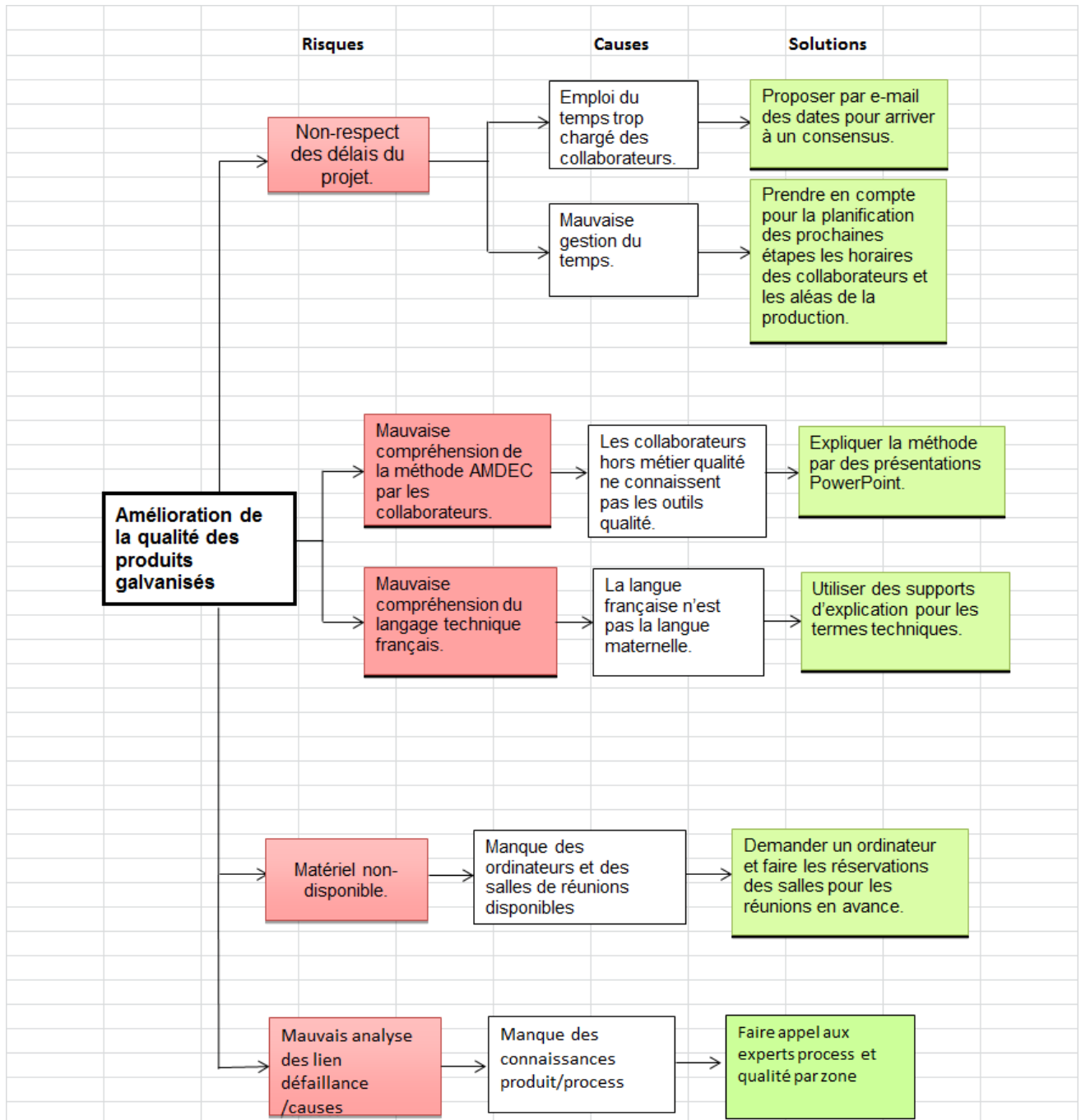


Figure 8 : Analyse des risques du projet [13]

2.5 La méthode AMDEC

Description de la méthode AMDEC :

L'AMDEC est un outil d'amélioration continue. Les exigences de la norme ISO9001 portent sur la capacité à s'améliorer de manière continue. L'AMDEC n'est pas une méthode de résolution des problèmes. Elle aide à se poser les bonnes questions pour rechercher les problèmes potentiels. La méthode AMDEC s'adresse à tous ceux qui ont des clients à satisfaire et qui veulent minimiser la prise de risques.

L'AMDEC apporte à une organisation « deux notions »:

- ✓ La structuration d'une démarche préventive
- ✓ Une dynamique performante pour les équipes de travail [3]

Pour réaliser une AMDEC, on utilise un tableau qui comporte les colonnes suivantes :

- composant ou sous-ensemble,
- modes potentiels de défaillance,
- causes possibles de chaque mode de défaillance,
- effets de chaque mode de défaillance sur le système,
- indice de fréquence,
- indice de gravité,
- indice de détectabilité
- criticité actuelle
- actions recommandées et/ou remarques (suggestions éventuelles...).

L'animateur aidera à constituer le dossier préalable, ce qui implique qu'il commence sa mission avant de commencer à animer. Ce point est fondamental pour la méthode, il permet à l'animateur de [3] :

- Prendre le projet très en amont.
- Etre identifié par l'organisation dans son rôle d'animateur AMDEC.
- Rencontrer tous les futurs participants au groupe, de manière individuelle, avant que le groupe n'ait commencé à travailler.

- S'assurer que toutes les informations nécessaires sont disponibles (au moins que les informations présentes sont suffisantes), avant le démarrage du groupe, ce qui lui permet de faire gagner un temps précieux à tous.
- S'assurer que les informations sont partagées, en prenant soin de redonner aux futurs participants individuellement, avant le démarrage du groupe, l'intégralité du dossier ainsi constitué.

2.6 Présentation OSPC

OSPC, **O**nline **S**tatistical **P**rocess **C**ontrol est un logiciel industriel spécialement développé pour les systèmes sophistiqués d'analyse et de recherche d'amélioration de la qualité. [4]

OSPC permet de détecter des dérives lentes de paramètres process, ou un comportement « anormal » (au sens statistique) d'un paramètre.

- **Alerter** avant d'atteindre un niveau de non-conformité
- **Réagir** tant qu'il est encore temps !
- **Réduire la non-qualité**

OSPC permet d'analyser, de modéliser des populations, de calculer les limites de contrôle et capacités, de générer des alarmes externes.

Le logiciel OSPC permet le traitement des cartes de suivi (courbes) générées à partir des mesures et des paramètres reçus du calculateur d'acquisition et des données issues de la supervision. [4]

La visualisation des cartes se fait grâce au module **Supervision**. [4]

- **Visée** : consigne qui peut être fixe, définie par une valeur numérique, ou variable, définie par une formule utilisant des consignes remontant des automates.
- **Limites de Tolérance** : ce sont généralement les seuils extrêmes, à ne pas dépasser pour éviter de la non-qualité ou des limites de tolérances matérielles.
- **Limites de Contrôle** : elles ont deux significations différentes selon le type de carte où elles apparaissent :
 - carte classique (sans modèle) : elles jouent le rôle de secondes limites de tolérance, étant généralement inférieurs à celles-ci.

- carte avec modèle d'étude : elles correspondent aux limites fixées à +/- n écarts types. On travaille en général à +/- n écarts types et on observe ainsi les variations de la mesure considérée. Elles sont visibles en délimitant une zone verte et une zone rouge.

- **Evènements** : repérés par des symboles bleus, ils représentent les incidents ayant eu lieu sur la ligne : arrêts, ralentissement, changement de campagne de production.

OSPC

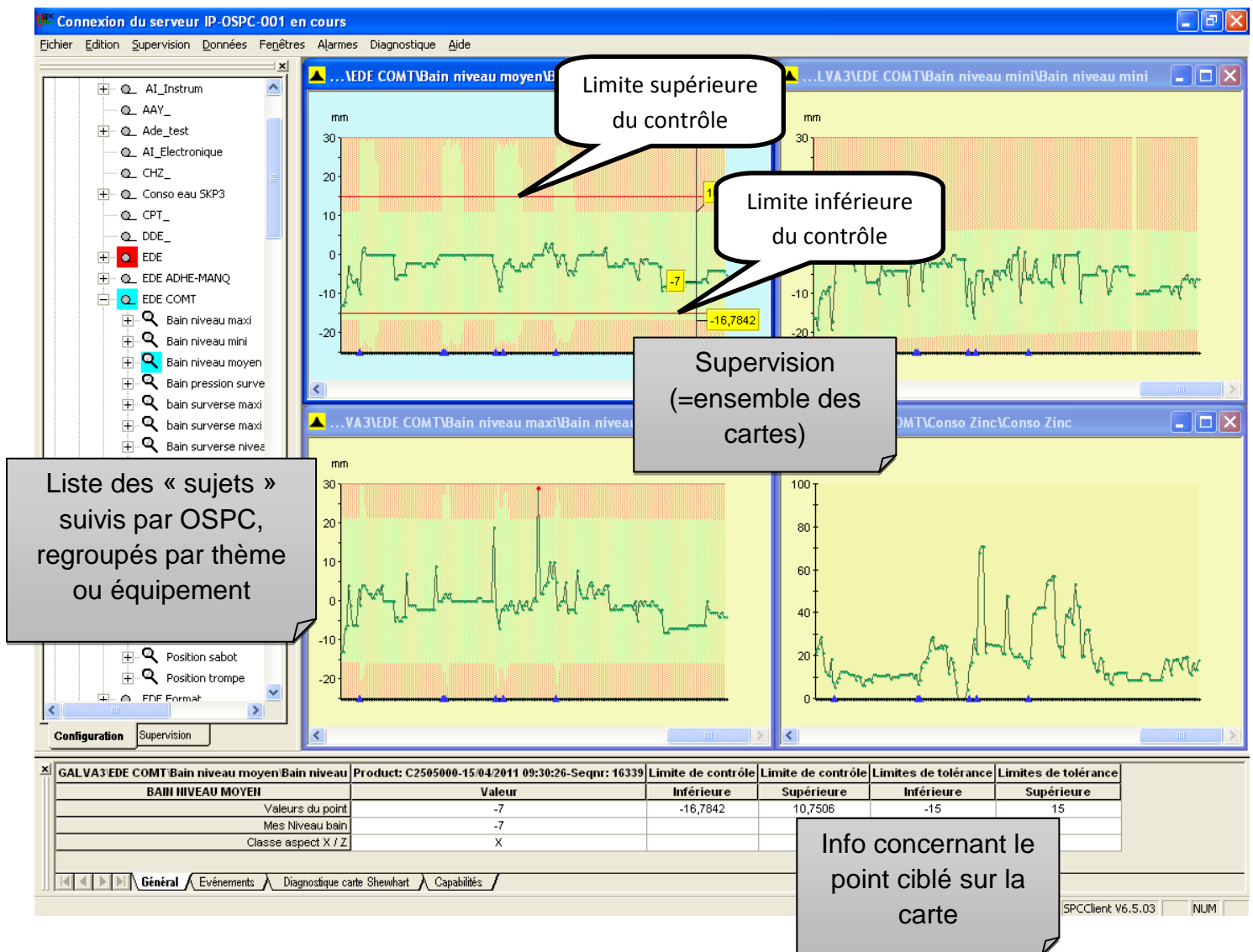


Figure 9 : Interface OSPC [4]

Les cartes OSPC sont liées au programme GRIZLI, qui permet l'affichage de toutes les cartes et qui permet de lier aux cartes des alarmes qui se déclenchent dans le cas d'une dérive longue de paramètres.

3 La démarche du projet : démarche PDCA

Les missions de ce projet sont de réaliser un outil d'anticipation des problèmes, afin de réduire les non-conformités.

La résolution de la méthode est abordée sous la forme d'une démarche PDCA afin de mettre en avant tous les points importants dans la résolution de la méthode.

La méthode PDCA permet de remettre en question les actions déjà menées dans le but de les améliorer à la fin de chaque cycle. L'acronyme PDCA vient de **Plan-Do-Check-Act**.

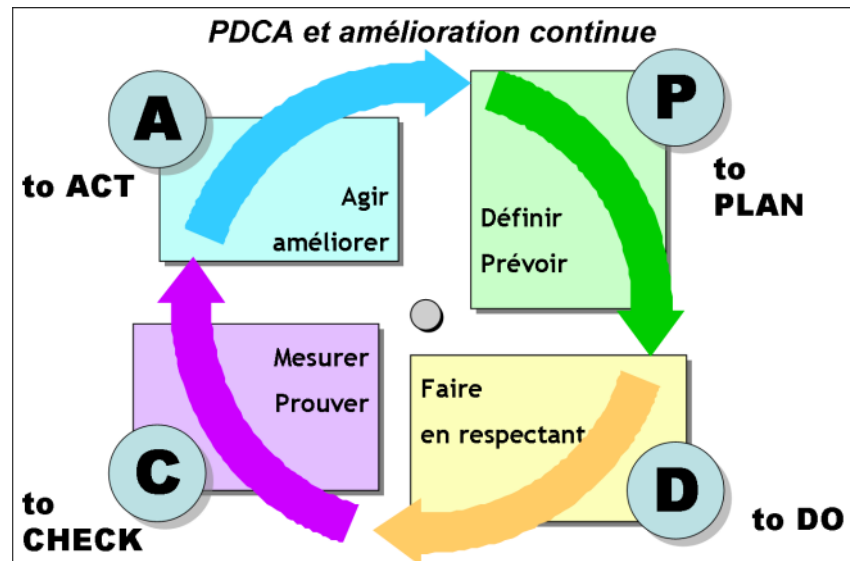


Figure 10 : Démarche PDCA [12]

Dans le cas où la démarche PDCA est utilisée dans la réalisation de la méthode AMDEC, les 4 phrases deviennent [10] :

Plan (planifier) : Définir le sujet et les limites de l'étude

Do (faire) : Réaliser l'AMDEC

Check (vérifier) : Vérifier les résultats de la méthode

Act (agir) : Améliorer la méthode

Phase I Analyse de l'existant

Dans le cadre de cette étape est étudié le lieu d'étude, dans lequel les missions vont être réalisées, et le système documentaire pour mieux comprendre le processus et les résultats à obtenir. Ainsi l'animateur a été formé à la méthode AMDEC et a étudié les AMDEC existantes sur les lignes de galvanisation Galva2 et Galva3 pour mieux comprendre les étapes parcourues.

La méthode AMDEC va être réalisée sur la ligne de galvanisation Galva1, qui sert à la galvanisation des tôles pour l'industrie du bâtiment et électroménager.

La ligne de galvanisation est composée de trois zones TPM avec plusieurs équipements, zone entrée, zone centre et zone sortie (Voir [ANNEXE 4](#)). Ils sont à leur tour composés des plusieurs éléments qui participent à la réalisation du produit final.

Phase II Mise en œuvre

3.1 Plan : Définir le sujet et les limites de l'étude

La constitution des équipes et la formation à la méthode des équipes

La méthode AMDEC, est une méthode qui n'est jamais réalisée par une seule personne, elle est réalisée en groupe avec la participation de toutes les personnes des divers départements de la société tels que le Département Qualité, le Département Maintenance, la Production, la Métrologie, le Financier et toutes les entités en relation avec le Département Qualité. Les équipes AMDEC ont un rôle très important dans la réalisation de cette méthode. En effet le document peut être utilisé sur la ligne et doit réduire la non-qualité.

La ligne de galvanisation étant composée de trois zones TPM, la constitution des équipes a été réalisée par zone, donc trois équipes ont été formées :

Zone entrée :

- ✓ Stagiaire Q&P Support (Animatrice QAMDEC)
- ✓ Manager Qualité
- ✓ Line Manager Galva1
- ✓ Chef de poste entrée
- ✓ Femme produit Galva1
- ✓ Technicien process

Zone centre (FOUR+SKP) :

- ✓ Stagiaire Q&P Support (Animatrice AMDEC)
- ✓ Manager Qualité
- ✓ Line Manager Galva1

- ✓ Technicien process four
- ✓ Homme produit Galva3
- ✓ Femme produit Galva1
- ✓ Technicien process
- ✓ Technicien automatisme
- ✓

Zone sortie :

- ✓ Stagiaire Q&P Support (Animatrice AMDEC)
- ✓ Manager Qualité
- ✓ Line Manager Galva1
- ✓ Chef de poste sortie
- ✓ Technicien automatisme
- ✓ Homme produit Galva3
- ✓ Femme produit Galva1
- ✓ Technicien process

Après la constitution des équipes par zone, l'animateur de la méthode s'assure que chaque équipe est formée à la méthode AMDEC en recevant des matériels supports qui expliquent toutes les étapes afin de pouvoir commencer à démarrer la réalisation de l'AMDEC.

Pour assurer la réussite de ce projet, un planning prévisionnel détaillé avec toutes les activités à réaliser a été fait :

Tâches	Février		Mars					Avril					Mai				Juin	
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
PLAN																		
Définir le sujet et les limites d'étude																		
Maîtriser le système documentaire																		
Constituer les équipes QAMDEC																		
Former les équipes à la méthode																		
DO																		
Réaliser la première partie de la QAMDEC																		
Remplir la QAMDEC zone entrée																		
Remplir la QAMDEC zone centre																		
Remplir la QAMDEC zone sortie																		
Coter la zone entrée																		
Coter la zone centre																		
Coter la zone sortie																		
Evaluer la criticité -Proposer un plan d'action																		
Réaliser des cartes OSPC																		
Réaliser les fiches de réaction pour les cartes OSPC																		
CHECK																		
Respecter les délais																		
Suivre les améliorations de la méthode																		
ACT																		
Améliorations de la méthode et de l'équipe QAMDEC																		

Figure 11: Planning [13]

3.2 Do : Realiser l'AMDEC

Pour pouvoir répondre aux besoins du département qualité, la méthode AMDEC est abordée d'une façon particulière à la société ArcelorMittal. La matrice qualité QA et la matrice qualité par défaut QM a été intégrée dans le document AMDEC. ArcelorMittal nomme ce document QAMDEC.

La matrice qualité nous sert de support pour repérer les équipements sur lesquels les défauts qualité sur la tôle peuvent se produire ainsi que leur probabilité. Elle liste tous les défauts pouvant apparaître sur Galva1. Chaque défaut possède sa propre abréviation et est répertorié dans le dictionnaire de défectologie dans lequel sont décrit leur définition et leurs sources d'apparition. De plus l'adaptation QAMDEC de la démarche AMDEC, avec intégration de la matrice qualité, a été retenue par le département qualité, car se considère que les défauts créés sur la ligne de galvanisation et pas ceux qui sont créés en externe.

Sur la ligne de galvanisation les effets entraînés par les modes des défaillances sont les défauts que les équipements de la ligne peuvent produire sur la tôle.

Avant de commencer la méthode, les missions de l'animateur ont été de :

- respecter et faire respecter la méthode.

- élaborer le dossier préalable à la QAMDEC avant la première réunion avec les explications nécessaires à la compréhension du dossier en question.
- programmer les réunions avec toutes les équipes, trouver les disponibilités de chaque membre de l'équipe et de trouver le consensus pendant les réunions. Deux réunions ont été prévues chaque semaine avec les collaborateurs pour les trois zones.
- former les équipes à la méthode.
- expliquer les enjeux et les attendus de la méthode.

L'animateur doit trouver le consensus tout au long de la méthode.

Pour la réalisation de la méthode QAMDEC, plusieurs étapes sont parcourues, afin de mener à bien la méthode. Chaque étape est détaillée ci-dessous dans la réalisation de la méthode :

Réalisation de la trame QAMDEC

La trame du document QAMDEC Galva1 est réalisée en prenant la forme du document QAMDEC d'une autre ligne de galvanisation en gardant des éléments si nécessaires afin de pouvoir l'adapter pour la ligne 1 de galvanisation (Voir [Annexe 1](#)).

Réalisation de la QAMDEC par zone

La première partie du document est remplie par l'animateur pour pouvoir réduire le nombre et la durée des réunions avec les collaborateurs. Cette partie est complétée en allant dans l'usine sur la ligne de galvanisation et en listant tous les équipements, sous-équipements, leurs fonctions et les standards qui existent déjà pour certains équipements.

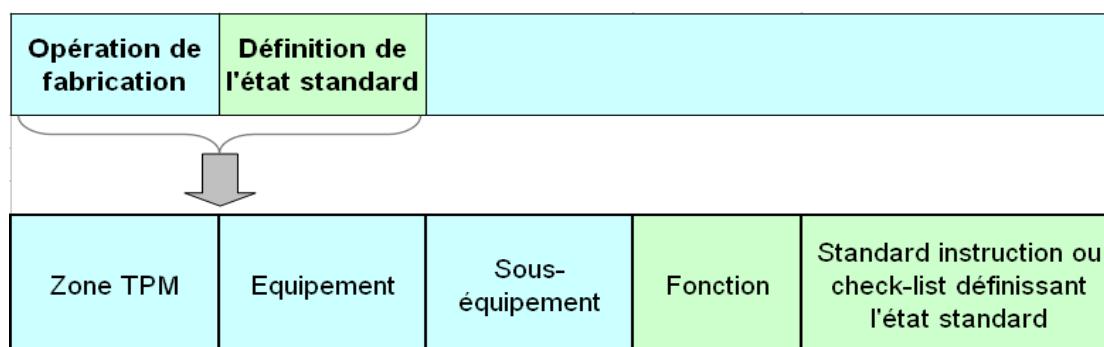


Figure 12 : Extrait QAMDEC [1]

A cette étape, a été réalisée la première partie de la QAMDEC par l'animateur de la méthode en définissant les opérations de fabrication et les définitions de l'état standard.

Après avoir réalisé la première partie du document, l'animateur avec les collaborateurs vont chercher les modes des défaillances, les causes, les effets, les plans de validation, la cotation et les actions correctives et préventives pour la diminution de la criticité dans certains cas.

Pour la réalisation des étapes suivantes, il est fondamental que toutes les personnes concernées par la QAMDEC soient présentes afin de partager leur expérience dans le but d'avoir un document qui reflète exactement et exhaustivement les vrais problèmes pour pouvoir mettre en place les bonnes actions.

Les modes des défaillances

Pour trouver le mode de défaillance potentielle, la question suivante doit être posée :
« Qu'est-ce qui pourrait aller mal pour cette fonction ? » [3] (Voir [Annexe 1](#))

Dans cette étape il ne faut pas perdre de vue les quatre possibilités à envisager pour chaque fonction (voir ci-dessous). Ces possibilités étant énoncées de manière générique, elles ne s'appliquent pas à toutes les fonctions, mais c'est néanmoins une référence utile à garder en mémoire tout le long de l'analyse :

- Fonction non-réalisée (N) : la fonction ne se réalise pas au moment où on la sollicite.
- Fonction aléatoire/inattendue (A) : la fonction cesse de se réaliser.
- Dégradation de la fonction (D) : altération des performances, elle doit être envisagée dans le temps en particulier.
- Fonction intermittente (I) : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

Les causes

Pour trouver les causes possibles, la question suivante doit être posée :
« Quelles sont les causes qui pourraient générer le mode de défaillance potentielle ? » [3] (Voir [Annexe 1](#))

La recherche des causes possibles est indispensable au calcul d'occurrence en QAMDEC pour trouver leur probabilité d'apparition. Il faut lister toutes les causes qui sont générées par le mode de défaillance. Dans cette étape l'expérience, l'historique qualité, les retours clients, les produits précédents ou comparables sont très importants.

La cotation de l'occurrence

Lors de la cotation de l'occurrence est recherchée la probabilité relative que la cause étant apparue, elle entraîne le mode de défaillance en répondant à la question :
« Quelle est la probabilité relative d'apparition de la cause à l'origine de ce mode de défaillance ? » [3] (Voir [Annexe 1](#))

Pour la cotation de l'occurrence une échelle de 1 à 10 est choisie qui est particulière à l'entreprise ArcelorMittal (voir ci-dessous).

	Occurrence de la défaillance
1	> an
2	
3	annuel
4	
5	semestriel
6	trimestriel
7	mensuel
8	hebdomadaire
9	quelques jours
10	quotidien

Figure 13 : Grille d'occurrence [1]

Suite aux étapes « mode de défaillance », « cause » et « cotation de l'occurrence » nous avons résumé les données dans le tableau ci-dessous.

Zone TPM	Equipement	Sous-équipement	Fonction	Standard instruction ou check-list définissant l'état standard	Mode de défaillance (fonction Non réalisée, Intermittente, Dégradée, Aléatoire/inattendue)	Cause de défaillance (root cause)	OCCURRENCE
3	E.PASS	Rouleau basket	Transporter la bande sans la marquer	Standard tech. N°5	Dégradation état surface de la bande (D)	Blocage du rouleau	1

Figure 14 : Extrait QAMDEC [13]

Les effets

Pour trouver les effets possibles, la question suivante doit être posée :
« Quelles sont les conséquences possibles de cette cause entraînée par ce mode de défaillance ? »
[3] (Voir [Annexe 1](#))

Les effets de chaque cause entraînée par mode de défaillance sont les défauts sur le produit, d'une gravité plus ou moins élevée, qui sont détaillés dans la matrice qualité QA (Voir [Annexe 2](#)).

La cotation de la gravité

Pour la cotation de la gravité, deux éléments sont pris en compte :

1. le lien entre la défaillance et l'apparition d'un défaut produit est coté de 1 à 3 selon la grille suivante (rouge/vert/orange) (g1)

	Cause hypothétique d'apparition du défaut (=1)
	Cause épisodique d'apparition du défaut (=3)
	Cause certaine d'apparition du défaut (=5)

Figure 15 : Lien défaillance et apparition du défaut [1]

2. la gravité de chaque défaut pour le client final est cotée selon une grille de 1 à 10 (grille ci-dessous) (g2)

	Gravité du défaut pour le client final
1	visible à réception
2	visible à la découpe
	visible à l'emboutissage défaut ponctuel "cafuté"
3	
4	visible à l'emboutissage avec retouche possible ou conso matière possible avec réglages spécifiques
5	visible à l'emboutissage sans retouche possible
6	
7	
8	visible à l'emboutissage risque outil
9	
10	visible au-delà de l'emboutissage (ferrage, peinture...)

Figure 16 : Cotation gravité pour le client [1]

Une défaillance pouvant entrainer l'apparition de plusieurs défauts, la cotation gravité de cette défaillance prend en compte la gravité du défaut pondéré par le lien défaillance/apparition défaut $(g1 \times g2)/5$ en considérant le cas le plus défavorable, soit $Gravité = \max (g1_{défauti} \times g2_{défauti})/5$

Zone TPM	Equipement	Sous-équipement	Fonction	Standard instruction ou checklist définissant l'état standard	Mode de défaillance (fonction Non réalisée, Intermittente, Dégradée, Aléatoire/inattendue)	Cause de défaillance (root cause)	OCCURRENCE	Défaut 1	Défaut 2	Défaut 3	Défaut 4	Défaut 5	Défaut 6	GRAVITE
							Gravité pour le client							
3	E.PASS	Rouleau basket	Transporter la bande sans la marquer	Standard tech. N°5	Dégradation état surface de la bande (D)	Blocage du rouleau	1		5		5		8	
								3		1		5		8

Figure 17 : Extrait QAMDEC [13]

En appliquant la formule à l'exemple ci-dessus nous retrouvons la gravité égale à 8.

$$\text{Gravité} = \text{Max} [3 \times 5 ; 1 \times 5 ; 5 \times 8] / 5 = 8$$

Paramètres surveillances et l'outil de surveillance

Par rapport à la cause qui entraîne le mode de défaillance, des paramètres et des outils de surveillances ont été cherchés en répondant à la question :

« Dans le cas où la cause se manifeste quels sont les paramètres de surveillances de l'équipement afin qu'elle ne se produise pas et comment elle peut être surveillée, par quel moyen ? » [3] (Voir [Annexe 1](#))

La cotation de la détectabilité

La cotation de la détectabilité correspond à la probabilité de ne pas détecter la cause en répondant à la question :

« Si la cause se manifeste, quelle est l'efficacité relative des actions de détection pour l'identifier ? » [3] (Voir [Annexe 1](#))

Pour la cotation de la détectabilité, une échelle de 1 à 10 est choisie qui est particulière à l'entreprise ArcelorMittal (voir ci-dessous).

Détectabilité de la défaillance	
1	Contrôle automatique 100%
2	Contrôle manuel 100%
3	Suivi OSPC ou contrôle automatique indirect
4	Contrôle visuel plusieurs fois par poste
5	Contrôle quotidien ou par poste
6	Suivi OSPC indirect ou contrôle hebdo
7	Contrôle mensuel
8	Contrôle semestriel
9	Contrôle occasionnel
10	Pas de contrôle

Figure 18 : Extrait QAMDEC [1]

Suite aux étapes « paramètres surveillances et l'outil de surveillance » et « la cotation de la détectabilité », nous avons résumé les données dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Sous-équipement	Fonction	Standard instruction ou check-list définissant l'état standard	Mode de défaillance (fonction Non réalisée, Intermittente, Dégradée, Aléatoire/inattendue)	Cause de défaillance (root cause)	OCCURRENCE	Liste de défauts						GRAVITE	Paramètres de surveillance (détection des anomalies)	Outil de surveillance	DETECTABILITE
							Défaut 1	Défaut 2	Défaut 3	Défaut 4	Défaut 5	Défaut 6				
Gravité pour le client								5		5		8				
E.PASS	Rouleau basket	Transporter la bande sans la marquer	Standard tech. N°5	Dégradation état surface de la bande (D)	Blocage du rouleau	1		3		1		5	8	Rotation du rouleau	Contrôle visuel	4

Figure 19 : Extrait QAMDEC [13]

Après avoir évalué les trois cotations, la criticité est calculée en multipliant les trois cotations selon la formule suivante [3]:

$$\text{Criticité (C)} = \text{Occurrence (O)} * \text{Gravité (G)} * \text{Détectabilité (D)} \text{ (Voir [Annexe 1](#))}$$

Zone TPM	Equipement	Sous-équipement	Fonction	Standard instruction ou check-list définissant l'état standard	Mode de défaillance (fonction Non réalisée, Intermittente, Dégradée, Aléatoire/inattendue)	Cause de défaillance (root cause)	OCCURRENCE	Liste de défauts						GRAVITE	Paramètres de surveillance (détection des anomalies)	Outil de surveillance	DETECTABILITE	CRITICITE = O*D*G
								Défaut 1	Défaut 2	Défaut 3	Défaut 4	Défaut 5	Défaut 6					
Gravité pour le client								5		5		8						
3	E.PASS	Rouleau basket	Transporter la bande sans la marquer	Standard tech. N°5	Dégradation état surface de la bande (D)	Blocage du rouleau	1	3	1		5	8	Rotation du rouleau	Contrôle visuel	4	32		

Figure 20 : Extrait QAMDEC [13]

Suite au calcul ci-dessus, les défaillances à criticité élevée sont mises en évidence et retenues pour être analysées. Ainsi sont étudiés l'occurrence, la gravité ou la détectabilité pour mettre en place un plan d'actions correctives et préventives et ainsi diminuer la criticité.

Un plan d'action doit être systématiquement mis en place pour toutes les défaillances de criticité > 100.

PLAN D'ACTION SUITE ANALYSE AMDEC				NOUVELLE COTATION			
Criticité=O*G*D	Action proposée pour diminuer la criticité	Pilote	Délai	Occurrence	Gravité	Détectabilité	Criticité
320	OSPC à faire	EDE	25/05/2012				

Figure 21 : Extrait QAMDEC [13]

Parmi les actions existantes, des cartes OSPC peuvent être mise en place pour améliorer l'efficacité de la surveillance et ainsi diminuer la détectabilité et in fine la criticité.

Les cartes OSPC ont pour but de montrer la courbe d'évolution des divers paramètres en fonction du temps et ainsi détecter les dérives longues des paramètres ou un comportement « anormal » d'un paramètre. Les cartes sont liées à un programme GRIZLI qui permet la visualisation de celles-ci et qui déclenche des alarmes envoyées par e-mail aux personnes concernées.

En cas de déviation de la courbe OSPC d'un paramètre, une fiche de réaction est associée à la carte qui décrira les risques potentiels et qui indiquera à la personne qui a reçu l'alarme les instructions adéquates.

3.3 Check : Vérifier les résultats de la méthode (exemple concret)

Pour vérifier la réalisation de la méthode, le planning est mis à jour afin de mettre en évidence les dépassements par rapport au planning initial du début de la mission :

Tâches	Février		Mars					Avril					Mai				Juin				Juillet			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
PLAN																								
Définir le sujet et les limites d'étude	Red																							
Maîtriser le système documentaire	Red	Blue																						
Constituer les équipes QAMDEC		Red																						
Former les équipes à la méthode		Red																						
DO																								
Réaliser la première partie de la QAMDEC		Red																						
Remplir la QAMDEC zone entrée			Red	Red	Red	Red	Red	Red																
Remplir la QAMDEC zone centre			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red										
Remplir la QAMDEC zone sortie			Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red										
Coter la zone entrée									Red	Red	Red	Red	Red	Red										
Coter la zone centre									Red	Red	Red	Red	Red	Red										
Coter la zone sortie									Red	Red	Red	Red	Red	Red										
Evaluer la criticité -Proposer un plan d'action														Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
Réaliser des cartes OSPC														Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
Réaliser les fiches de réaction pour les cartes OSPC														Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red		
CHECK																								
Respecter les délais																								
Suivre les améliorations de la méthode																								
ACT																								
Améliorations de la méthode et de l'équipe QAMDEC																								

Figure 22 : Planning réel [13]

Légende :

Bleu-la durée des tâches prévues pour l'étape PLAN au début du stage

Violet- la durée des tâches prévues pour l'étape DO au début du stage

Orange- la durée des tâches prévues pour l'étape CHECK au début du stage

Vert- la durée des tâches prévues pour l'étape ACT au début du stage

Rouge- la durée réelle des tâches réalisées pendant la durée de stage

Au début de la mission l'animateur doit tenir compte aussi de la production, des problèmes qui peuvent apparaître et aussi de la disponibilité des collaborateurs, sinon des écarts apparaissent entre le planning réalisé au début de la mission et le planning final.

Les améliorations apportées après les actions proposées

Avant la mise en place des actions d'amélioration issues de la QAMDEC, l'opérateur sur la ligne n'était pas autonome en cas d'apparition de défaut. A court terme, après la mise en place de la méthode et de ses actions, l'opérateur va gagner en autonomie et en réactivité, il peut ainsi réagir seul face aux défauts sans l'aide de son responsable. A plus long terme, le gain espéré est une amélioration de la qualité des produits et une diminution des coûts de non-qualité.

Parmi les différentes actions d'amélioration proposées issue de la QAMDEC, il y a la mise en place de cartes OSPC et les alarmes WPDF, suite à ces actions le stage est prolongé jusqu'à la fin de juillet. Ces deux actions seront décrites plus en détails ci-après :

Les cartes OSPC sont mises en place sur les paramètres à faible supervision et à criticité élevé afin d'en améliorer la détectabilité.

Exemple : carte OSPC sur la température du bain de Zinc

Dans le cas du bain de Zinc, une carte affiche la température qui est mesuré dans un temps réel.

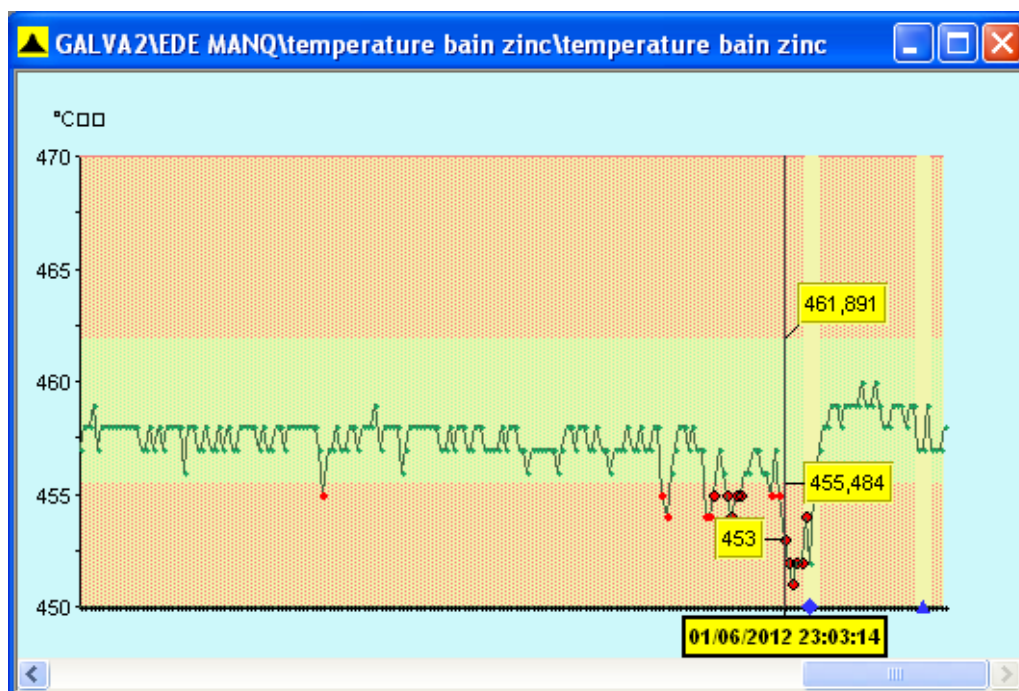


Figure 23 : Carte OSPC-Température bain de zinc [13]

L'objectif est que la température du bain de zinc soit conforme à température visée. Ce paramètre a une influence sur la qualité du revêtement. En effet, lorsque la température est supérieure ou inférieure d'une dizaine de degrés de celle visée, un risque d'apparition de défauts est très important.

Lorsqu'une dérive est détectée, l'opérateur a accès à la carte OSPC à laquelle est reliée une fiche de réaction, qui peut être visualisée en [Annexe 3](#). La fiche de réaction lui indique les risques associés dans le cadre de cette dérive et comment réagir en autonomie. Pour le moment ne sont prévenus par mail que les line managers, les chefs de postes et les responsables qualité. Une action est en cours pour déployer l'information aux opérateurs.

Alarme WPDF dans les cabines des opérateurs.

Dans le cas où le paramètre à surveiller requiert une réaction immédiate, la carte OSPC avec email pour prévenir l'opérateur n'est pas la meilleure des solutions en termes de réactivité. En effet, tout le monde n'est pas forcément présent devant l'ordinateur à surveiller ses emails. Ainsi le choix d'une alarme WPDF sonore et lumineuse directement dans la cabine de l'opérateur lui permet de réagir très rapidement. L'alarme est décrite sur l'écran de surveillance en cabine.

3.4 Act : Améliorations de la méthode, équipe AMDEC

Améliorations de la méthode QAMDEC

Pour mieux répondre aux besoins du département Qualité et pour être utile aux équipes de production, le document QAMDEC a été amélioré grâce à la mise en place de réactions pour chaque zone.

Les réactions sont rédigées pour chaque cause entraînée par un mode de défaillance en prenant aussi en compte les défauts qui correspondent à la cause.

Les réactions servent aux équipes de la production pour qu'elles puissent être plus autonomes sur le poste de travail et qu'elles sachent ce qu'il faut faire suivant la situation et comment réagir sur certains problèmes. Elles connaîtront les paramètres à surveiller et à contrôler pour éviter la non-qualité.

Des colonnes sont ajoutées à la fin de l'QAMDEC pour décrire les réactions face à chaque cause entraînant une défaillance. (Voir [Annexe 1](#))

Améliorations pour l'animateur et l'équipe

- Améliorations pour l'animateur
 - Être plus persuasif dès le début du projet, c'est-à-dire imposer la démarche.
 - Convaincre les collaborateurs de l'utilité du document jusqu'aux équipes de production.
 - Mieux gérer les aléas de la production et les agendas des collaborateurs pour respecter les délais.
- Pour les équipes QAMDEC
 - Être plus focalisé lors des réunions sur l'agenda.
 - Respecter la procédure QAMDEC et ne pas sauter les étapes.

4. Résultats obtenus

Le projet étant encore en cours lors de la rédaction du rapport de stage étant donné que le planning se termine au 31 Juillet 2012, je ne pourrai tirer qu'un bilan sur une partie seulement de sa finalisation.

Nous pouvons reprendre la liste des livrables et conclure sur leur réussite ou avancement. Le premier livrable est le document QAMDEC. Ce besoin a été satisfait en intégrant ce document au système documentaire Qualité, dans la documentation Pilier6. Le document a été validé par le responsable qualité, validant ainsi le premier livrable.

Le second livrable était la création des cartes OSPC et la rédaction des fiches de réaction qui sont associées aux cartes OSPC. Le second livrable a été donc validé par le responsable qualité et le line manager qui a un rôle important dans la réalisation de ces livrables.

Les étapes en cours sont de réaliser les améliorations apportées à la méthode et de former les opérateurs à l'utilisation de la méthode QAMDEC et aux cartes OSPC.

Conclusion

Cette expérience dans l'industrie sidérurgique chez ArcelorMittal m'a fait découvrir la qualité par l'AMDEC et un process de fabrication très innovant. La constatation des multiples facettes de ce métier m'a appris énormément au niveau technique, gestion et organisation, mais surtout au niveau humain.

En partant effectuer ce stage, mes objectifs principaux étaient d'acquérir une certaine expérience dans le domaine de la Qualité et de mettre en avant mes compétences et mes connaissances acquises à l'UTC sur le terrain.

De plus, après mes quelques appréhensions sur le milieu sidérurgique, j'ai pu évoluer au sein d'une équipe formidable qui m'a fait découvrir un métier passionnant et qui m'a permis de mener à bien mon projet. J'ai pu constater que mon projet a produit des actions qui ont été mises en place et qui sont déjà bénéfiques à court terme.

Ainsi, pendant la durée de ce stage, j'ai accumulé beaucoup d'informations théoriques et de connaissances que je pourrai mettre en pratique dans un futur emploi, notamment dans la gestion de projet, dans l'exercice des métiers de la qualité et dans la vie au sein d'une entreprise.

Bibliographie

- [1] Intranet du groupe ArcelorMittal
- [2] Documentation interne du groupe ArcelorMittal
- [3] *AMDEC, Guide pratique*, Gérard Landy, Editions AFNOR, 2007
- [4] *Aide au logiciel OSPC*, E.DUBRULLE, T.MAUGENEST, H.DAAS, USINE&ALZ, Groupe Arcelor, 2010
- [5] *Dictionnaire de Défectologie*, F. VALINGOT, P. BISSERIER, ArcelorMittal, Site de Montataire, 2000
- [6] *QAMDEC ligne 2 de galvanisation*, Estelle DUBRULLE, Intranet ArcelorMittal, Site de Montataire, 2011
- [7] *QAMDEC ligne 3 de galvanisation*, Estelle DUBRULLE, Intranet ArcelorMittal, Site de Montataire, 2011
- [8] *Document interne Process four RCC et galva*, ArcelorMittal, Site de Montataire, février 2000
- [9] *Documents Pilier 6*, Intranet ArcelorMittal, Site de Montataire
- [10] <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/Pdca-roue-deming.htm>
- [11] http://www.univ-nancy2.fr/Amphis/images/films/Gest-Qual_ResolutionProblemes.pdf
- [12] <http://www.mriconseil.org/qualite.htm>
- [13] Mise en place d'une démarche qualité au sein de l'entreprise ArcelorMittal Montataire, Simona ALDEA Stage professionnel de fin d'études, MASTER Management de la Qualité (MQ-M2), UTC, 2009-2010, <http://www.utc.fr/master-qualite>, rubrique "Travaux", référence n°213
- [14] G.FARGES, Cours QP01, Fondements méthodologiques de l'amélioration continue et de la résolution des problèmes 2010
- [15] J. ESCANDE, Cours QP05, AMDEC & Arbre de Défaillance - Assurer et manager la confiance face au risque 2010

Annexes

ANNEXE 1 Document QAMDEC –Zone entrée (confidentiel)

ANNEXE 2 Matrice Qualité (confidentiel)

ANNEXE 4 Fiche de réaction –Température bain de zinc (confidentiel)

ANNEXE 4 Synoptique ligne 1 de galvanisation (confidentiel)