

Politique d'optimisation de la maintenance en industrie laitière. Etude de cas.

¹**Benzouai Messaoud** – ²Titouna Dalila

¹Laboratoire d'Automatique et de Productique (LAP) – Département de génie industriel – Université de Batna

²Département de génie mécanique – Université de Batna 05 Avenue Chahid Boukhrouf. 05000 Batna

benzouaimessaoud@yahoo.fr – titouna_d@yahoo.fr

Résumé- L'objectif visé est de présenter, à travers une étude de cas, le déploiement partiel ou total des méthodes et outils qualité en vue d'asseoir une politique d'optimisation et d'organisation d'une maintenance, tenant compte des spécificités relatives à l'industrie laitière en termes de taille généralement petite, de procédé de fabrication fragile, du régime de travail souvent les 3 x 8 continu et surtout en terme de processus technologique de fabrication ne supportant pas les arrêts brusques, pouvant nuire à la qualité organoleptique des matières et aliments en cours de transformation. Le fonctionnement de ce type d'entreprise nécessite ainsi une forte disponibilité des équipements de production. Cette sollicitation des machines demande une bonne organisation de la maintenance. Grâce au déploiement et la combinaison de certaines méthodes et outils qualité nous avons développé une politique d'optimisation et d'organisation de la maintenance, répondant aux exigences et contexte de ce type d'industrie. La Laiterie Aurès Batna, nous a été un site d'application.

Mots-clés : Management de la maintenance, méthodes qualité, MBF, AMDEC, TPM, EAP.

I. INTRODUCTION

Le problème d'optimisation et d'organisation de la maintenance est un concept complexe dans la mesure où les paramètres d'organisation font intervenir ceux de la sûreté de fonctionnement (fiabilité, maintenabilité, disponibilité et sécurité). Les entreprises relevant de l'industrie laitière n'ont probablement pas de contraintes de fiabilité en vue d'une sécurité maximale, mais plutôt sont à la recherche d'un optimum technico-économique de la sûreté de fonctionnement de leurs outil de production, convergeant vers une disponibilité maximale. Cette sollicitation des machines nécessite une bonne organisation de maintenance.

De façon souvent empirique, les industriels ont appris à régler les problèmes sans recourir à des méthodes spécifiques. Cependant, la résolution de certains problèmes, précis peut être difficile à obtenir, Il est alors important de recourir à des méthodes et outils structurés [1]. Compte tenu de leurs diversités, il est difficile de réaliser le choix le plus approprié à chaque situation. C'est pourquoi le développement de toute démarche nécessite l'utilisation de méthodes et outils qualité.

II. DESCRIPTION DU PROCESS

La Laiterie Aurès occupe une superficie de 39000m² dont 7600m² couverte, sa mission principale est la production des laits et dérivés, son personnel est au nombre de 160.

La taille de la laiterie permet la production et la transformation de 280 000 litres/jour de lait pour un régime de travail de 2x8 heures continu. Le processus technologique de fabrication de la laiterie est sous la forme d'une chaîne à unités liés (en série). Les principaux ateliers sont: l'atelier de production des énergies utilitaires (Eau, vapeur, etc.), atelier de préparation lait et dérivés et ateliers de conditionnement lait et produits laitiers.

III. SOURCES D'INFORMATIONS

Les sources d'informations ayant servies pour mener à bien cette étude se résument par :

- Informations et avis des experts et personnel de l'entreprise (il est a noter que l'hauteur principal de cet article était un chef de maintenance puis directeur technique dans cette même entreprise) ;
- Exploitation : des dossiers machines (technique et historique), rapports d'activités des services de maintenance et de production ; des registres de quart du service production.

Toutes fois, certaines informations se trouvent incomplètes, non actualisées ou douteuses. A cet effet et afin de fiabiliser et compléter ces informations nous avons fait recours à l'observation du comportement des équipements.

IV. DEMARCHE ADOPTEE

Elle repose essentiellement sur l'étude des aspects organisationnel et technique, par un diagnostic et évaluation de l'existant, une analyse fonctionnelle et une analyse des dysfonctionnements, basés sur la contribution des méthodes et outils recensés.

A. Diagnostic et évaluation de l'existant.

Il est évident que toute analyse d'une situation en vue de porter des corrections et amélioration sur cette dernière, nécessite au préalable une connaissance parfaite de l'existant à travers un diagnostic est une évaluation. Cette étude fait appel à deux axes de développement. Le premier porte sur l'aspect technique et le second sur l'aspect organisationnel.

Aspect technique : Comme principaux indicateurs de la Laiterie Aurès, nous citons l'effectif de la structure maintenance qui est au nombre de 17 sur à un total de 160, soit un taux de 10,6 %. La table I indique le taux et le nombre de panne par nature d'intervention. Nous laissons le soin au lecteur d'analyser ces indicateurs.

TABLEAU I
PRINCIPAUX INDICATEURS

| Nature d'intervention | | | | | Taux panne % |
|-----------------------|---------------------|-------|------------|----------|--------------|
| Préventive Int / Mois | Curative Int / Mois | Total | Ratio % | | |
| | | | Préventive | Curative | |
| 28 | 63 | 91 | 30 | 70 | 17 |

Le constat principal retenu réside à l'existence d'un plan d'entretien préventif systématique annuel confus, aucun suivi, aucune sélection d'équipements ou organes à surveiller de près, La priorité est donné au traitement des pannes.

Aspect organisationnel : La laiterie Aurès adapte une structure de type hiérarchique, caractérisée essentiellement par l'existence d'une unité de commandement centralisée, un subordonné n'a qu'un seul chef, le chef donne des instructions et le subordonné exécute, la communication entre les services est verticale, il n'y a pas de contacts latéraux entre service, les tâches sont spécialisées.

Cette manière d'agir a engendré des carences non négligeables, qui se résument principalement par une rigidité dans la manière de fonctionner, ce qui à générer une ambiance tendue, entraînant un conflit permanent entre les services production et maintenance. Cette structure repose sur deux services de maintenance classés par spécialité (mécanique-hydraulique et électrique) qui assurent à la fois les interventions à caractère préventif et correctif, de ce fait la priorité est donnée aux interventions correctives (pannes) d'où une omission ou un retard dans l'exécution des interventions préventives.

Le suivi des équipements est assuré par trois techniciens de zones (découpage géographique) rattachés à un bureau des méthodes. Il est bien entendu que ce type de découpage nécessite la polyvalence des techniciens, or pour la laiterie Aurès ce n'est pas le cas.

B. Délimitation du sous-système, section et équipements critiques.

Découpage géographique : Initialement l'entreprise est déjà découpé en trois ateliers de production (production d'énergies utilitaires, préparation et conditionnement).

Le choix définitif du sous système à étudier s'est en réalité effectué d'une manière progressive en restreignant peu à peu les limites. C'est ainsi qu'en consultant les données relatives aux arrêts de production et autres, nous avons constaté qu'aucun des sous systèmes (utilités et conditionnement) n'a été signalé comme étant à l'origine des arrêts de production. Toute fois, ce constat est valider par le fait qu'il existe des équipements travaillants en redondance (02 chaudières, 05 compresseurs froid / air, 06 conditionneuses lait / yaourt...etc.) pour ces deux sous systèmes. Ceci nous a mené donc à limiter notre analyse au sous-système « Préparation lait ». Un découpage fonctionnel du processus proposé à l'étude est réalisé Fig. 1.

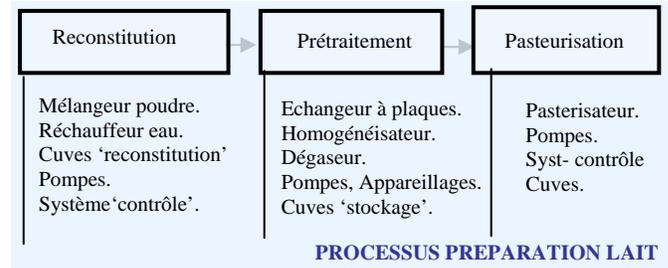


Fig. 1. Découpage fonctionnel.

Les informations reçues de l'avis des experts et personnel de l'entreprise ne pouvaient pas nous permettre de délimiter les éléments perturbateurs du sous-système proposé à l'étude.

De ce fait le choix des sections ainsi que la sélection des équipements critiques se sont faits à l'aide de l'outil Pareto, ceci à travers l'exploitation des données historiques de maintenance et de production.

L'étude menée à l'aide de l'outil Pareto [2] a montré que la section « Pré traitement lait » représente le maillon le plus faible de la chaîne de préparation lait et représente ainsi les 74% des arrêts brusques et que l'échangeur à plaque et l'homogénéisateur sont les équipements critiques de la section pré traitement. C'est ainsi que notre étude est faite en priorité sur ce sous système. Notre étude commence par une analyse fonctionnelle reposant sur la méthode "Structured Analysis and Design Technique, SADT, ". Pour cela et en vue de fiabiliser cette analyse, un diagramme fonctionnel préalable Fig. 2, est réalisé.

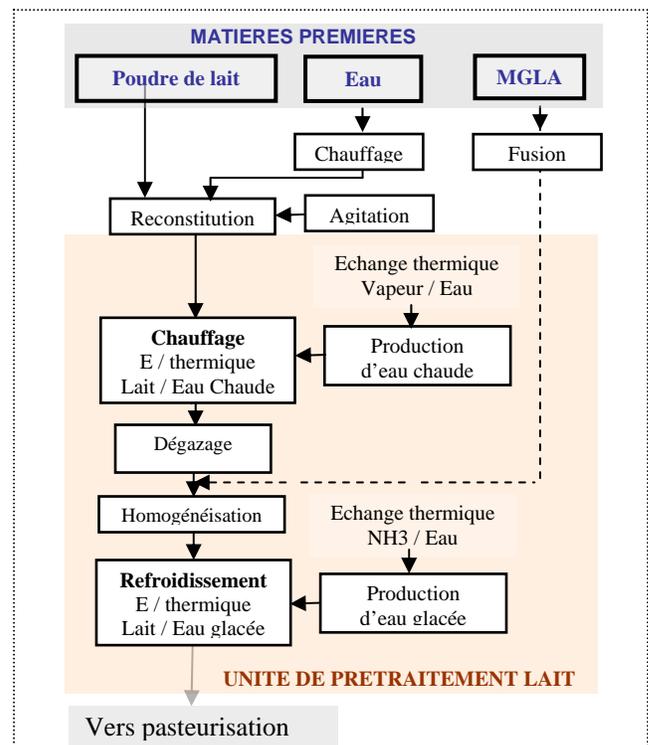


Fig. 2. Diagramme fonctionnel.

C. Analyse fonctionnelle : Modélisation par la méthode SADT.

Cette étude repose essentiellement sur l'application de la méthode "Maintenance Basée sur la Fiabilité, MBF," est a commencé en premier lieu avec une analyse fonctionnelle portant sur la décomposition [3] du sous système « Préparation lait » en trois sections. Ceci est réalisé à travers l'application de la méthode "Structured Analysis and Design Technique, SADT,".

La Fig. 3, représente un extrait de la décomposition du processus pré traitement lait en sous activités. Cette méthode s'appuie sur une représentation simple et lisible répondant à une approche hiérarchique et structurée [4]. C'est une modélisation qui décrit le fonctionnement du système afin de comprendre les aléas de fonctionnement.

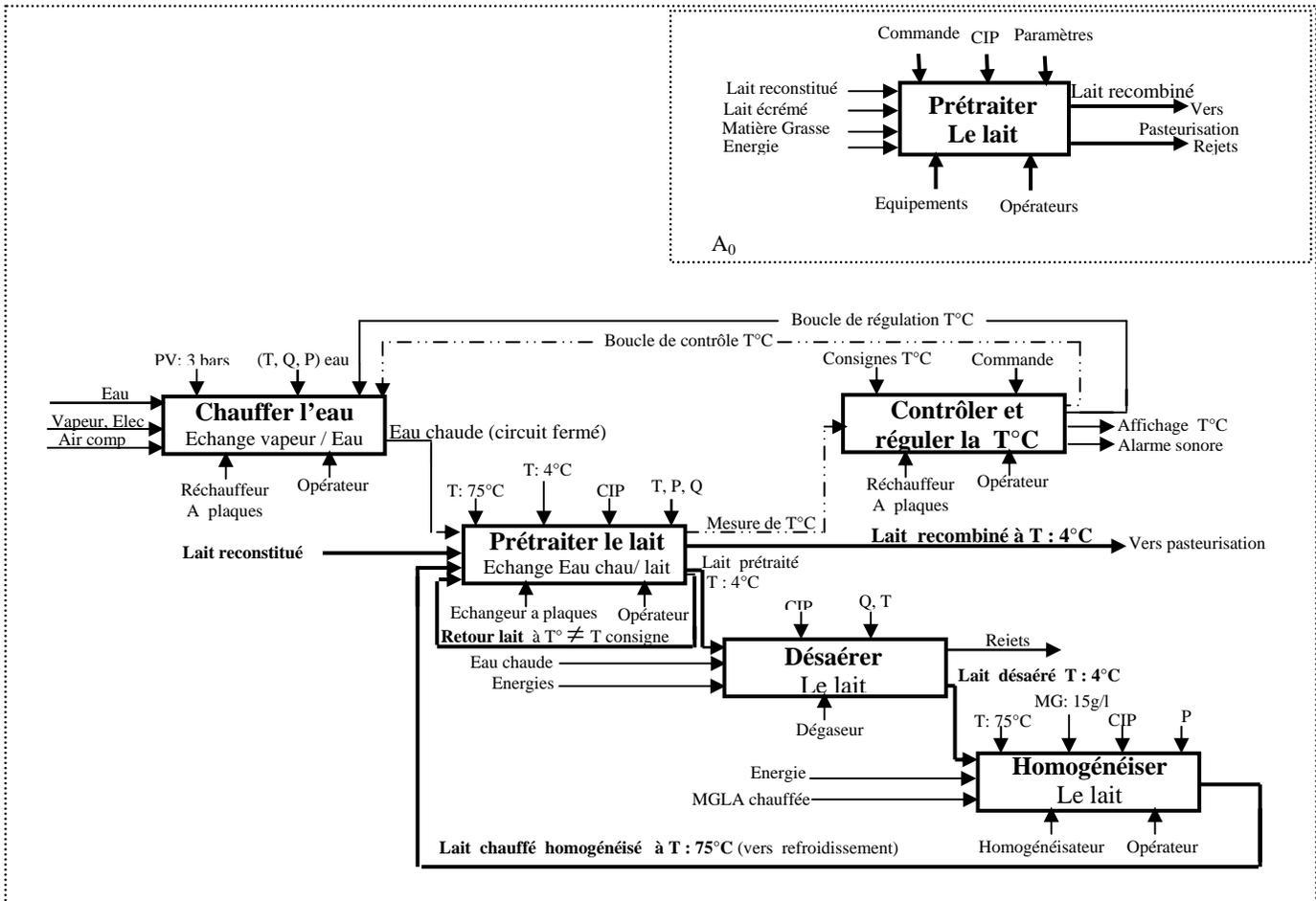


Fig.3. Extrait du diagramme d'activités « prétraitement lait »

D. Analyse des dysfonctionnements.

En se basant sur l'analyse du fonctionnement normal du processus retenu, et après localisation des sections critiques, il est judicieux d'entreprendre une analyse des défaillances des équipements via une Analyse des Modes de Défaillances et leurs Effets et Criticité, AMDEC, (le tableau III montre un extrait de l'analyse réalisée). Cette démarche nous fait accéder à une maintenance « proactive ». Il s'agit d'une méthode inductive permettant de recenser pour chaque système son mode de défaillance et son effet sur le fonctionnement du système, en vue de mettre en évidence le plutôt possible les défaillances potentielles.

Ces analyses nous ont permis de sélectionner de façon prospective Fig. 4, un certain nombre d'ensemble, de sous ensembles ou d'organes « critiques » pour la fiabilité du système, après inventaire des défaillances élémentaires.

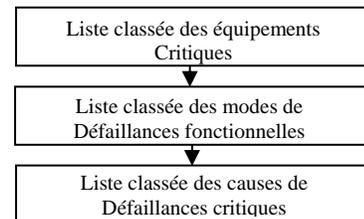


Fig. 4. Classement basé sur la criticité

La méthode "Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité, .AMDEC," permet une bonne connaissance des défauts des équipements ; sa simplification permet de proposer la meilleure tâche de maintenance pour y remédier.

L'analyse a commencé par la définition précise des fonctions du système et l'identification de tous les modes de défaillances, qui s'expriment par la manière dont un équipement vient à ne plus remplir sa fonction [5].

Puis nous avons effectué une décomposition organique des fonctions pour distinguer les éléments impliqués dans les défaillances fonctionnelles.

Les modes de défaillances et les causes sont évalués selon une grille de cotation (tableau II). Le niveau de criticité de chaque défaillance est le produit de ces trois notes. Chaque niveau obtenu est comparé avec un seuil donné (seuil retenu 375) en vue de prendre les décisions optimales.

Les défaillances dont le niveau dépasse nettement ce seuil seront traitées par une maintenance conditionnelle (surveillance en temps réel de la température de prétraitement et de refroidissement par exemple), ceci a pour but de ramener ce seuil à un seuil acceptable.

TABLEAU II
GRILLE DE COTATION RETENUE.

| Cotation | F : Fréquence | G : Gravité | D : Détection |
|----------|------------------|-----------------|------------------|
| 1 | Jamais | Jamais arrivée | 100% |
| 3 | Possible | Arrive 1/3 mois | Probable |
| 5 | Souvent | Arrive souvent | Inexistante |

TABLEAU III
EXTRAIT DE L'AMDEC DU PROCESSUS PRETRAITEMENT

| Analyse des Modes et Causes de Défaillances et leurs Effets et Criticité | | | | | | | | |
|---|--|---|----------------------|---|-----------|-----|-----|-----|
| Système : Pré traitement lait Sous-système : Pré traitement / circuit principal (échangeur). | | | | Atelier : préparation lait | | | | |
| Composant | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de la défaillance sur le système. | Criticité | | | |
| | | | | | F | G | D | C |
| Bac tampon | Garder le produit à niveau constant | Défaillance du dispositif d'équilibrage | Perforation du bac | Variation du débit lait | 3 | 3 | 3 | 27 |
| Flotteur du bac tampon | Détecter le niveau du lait dans le bac | Signal de bas niveau et de haut niveau | Dérive du capteur | Signal du le niveau ouverture ou fermeture du clapet v2 | 5 | 3 | 3 | 45 |
| | | | | | ... | ... | ... | ... |

L'examen qualitatif des tableaux de l'AMDEC montre l'existence de 67 modes de défaillances (tableau IV) qui se répartissent comme suit :

TABLEAU IV
RESULTAT DE LANALYSE AMDEC

| Sous-système | | Mode de défaillance | % | Défaillance critique |
|--|------------------------|---------------------|------------|----------------------|
| Echange thermique. (Echangeur à plaque) | Circuit principal | 19 | 28,4 | 4 |
| | Circuit auxiliaire | 11 | 16,4 | 3 |
| | Contrôle de régulation | 13 | 19,4 | 3 |
| Dégazage | | 19 | 28,3 | 0 |
| Homogénéisation | | 5 | 7,5 | 2 |
| Total | | 67 | 100 | 12 |

Ce tableau montre la fragilité de la section échange thermique par rapport aux autres, de ce fait une analyse par la méthode "Arbre des Défaillances, AdD," pour cette section est recommandée. Il s'agit d'une méthode déductive qui, à partir d'un événement indésirable, permet de visualiser et de quantifier les différents scénarios qui

peuvent lui donner naissance pour prendre par la suite les décisions qui s'imposent.

Un simple examen des tableaux des résultats de l'AMDEC, nous conduit à retenir l'événement « perte de la fonction pré traitement lait » comme événement sommet de l'arbre de défaillance Fig. 5.

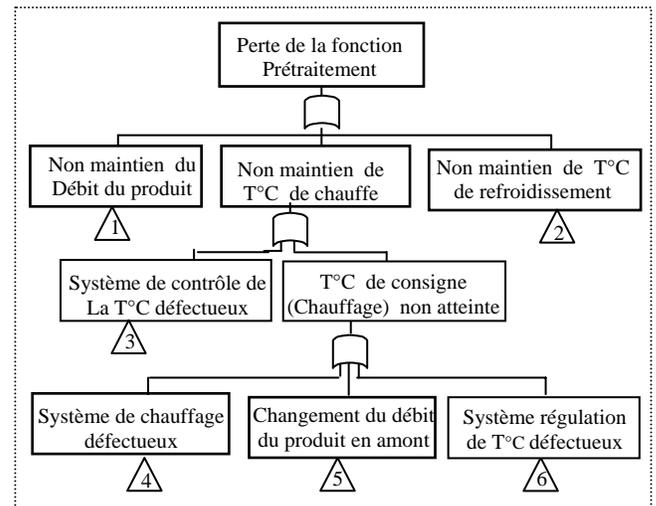


Fig. 5. Extrait de l'AdD « pré traitement »

E. mise a niveau

Les principales décisions, mesures et orientations présentent selon les aspects technique et organisationnel, se résument essentiellement par :

- L'élimination de ce qui paraît le moins critique afin d'évaluer les résultats dans un plan de maintenance très ciblé et instauration d'un système de retour d'expérience ;
- Etablissement d'un modèle de suivi de près des équipements critiques en terme de surveillance et d'interventions en vue d'optimiser les plans de maintenance préétablis ;
- Etablissement d'une check-list de dépannage pour les équipements critiques ;
- Répartition des personnels de la production et de la maintenance en groupes homogènes et autonomes, selon le principe des Unités Autonomes de Production, UAP, chacun est chargé de l'exploitation et de la maintenance d'un ensemble d'équipements précis ;
- Désignation d'une équipe qui sera chargée uniquement de réaliser les travaux préventifs ;
- Désignation d'un seul et unique responsable des structures production et de maintenance.

V. CONCLUSION

Pour chaque dysfonctionnement rencontré, nous avons déployé la méthode ou l'outil correspondant, soit d'une manière globale ou partielle et ce selon le cas. Citons entre autres :

La maintenance basée sur la fiabilité, MBF, de son principe de limitation de l'étude, et hiérarchisations successives. La "Total Productive Maintenance, TPM," de son principe d' "Unité Autonome de Production, UAP,". La méthode SADT, de son principe de décomposition fonctionnelle du système. L'AMDEC de son principe basée sur la bonne connaissance des défauts et permettant par conséquent de proposer la meilleure tâche de maintenance ; autres outils tels que AdD et Pareto.

Ce qui nous a permis de développer, et mettre en œuvre à travers une étude de cas, une méthodologie aboutissant à une politique de maintenance rationnelle.

REFERENCES

- [1] LYONNET P. "Études des dysfonctionnements pour l'amélioration de la qualité. In: La qualité outils et méthodes". Paris: Lavoisier; 1997.
- [2] MAQUIN D., MOURROT G. et RAGOT J., "Méthodes et outils pour le diagnostic des processus. In : Récents Progrès en Génie des Procédés," Grenoble, France 1993.
- [3] HARRIS J., MOSS B "Practical RCM analysis and its information requirements», Maintenance," 9-4, Septembre, 1994.
- [4] VERNADA F, "Techniques de modélisation en entreprise : application aux processus opérationnels," Ed. Economica, 1999.
- [5] ZWINGELSTEIN G. "Optimisation de la maintenance par la fiabilité, maintenance et entreprise," N°454, Paris, septembre, 1992.