

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur
et de la Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Industriel

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

Contribution à l'amélioration des moyens et de l'organisation
de la fonction maintenance

Application Michelin Algérie

Présenté par :

M^{lle} Narimane BENKEMOUCHE
M^{lle} Lamia DOUMANDJI

Dirigé par :

M^r M. BOUZIANE
M^r J. LEBARON

Promotion : Septembre 2006

Remerciements :

Nous exprimons notre grande reconnaissance à Mr M. PECHER et Mr J. LEBARON de nous avoir proposé ce projet de fin d'étude au niveau de Michelin Algérie.

Nous tenons à remercier notre promoteur au niveau de l'école, Mr M. BOUZIANE et notre maître du stage à l'usine Michelin Algérie, Mr B. PLAGNIOL, pour leur qualité d'encadrement et leurs encouragements.

Nous remercions vivement les membres des groupes AMDEC :

MS1 : Mr S. KHEDER,
Mr T. BOUSAKANE,
Mr Y. MADJI,
Mr O. DEBZA,
Mr M. DENNI,

MS3 : Mr M. SAADESSAOUD,
BE : Mr M. BENSOULA ;

Qui ont bien voulu nous consacrer de leur temps et sans qui cette étude n'aurait pu être réalisée.

Nos remerciements vont également à Mr R. DRAHMOUN et Mr. R. JARS ainsi que toute personne intervenant dans l'enrichissement de ce travail.

En hommage à l'ami et le frère feu Daoud DJEZIRI

A mes parents,

A mes sœurs,

A tous ceux que j'estime.

Narimane

A mes parents,

A mes deux frères et ma sœur,

A Imane et sa famille,

A tous ceux que j'estime.

Lamia

Résumé :

Pour améliorer la performance de sa production, Michelin Algérie porte son intérêt sur la disponibilité de ses machines en phase d'exploitation. Notre travail consiste à optimiser les moyens et l'organisation de la fonction maintenance pour garantir une disponibilité maximum en appliquant l'AMDEC. L'AMDEC est une méthode qui permet de remédier aux risques de dysfonctionnements potentiels. A cet effet, nous avons déroulé la méthode sur deux types de machines, pour préconiser des actions correctives qui ont servi à élaborer des recommandations sur les deux secteurs de maintenance concernés, puis sur toute la fonction Maintenance.

Mots clés : Disponibilité, machine, maintenance, moyens, organisation, AMDEC, dysfonctionnements potentiels, actions correctives.

ملخص:

إن ميشلان الجزائر توجه اهتمامها نحو امكانية وسائل الانتاج من اجل تحسين مستوى الانتاج. تتمثل دراستنا في ترقية وسائل و تنظيم مصلحة الصيانة وذلك لتوفير اكبر امكانية لوسائل الإنتاج. و يتم هنا بتطبيق الدراسة التحليلية لطرق العطل, أثارها و خطورتها. هذه الأخيرة تتم وفق منهجية التحليل للأعطال المهمة. لهذا أجرينا الدراسة على حالتين, ووضعنا الحلول التي ساعدتنا لإعداد الإجراءات التي تخص نطاقي الصيانة المعنيين ثم على كل مصلحة الصيانة.

كلمات مفتاحية : امكانية , وسائل , الصيانة , تنظيم , الدراسة التحليلية , طرق العطل. الإجراءات

Abstract:

To improve the performance of its production, Michelin Algeria is interesting on the availability of its machines in phase of exploitation. Our work consists in optimizing the means and the organization of the function maintenance to guarantee a maximum availability while applying the FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis). It is a method that permits to remedy the risks of potential dysfunctions. In this order, we unwound the method on two types of machines, to recommend the corrective actions that served to elaborate some recommendations on the two sectors of maintenance concerned, then on the whole function Maintenance.

Key words: Availability, machine, maintenance, means, organization, FMECA, potential dysfunctions, corrective actions.

Table des matières :

Introduction	13
Partie I : Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités	15
Chapitre I : Présentation du Projet	16
1. Michelin monde en Bref	17
2. Chronique de Michelin Algérie	17
3. Le pneumatique	17
4. Fabrication du pneumatique à Michelin Algérie	19
5. Localisation et objet de l'AMDEC	23
6. Organisation de la fonction maintenance	25
Chapitre II : Développement de l'AMDEC	26
1. Historique de la méthode	27
2. Définition de l'AMDEC	27
3. Caractéristiques essentielles de l'AMDEC	29
4. Les différents types de l'AMDEC	30
A. L'AMDEC produit	30
B. L'AMDEC procédé	30
C. L'AMDEC service	32
D. L'AMDEC moyen de production	32
5. La sûreté de fonctionnement	33
A. Fiabilité	34
B. Maintenabilité	35
C. Disponibilité	35
D. Sécurité	36
6. Méthodologie de l'AMDEC maintenance	37
1 ^{ère} Etape : Initialisation	37
2 ^{ème} Etape : Décomposition fonctionnelle	41
3 ^{ème} Etape : Analyse des défaillances.....	42

Phase A : Analyse des mécanismes de défaillances	44
Phase B : Evaluation de la criticité	46
Phase C : Proposition des actions correctives	52
4 ^{ième} Etape : Synthèses de l'AMDEC	55
5 ^{ième} Etape : Suivi de l'AMDEC	57
Chapitre III : AMDEC de la trancheuse de gommages 20 tonnes	58
1. Présentation de l'environnement de la trancheuse de gommages 20 tonnes	59
1.1. L'atelier des mélanges	59
1.2. Organisation du secteur de maintenance 1	60
2. Problématique de la machine	60
3. La trancheuse de gommages 20 tonnes	61
3.1. Le cycle de tranchage	61
3.2. Principe de fonctionnement de la machine	63
4. Développement de l'AMDEC	65
1 ^{ière} Etape : Initialisation	65
2 ^{ième} Etape : Décomposition fonctionnelle	67
3 ^{ième} Etape : Analyse des défaillances	68
Phase A : Analyse des mécanismes de défaillances	68
Phase B : Evaluation de la criticité	68
Phase C : Proposition des actions correctives	77
4 ^{ième} Etape : Synthèses de l'AMDEC	78
A. Hiérarchisation des défaillances	78
B. Liste des points critiques	78
C. Liste des recommandations pour la machine	79
5 ^{ième} Etape : Suivi de l'AMDEC	81
Chapitre IV : AMDEC des presses de cuisson Guilin	82
1. Présentation de l'environnement des presses de cuisson.....	83
1.1. La salle des cuissons	83
1.2. Organisation du secteur de maintenance 3	85
2. Problématique de la salle des cuissons	85

3. La presse de cuisson Guilin	86
3.1. La cuisson	86
3.3. Principe de fonctionnement de la machine	87
4. Développement de l'AMDEC	91
1 ^{ière} Etape : Initialisation	91
2 ^{ième} Etape : Décomposition fonctionnelle	94
3 ^{ième} Etape : Analyse des défaillances	94
Phase A : Analyse des mécanismes de défaillances	94
Phase B : Evaluation de la criticité	96
Phase C : Proposition des actions correctives	103
4 ^{ième} Etape : Synthèses de l'AMDEC	104
A. Hiérarchisation des défaillances	104
B. Liste des points critiques	104
C. Liste des recommandations pour la machine	104
5 ^{ième} Etape : Suivi de l'AMDEC	104
 Chapitre V : Synthèses	 105
1. Recommandations pour les secteurs de maintenance	106
1.1. Recommandations pour le secteur de maintenance 1	106
1.2. Recommandations pour le secteur de maintenance 3	109
2. Recommandations pour la fonction maintenance	111
3. Transposition de la méthode sur tout le parc machine	114
3.1. La démarche pour la délimitation des systèmes à étudier	114
3.2. La démarche pour la décomposition fonctionnelle	115
3.3. La logique de construction des barèmes de cotation	115
 Conclusions	 116
Annexes	117
Bibliographie	127

Partie II : Résultats de l'AMDEC

1. Résultats de l'AMDEC de la trancheuse de gommages 20 tonnes
 - 1.1. Cahier des charges de l'étude et planning suivi
 - 1.2. Dossier machine
 - 1.3. Grilles AMDEC
 - 1.4. Dossier synthèses

2. Résultats de l'AMDEC des presses de cuisson Guilin
 - 2.1 Cahier des charges de l'étude et planning suivi
 - 2.2 Dossier machine
 - 2.3 Grilles AMDEC
 - 2.4 Dossier synthèses

Liste des figures :

- Figure 1** : Composition d'un pneumatique.
- Figure 2** : Plaquettes des mélanges.
- Figure 3** : Préparation des skims sur calandre.
- Figure 4** : Assemblage sur PAP.
- Figure 5** : Conformation sur BNS.
- Figure 6** : Pneu cuit sur presse.
- Figure 7** : Contrôle ultrason des pneus.
- Figure 8** : Synoptique des ateliers.
- Figure 9** : Ordinoigramme du processus de fabrication.
- Figure 10** : Organisation de la fonction maintenance à Michelin Algérie.
- Figure 11** : Les principales étapes de la méthodologie AMDEC.
- Figure 12** : Démarche pour l'initialisation de l'AMDEC.
- Figure 13** : Représentation arborescente d'une machine.
- Figure 14** : Processus AMDEC.
- Figure 15** : Démarche de l'analyse des défaillances.
- Figure 16** : Mécanisme de défaillance.
- Figure 17** : Principe d'évaluation de la criticité.
- Figure 18** : Actions correctives.
- Figure 19** : Démarche pratique de synthèse.
- Figure 20** : Histogramme du nombre cumulé des causes de défaillances en fonction de la criticité.
- Figure 21** : Organigramme du secteur de maintenance 1.
- Figure 22** : Préhenseur à ventouse.
- Figure 23** : Approvisionnement des GS.
- Figure 24** : Palan.
- Figure 25** : Approvisionnement des balles.
- Figure 26** : Tranche des balles.
- Figure 27** : Evacuation des tranches.
- Figure 28** : Structure du système automatisé de la trancheuse de gommages 20 t.
- Figure 29** : Grafset global de la trancheuse de gommages 20 t.
- Figure 30** : Schéma du flux physique des campagnes.
- Figure 31** : Cas temps d'arrêt : 3 heures.
- Figure 32** : Cas temps d'arrêt : 4,5 heures.
- Figure 33** : Cas temps d'arrêt : 7,5 heures.
- Figure 34** : Cas temps d'arrêt : 9 heures.
- Figure 35** : Graphe de l'hiérarchisation des mécanismes de défaillances pour la trancheuse 20 t.
- Figure 36** : Localisation de la salle des cuissons.
- Figure 37** : La salle des cuissons.
- Figure 38** : Le sous sol des cuissons.
- Figure 39** : Post chargement de 2 de presses.
- Figure 40** : Post déchargement de 2 presses.
- Figure 41** : Schéma de la salle des cuissons et son sous sol.
- Figure 42** : Organigramme du secteur de maintenance 3.
- Figure 43** : Presse fermée.
- Figure 44** : Presse ouverte et membrane sous pression.
- Figure 45** : Déverrouillage du couvercle.
- Figure 46** : Verrouillage du couvercle.
- Figure 47** : Déchargement d'un pneu cuit.

Figure 48 : Refroidissement de deux pneus.
Figure 49 : Grafset de production maître.
Figure 50 : Suite du grafset de production maître.
Figure 51 : Principe de calcul du manque à gagner sur l'arrêt machine et la cuisson non conforme.
Figure 52 : Graphe de l'hierarchisation des mécanismes de défaillance.
Figure 53 : Fiche technique du projet de fin d'études.
Figure 54 : Organisation du périmètre du poste tranchage.
Figure 55 : Tapis d'approvisionnement.
Figure 56 : Table Chariot.
Figure 57 : Vis sans fin.
Figure 58 : Variateur, disjoncteur.
Figure 59 : Automate CPU modules entrées / sorties.
Figure 60 : Terminal opérateur.
Figure 61 : Vue de derrière du chariot.
Figure 62 : Montage interne du chariot.
Figure 63 : Circuit de commande coupe.
Figure 64 : Circuit de refroidissement.
Figure 65 : Lame de coupe et presseur.
Figure 66 : Armoire pneumatique.
Figure 67 : Tapis d'évacuation.
Figure 68 : Tapis de stockage.
Figure 69 : Partie supérieure du couvercle.
Figure 70 : Partie inférieure du couvercle.
Figure 71 : Moule pour les petites dimensions.
Figure 72 : Coté apparent de la partie centrale.
Figure 73 : Tableau de chauffe.
Figure 74 : Groupe hydraulique.
Figure 75 : Bloc foré.
Figure 76 : Armoire électrique.
Figure 77 : Centrale du vide.
Figure 78 : Potence de chargement.
Figure 79 : Potence de déchargement.
Figure 80 : Table de refroidissement.
Figure 81 : Diagramme de circulation des flux dans la salle des cuissons.
Figure 82 : Schéma des blocs fonctionnels de la presse de cuisson Guilin.

Liste des tableaux :

- Tableau 1** : Indices d'apparition.
- Tableau 2** : Indice de gravité.
- Tableau 3** : Indice de non détection.
- Tableau 4** : Barème de cotation de l'occurrence pour la trancheuse 20 t.
- Tableau 5** : Barème de cotation de la non détection pour la trancheuse 20 t.
- Tableau 6** : Données constructives pour le barème de gravité.
- Tableau 7** : Barème de cotation de la gravité pour la trancheuse 20 t.
- Tableau 8** : Barème de cotation de la gravité pour les presses de cuisson.
- Tableau 9** : Barème de cotation de l'occurrence pour les presses de cuisson.
- Tableau 10** : Barème de cotation de la non détection pour les presses de cuisson.
- Tableau 11** : Exemple de compte rendu des réunions AMDEC.
- Tableau 12** : Cahier des charges de l'AMDEC de la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 13** : Décomposition fonctionnelle de la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 14** : Fonctions des éléments non traités dans l'AMDEC.
- Tableau 15** : Liste des points critiques de la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 16** : Liste des pièces de rechange commandées pour la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 17** : Modifications établies au cours de l'AMDEC pour la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 18** : Plan de maintenance préventive pour la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 19** : Plan de formation pour la maintenance de la trancheuse de gommes 20 t.
- Tableau 20** : Cahier des charges de l'AMDEC des presses de cuisson Guilin.
- Tableau 21** : Fonctions des blocs de 1^{ier} niveau de découpage pour les presses de cuisson Guilin.
- Tableau 22** : Décomposition fonctionnelle de la presse de cuisson Guilin.
- Tableau 23** : Liste des points critiques pour les presses de cuisson Guilin.
- Tableau 24** : Rubrique des recommandations concernant la PDR et les mesures nécessaires pour la mise en PDR.
- Tableau 25** : Rubrique des recommandations concernant la formation du personnel.
- Tableau 26** : Rubrique des recommandations concernant la documentation.
- Tableau 27** : Suite de la rubrique des recommandations concernant la documentation.
- Tableau 28** : Trois rubriques des recommandations concernant respectivement : l'outillage, les méthodes et l'organisation.
- Tableau 29** : Rubrique des recommandations concernant les modifications par ajout d'éléments.
- Tableau 30** : Rubrique des recommandations concernant le préventif.
- Tableau 31** : Suite de la rubrique des recommandations concernant le préventif.
- Tableau 32** : Rubrique des recommandations concernant la qualité des éléments.
- Tableau 33** : Rubrique des recommandations concernant les modifications.

Liste des abréviations :

A. ELE	: Armoire électrique
BE	: Bureau d'études
B. FOR	: Bloc foré
C	: Criticité
CEF	: Chariot élévateur
COUV	: Couvercle
CPU	: Mémoire centrale de l'automate
C. VID	: Centrale du vide.
DSP	: Durée sous pression
G	: Gravité
GI	: Gomme intérieure
G. HYD	: Groupe hydraulique
GN	: Gomme naturelle
GP	: Gomme plastifiée
GQM	: Garantie qualité matières
GS	: Gomme synthétique
H	: Hors usage
HS	: Hors service
MI1	: Mélangeur interne 1
MI2	: Mélangeur interne 2
MOUL	: Moule
MS1	: Maintenance secteur 1
MS3	: Maintenance secteur 3
ND	: Non détection
NM	: Nombre de mécanismes de défaillances
O	: Occurrence
OP	: Service organisation et planning
OPT	: Optimized production technology.
PBR	: Poly butadiène rubber
P. CHA	: Potence de chargement
P. CEN	: Partie centrale.
PDR	: Pièces de rechange
P. DEC	: Potence de déchargement
PL	: Pneu lourd
PMI	: Plateau membrane inférieur.
PMS	: Plateau membrane supérieur.
PS	: Pilotage secteur
RSS	: Rubber smoked sheet
SPM	: Sécurité pression membrane.
SMO	: Secteur moule.
SPG	: Sécurité pression galbage.
TA	: Temps d'arrêt.
T. CHA	: Tableau de chauffe.
TMS	: Technicien maintenance secteur.
TRS	: Taux de rendement synthétique.
Ty	: Tuyauterie.

Introduction :

En 1995, Michelin avait engagé un vaste processus de changement destiné à doter l'entreprise d'une organisation construite et capable d'évoluer sur les bases suivantes :

- être orienté vers les marchés ;
- favoriser l'exercice de la responsabilité, le travail en équipe et la contribution de chacun à la satisfaction des clients ;
- rassembler les compétences nécessaires au traitement des problèmes, à l'innovation et au progrès. [GRO 2005]

Dans un environnement en perpétuel mouvement, cette organisation se nourrit d'une initiative stratégique basée sur l'amélioration des modes de fonctionnement, le développement des capacités de changement et la création d'une dynamique d'amélioration permanente. C'est la raison de la mise en place d'une démarche de progrès continu Michelin (DPCM).

[GRO 2005]

Ainsi, il est indispensable de créer les conditions nécessaires à un déploiement rapide du processus de changement et mettre en place un référentiel partagé par tous ; qu'il s'agisse du langage, des méthodes, des techniques et d'outils utilisés pour transformer efficacement et de manière cohérente une entreprise aussi vaste que Michelin. [GRO 2005]

La déclinaison des objectifs globaux de l'entreprise au niveau de ses différentes composantes est primordiale pour assurer un mouvement rapide et efficace avec un mot d'ordre unique : « Au Service de nos Clients ». [GRO 2005] Chaque composante de l'entreprise doit donc participer à la satisfaction des clients, essentiellement traduite par le respect des délais et de qualité de production.

Par ailleurs ces exigences clients, ne peuvent être assurées sans une production performante qui dépend entre autres critères de la disponibilité des moyens de production ; voire leur état de sûreté de fonctionnement intégrant : Fiabilité, Maintenabilité et Sécurité.

L'intérêt porté sur la disponibilité, s'inscrit généralement dans un contexte d'entreprises qui disposent de machines n'étant pas dans leur régime stable de fonctionnement. C'est le cas de

Michelin Algérie dont le parc machines est constitué de machines anciennes et d'autres prototypes nouveaux.

Les machines prototypes sont des machines en phase de surveillance avec un historique récent et font souvent appel à des expertises pour améliorer les éléments de leur sûreté de fonctionnement.

C'est dans cette perspective que se lance Michelin Algérie, en adoptant l'AMDEC comme moyen d'expertise et d'aide à la décision sur ce type de machines puis la transposer sur tout le parc machines pour garantir une disponibilité maximum. C'est la mission de la fonction maintenance : fournir aux clients internes des heures de bon fonctionnement de l'outil de production.

Dans ce cadre, le projet que nous menons pour l'entreprise dont l'objet est : « **Optimisation des moyens et de l'organisation de la maintenance pour garantir une disponibilité maximum** », répond d'une part à ce besoin et d'autre part au même référentiel partagé par tous au sein de Michelin Monde. Ce projet s'inscrit bien dans la démarche de progrès continu Michelin. Le travail consiste donc à appliquer et valider une AMDEC sur deux types de machines pour être transposable sur tout le parc machine de l'usine.

A cet effet, le mémoire est structuré en deux parties :

La première partie consacrée à l'AMDEC, comporte cinq chapitres organisés comme suit :

- Dans le 1^{er} chapitre, nous présentons tout d'abord le cadre du projet au sein de Michelin Algérie, puis l'objet du travail demandé par l'entreprise.
- Le 2^{ème} chapitre est consacré en premier lieu au développement de l'AMDEC selon son historique, son approche, ses caractéristiques et ses différents types puis à la méthodologie retenue pour l'AMDEC Maintenance.
- Nous développons dans les 3^{ème} et 4^{ème} chapitres les applications relatives aux deux cas d'études.
- Enfin nous présentons dans le 5^{ème} chapitre la synthèse de notre travail et nos recommandations concernant tout le parc machines de l'usine.

La deuxième partie est réservée aux résultats des deux AMDEC présentés sous forme de dossiers.

Partie I :

**ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE
LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITES**

Chapitre I :

PRESENTATION DU PROJET

Ce chapitre est consacré à définir le cadre et l'objet du projet de fin d'étude. Nous présentons tout d'abord le groupe Michelin et parcourons l'histoire de l'usine d'Alger, puis nous définissons la technologie du pneumatique et son processus de fabrication. Ensuite, nous localisons le projet et présentons l'objet du travail demandé, en relation avec la fonction maintenance dont l'organisation est exposée à la fin de ce chapitre.

1. Michelin monde en bref : [Doc]

C'est en **1889** qu'Edouard MICHELIN lance la création de la société de fabrication du pneumatique en France. Actuellement l'entreprise est une multinationale représentée par :

- Plus de 12 marques différentes,
- 74 sites de production dans 19 pays y compris l'Algérie (usine d'Alger),
- Un Centre de Technologie réparti sur 3 continents (Asie, Amérique, Europe),
- 6 plantations d'hévéa réparties dans 2 pays (Brésil, Nigeria),
- Commercialisation dans plus de 170 pays.

2. Chronique de Michelin Algérie : [Doc]

- **30 juin 1959** : Création de la SATI (Société d'Applications Techniques et Industrielles) filiale de Michelin France.
- **Mars 1963** : Cuisson du premier pneu. La SATI produit des pneus de véhicules tourisme et poids lourd depuis 1964.
- **Novembre 1993** : Cessation de l'activité industrielle suite à un environnement peu favorable.
- **2001** : Début des études concernant la possibilité de la reprise d'une activité industrielle pour la fabrication des pneus PL Michelin.
- **12 août 2002** : Création de la société Michelin Algérie, entreprise de droit Algérien.

3. Le pneumatique : [Doc]

Le pneumatique est une enveloppe que l'on fixe à la jante des roues des véhicules pour absorber les irrégularités du sol et favoriser leur déplacement sans glissement. Un pneumatique assure plusieurs fonctions vitales pour la **sécurité** de tous les usagers de la route. Il sert à rouler, porter la charge, assurer le guidage, transmettre les efforts freineurs et moteurs, amortir les bruits et les

vibrations mécaniques. Pour assurer ces fonctions, le pneumatique doit adhérer, assurer la trajectoire (comportement routier), résister à l'usure, être endurant, être confortable, faire le moins de bruit possible mais aussi être capable de supporter le poids du véhicule et de ses passagers.

Ces caractéristiques sont le résultat d'une haute précision dans la composition du pneumatique. C'est un produit **complexe**, constitué de plusieurs éléments : un véritable produit de haute technologie. En effet, le pneumatique est soumis à de multiples contraintes, il doit s'adapter à des conditions d'utilisation différentes et doit satisfaire des besoins différents, voire antagonistes. Chaque élément du pneumatique est conçu pour répondre à ces nécessités.

La figure suivante expose les principaux composants d'un pneumatique.

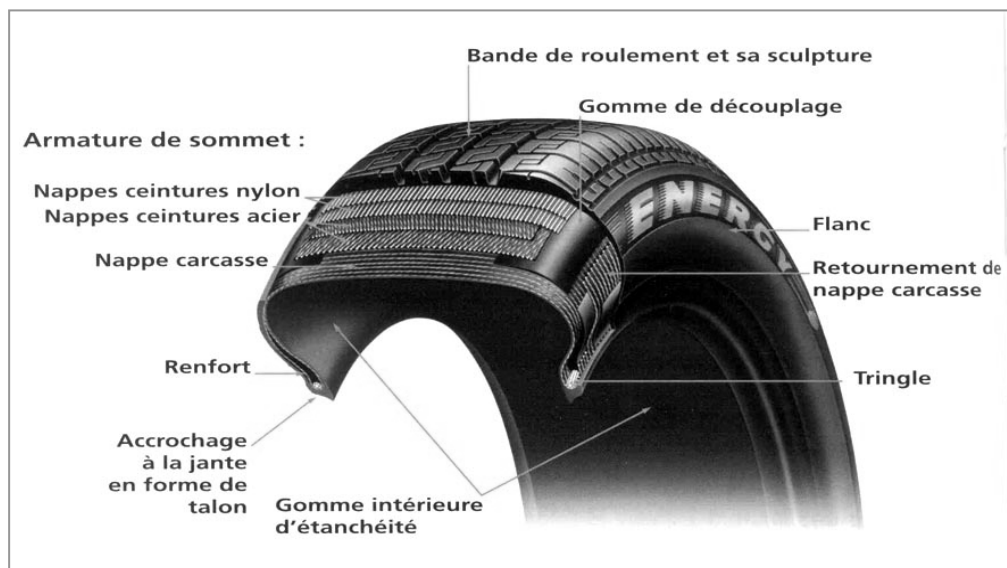


Figure 1 – Composition d'un pneumatique. [Doc]

- **Bande de roulement** : partie du pneumatique en contact avec le sol.
 - **Nappes** : tissus formés de câbles parallèles textiles (pneu tourisme et moto) ou métalliques (poids lourd, génie civil) enserrés entre deux feuilles minces de caoutchouc.
 - **Nappe carcasse** : nappe de caoutchouc renforcée à l'aide de câbles en fibres métalliques.
- L'ensemble de ces éléments constitue le **sommet**.
- **Flancs** : côtés du pneumatique.
 - **Tringle** : anneaux ou cercles métalliques souples qui servent à maintenir le pneu sur la jante.

L'usine Michelin Algérie fabrique des pneus de structure radiale (inventée par Michelin en 1946). A la différence de la structure conventionnelle, elle a la particularité de dissocier totalement la fonction du flanc et la fonction du sommet. Les flancs sont plus souples et les sommets inextensibles : la structure garde donc son équilibre et, lors du roulage, elle se déploie bien à plat sur le sol. Il y a ainsi peu de déformations, donc une plus grande longévité du pneu.

Le pneumatique est donc un produit complexe : il en résulte un processus de fabrication aussi complexe. En effet, la précision dans les fonctions des parties du pneumatique ne peut être obtenue sans l'attention apportée à chaque étape du processus de fabrication. Nous le présentons dans ce qui suit.

4. Fabrication du pneumatique à Michelin Algérie : [Doc]

- La préparation des mélanges : (figure 2)

La composition d'un mélange est étroitement adaptée à l'usage prévu pour le pneu et les formules sont élaborées selon les propriétés spécifiques désirées. A chaque phase du procédé, le travail du fabricant s'avère particulièrement minutieux : contrôles dimensionnels, pesées, mesures thermiques sont les garants d'une qualité suivie.

Les différents produits entrant dans la composition de la gomme souhaitée sont d'abord intimement malaxés dans un puissant mélangeur. Le noir de carbone est incorporé à ce stade. Le travail mécanique fourni pour le disperser dans ce milieu très visqueux conduit à une forte élévation de la température. Peu à peu, le mélange se ramollit et acquiert la viscosité escomptée. Après un temps de repos, on introduit sur l'appareil d'homogénéisation le soufre et les autres additifs favorisant la vulcanisation. Le mélange obtenu est présenté sous forme de plaque.

- La préparation des semi-finis : (figure 3)

Des nappes de câbles :

Ces nappes sont constituées de câbles disposés parallèlement et de façon jointive, enrobés entre deux couches de gomme sur une machine à calandrer. Elles sont ensuite découpées selon un angle déterminé en fonction de leur utilisation dans la construction du pneu.

Les autres composants :

Parallèlement, d'autres machines confectionnent des profilés, les renforts de talons, les gommages de flancs, et les bandes de roulement. Ces profilés sont fabriqués avec précision, par extrusion ou par calandrage entre des rouleaux comportant en creux le profil désiré.

- L'assemblage : (figure 4)

Appelé également confection, l'assemblage a pour but d'empiler à plat les différents composants sur un tambour cylindrique, dans un ordre déterminé et avec une grande précision. Le collant à cru, liant naturel de chacun d'eux, assure leur cohésion. Après chaque pose, les gommages sont rapprochés et rouletés pour empêcher toute inclusion d'air pour former un tout parfaitement homogène.

Le premier produit mis en place est la gomme intérieure, étanche (pneumatiques tubeless). La nappe de carcasse est disposée ensuite transversalement. Les tringles sont positionnées de chaque côté de la nappe. Enfin, différentes gommages de bourrage et de protection des flancs sont posées.

- La conformation : (figure 5)

Grâce à l'opération de conformation, on passe d'une forme cylindrique à une forme d'anneau torique, proche de celle du futur pneumatique. Pour ce faire, les tringles sont rapprochées l'une de l'autre, tout en soumettant la partie centrale à un gonflage qui tend et bombe les couches de gomme, dans la limite de la longueur des câbles des nappes. Compte tenu des fortes déformations imposées par cette étape, l'adhésion entre les éléments assemblés doit être assurée. Il faut ensuite enrouler sur cette forme torique les nappes de ceinture du sommet et la bande de roulement toujours lisse. Divers profilés complémentaires sont également posés. On obtient ce que l'on nomme un bandage.

- La cuisson : (figure 6)

Jusqu'à-là, le pneumatique n'a pas été chauffé, de manière à conserver le caractère plastique des différents mélanges de gommages utilisés dans sa construction. Lors de cette dernière étape, il est placé dans un moule chauffé à l'eau surchauffée et à la vapeur.

L'eau circule de façon continue dans une membrane. En se gonflant, la membrane applique le pneumatique contre les parois du moule pour imprimer les sculptures et les marques externes.

C'est alors que la cohésion de l'ensemble est réalisée par la vulcanisation : En reliant les molécules de caoutchouc entre elles, les molécules de soufre les empêchent de se séparer. Le caoutchouc perd ainsi son caractère plastique et, selon le degré de vulcanisation, acquiert élasticité, fermeté et résistance à l'abrasion. L'ensemble de ces phénomènes, générés par la cuisson, assure la parfaite cohésion entre les mélanges de gomme et les renforts métalliques.

Ces différentes opérations montrent combien toutes les zones du pneumatique sont dépendantes les unes des autres et prouvent à quel point, lors de sa conception, la plus petite modification d'un paramètre peut entraîner des conséquences pour l'ensemble.

Le moule donne au pneu sa forme définitive :

Essentiel dans le processus de fabrication, le moule est une pièce maîtresse qui donne au pneumatique sa géométrie et son aspect définitif, tout en transmettant les calories nécessaires à la vulcanisation. En outre, il faut assurer, avec les autres organes mécaniques de la presse de cuisson, les milliers de cycles d'ouverture et de fermeture.

- Le contrôle des pneus cuits : (figure 7)

Après cuisson, le pneumatique est acheminé vers les divers contrôles de réception. Certains contrôles sont systématiques, d'autres sont statistiques. Ces contrôles permettent de garantir la qualité du produit et sa conformité aux référentiels de qualité : nous en citons les contrôles ultrasons, d'uniformité, d'architecture, de radioscopie, et de radiographie.

Une fois tous les contrôles effectués, le pneu peut être stocké pour être commercialisé.



Figure 2 – Plaquettes des mélanges.



Figure 3 – Préparation des skims sur calandre.



Figure 4 – Assemblage sur PAP.

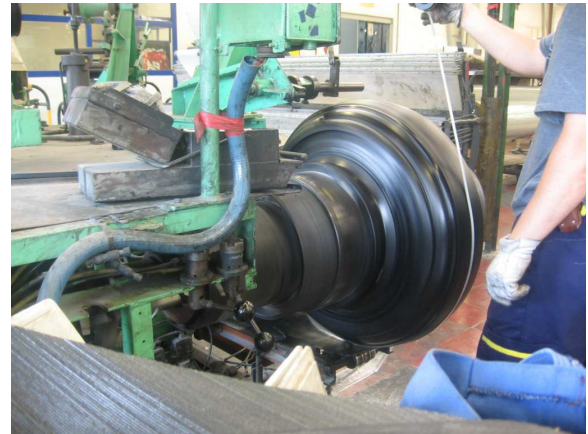


Figure 5 – Conformation sur BNS.



Figure 6 – Pneu cuit dans une presse.



Figure 7 – Contrôle ultrason des pneus.

La fabrication du pneumatique à Michelin Algérie est organisée en plusieurs Ateliers. Nous présentons dans le schéma suivant un synoptique des ateliers.

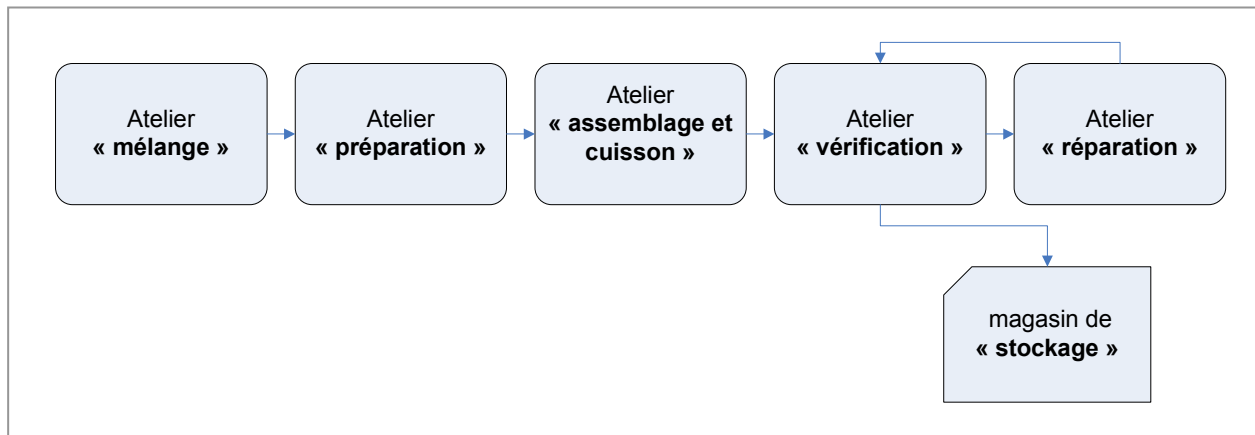


Figure 8 – Synoptique des ateliers.

5. Localisation et objet de l'AMDEC :

Pour faciliter la mise en place de la démarche de progrès continu à Michelin Algérie, il est essentiel d'utiliser un référentiel commun, et donc la même méthode dans toute l'usine. Pour ce faire, L'AMDEC est appliquée tout d'abord sur deux types de machines :

- **La trancheuse de gomme 20 tonnes** : en amont du processus de production ;
- **Les presses de cuisson Guilin** : en aval du processus de production.

Nous les localisons dans l'ordinogramme page **24** (objets distingués en rouge)

L'AMDEC est appliquée séparément sur ces deux types de machines. Puis la méthode utilisée est validée puis transposée sur tout le parc machine de l'usine, dans le but :

« D'optimiser les moyens et l'organisation de la maintenance afin de garantir une disponibilité maximum de l'outil de production ».

La transposition de la méthode se fait essentiellement sur :

- La démarche pour la délimitation des systèmes à étudier,
- La démarche de la décomposition fonctionnelle,
- La logique de construction des barèmes de cotation,
- Les conclusions concernant les moyens et l'organisation de la fonction maintenance, généralisées à partir des deux cas traités séparément.

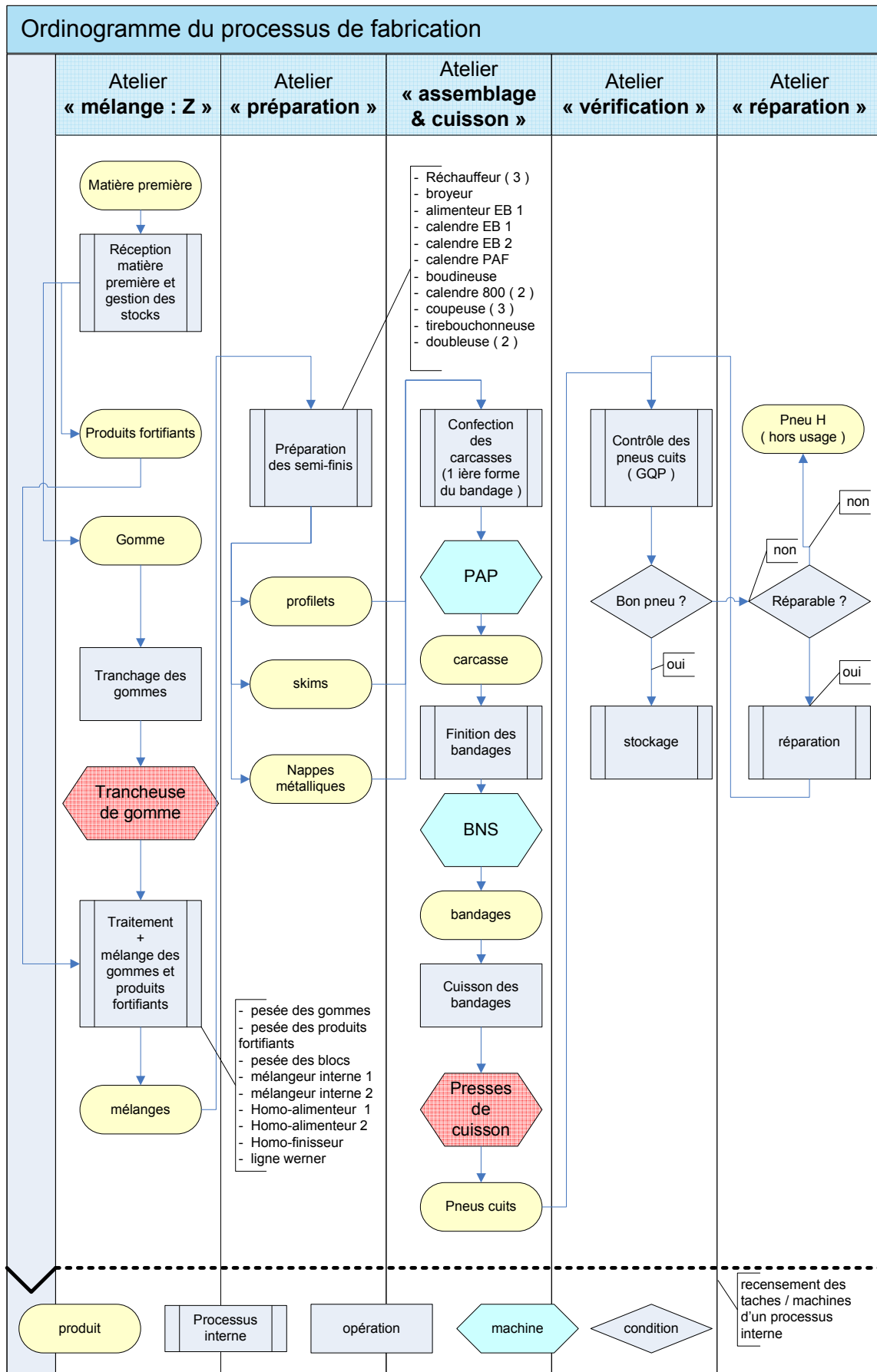


Figure 9 – Ordinogramme du processus de fabrication.

6. Organisation de la fonction maintenance :

La maintenance à Michelin Algérie est répartie en **trois secteurs de maintenance** relatifs aux ateliers de production, présentés sur le schéma qui suit. Un **central** opère à la demande de chaque secteur de maintenance comme service de soutien d'une part et exécutant les gros travaux d'autres parts. L'appel à **la sous-traitance** pour des travaux très spécifiques et non courants. [Arc 2, BEN 2005]

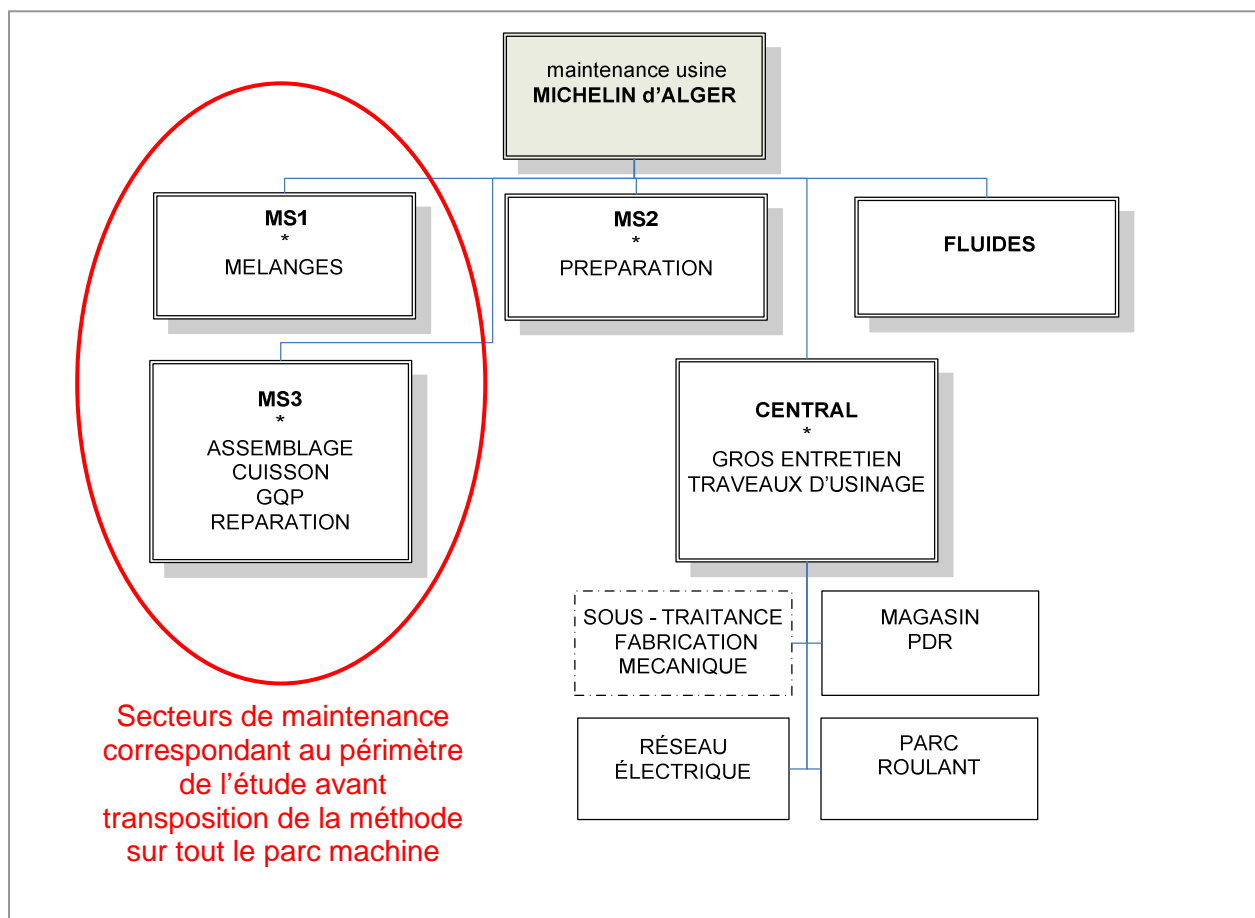


Figure 10 – Organisation de la fonction maintenance à Michelin Algérie.

Ainsi, Michelin Algérie porte son intérêt sur la fonction maintenance, dans un contexte de parc constitué de machines anciennes et d'autres prototypes nouvelles. Ceci est dans le but d'améliorer la disponibilité de ces machines, pour fabriquer un produit aussi complexe que le pneumatique. Pour ce faire, nous nous appuyons sur la méthode AMDEC que nous vous présentons dans le chapitre suivant.

Chapitre II :

DEVELOPPEMENT DE L'AMDEC

Dans le présent chapitre, nous définissons l'analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités à travers son historique, son approche et ses caractéristiques. Puis nous traitons ses différents types pour enfin énoncer la méthodologie retenue pour l'AMDEC qui fait l'objet de notre projet de fin d'étude.

1. Historique de la méthode : [Web 1]

La méthode initiale est appelée analyse des modes de défaillances et de leurs effets (AMDE). Il s'agit d'une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement : fiabilité, maintenabilité, disponibilité et sécurité. Au début des années soixante, l'AMDE est développée aux Etats-Unis dans l'industrie aéronautique, en ajoutant l'estimation de la dimension critique des risques. Puis elle a pris son essor en Europe au cours des années soixante-dix dans l'industrie nucléaire, chimique et automobile. Dans les années quatre-vingt, les constructeurs français d'automobiles introduisent des clauses de fiabilité dans les contrats avec les fournisseurs des composants pour les automobiles d'une part, et avec les fournisseurs des machines et équipements de production, d'autres parts. Dans ce dernier cas, les clauses prévoient généralement la réalisation de l'AMDEC.

2. Définition de l'AMDEC : [RIO 1994, Arc 1]

L'AMDEC est une méthode qui permet **l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un système considéré, l'estimation des risques liés à l'apparition de ses défaillances par l'évaluation de leur criticité pour la préparation des plans d'actions pour réduire, voir éliminer les mécanismes de défaillance.**

Telle son appellation, cette méthode s'articule autour des points suivants :

- Rechercher les défaillances ou les dysfonctionnements potentiels susceptibles d'affecter le système ; ce sont les **modes de défaillances**, en répondant à la question :

Qu'est ce qui pourrait aller mal ?

- Analyser les conséquences de ces défaillances, identifier les situations qui en résulteraient ; ce sont les **effets potentiels**, en répondant à la question :

Quels pourraient être les effets ?

- Evaluer le niveau de **gravité de ces effets**, en répondant à la question :
Quelle est la gravité relative des effets ?

- Recenser les **causes possibles** de ces dysfonctionnements, en répondant à la question :
Quelles pourraient être les causes ?

- Evaluer l'**occurrence** ou l'**apparition** des défaillances, en répondant à la question :
Quelle est la probabilité relative d'apparition des couples mode / cause ?

- Recenser les **moyens de détections** possibles, en répondant à la question :
Comment faire pour détecter les mécanismes de défaillance ?

- Evaluer la **non détection**, en répondant à la question :
Quelle est l'efficacité relative des moyens de détection ?

- Evaluer l'indice de **criticité** des dysfonctionnements en **combinant gravité, apparition et non détection**. Cet indice permet de répondre à la question :
Quelle est la priorité des points listés ?

- Savoir comment et sur quoi agir, quelles **mesures** envisager dans le cas où ces situations apparaissent comme inacceptables et critiques.

Cette méthode offre un cadre de travail rigoureux en groupe pluridisciplinaire associant les compétences et expériences de l'ensemble des acteurs et crée une synergie autour d'une préoccupation commune : atteindre l'objectif fixé au préalable. Celui-ci dépend du système sur lequel on effectue l'étude et donc du type d'AMDEC appliquée d'une part, et des attentes des demandeurs de l'étude d'autre part.

Nous verrons plus en détail les objectifs de l'AMDEC maintenance qui fait l'objet de notre projet de fin d'études, lorsque nous traiterons les différents types d'AMDEC.

Il est à noter que l'AMDEC doit être mise à jour périodiquement pour prendre en compte les évolutions et réévaluer les risques potentiels de défaillances, dans une perspective d'amélioration en continue, et doit donc bien s'inscrire dans la DPCM (démarche de progrès continu Michelin).

3. Caractéristiques essentielles de l'AMDEC :

L'AMDEC est une méthode inverse de celle mise en œuvre pour la conception, puisqu'elle est réalisée pour analyser comment un système conçu peut être amené à ne pas fonctionner et quelles seront les conséquences de ses dysfonctionnements sur tout l'environnement qui l'entoure. L'AMDEC est une **méthode d'analyse inductive rigoureuse** qui permet une recherche systématique :

- Des modes de défaillances du système,
- Des causes de défaillances générant les modes de défaillance,
- Des conséquences de ces défaillances sur le système et son environnement,
- Des moyens de détection pour la prévention et / ou la correction des défaillances. [Arc1]

La méthode est qualifiée d'inductive, car son point de départ est la recherche des événements élémentaires pour en déduire les conséquences finales. Par opposition, les méthodes déductives consistent à analyser la conséquence finale pour en rechercher les événements élémentaires.

L'AMDEC est une méthode de travail en groupe qui réunit les compétences et expériences dans les domaines des études, des méthodes, de la maintenance, de la fabrication et de la qualité. La création du groupe de travail permet l'apport « vivant » de la connaissance, de l'expérience et du bon sens. Elle permet également la réunion des personnes qui n'ont pas tendance à se rencontrer naturellement dans un esprit constructif. La constitution du groupe de travail est donc indispensable pour atteindre l'objectif tracé. [Arc 1]

Notons qu'à la différence des approches probabilistes, l'AMDEC est une méthode fiabiliste pouvant ne pas faire appel à l'historique des dysfonctionnements et au calcul probabiliste. En effet, le déroulement de l'AMDEC est essentiellement basé sur l'expérience et les connaissances du groupe de travail.

Ce constat fait que la méthode répond bien au cas des machines **prototypes** à traiter dans ce projet de fin d'étude. Rappelons qu'une machine prototype est une machine en période de surveillance afin de détecter les défauts de conception, d'adaptation et de qualité. Des modifications améliorantes peuvent être introduites pour adapter la machine aux besoins industriels spécifiques de l'usine.

4. Les différents types de l'AMDEC : [FAU 2004, LAN 2002, Arc 1]

A. L'AMDEC produit :

L'AMDEC produit est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'actions correctives sur la conception et préventives sur l'industrialisation. Le mieux serait donc, de l'appliquer le plus tôt possible, dès que les premiers choix sont faits et avant qu'ils soient figés définitivement.

Cette technique d'analyse préventive comprend :

- La recherche des fonctions non satisfaites du produit analysé, provoqués par sa conception et sa définition,
- L'évaluation de leurs effets potentiels pour le client,
- L'identification des causes possibles liées à la conception et à la définition du produit,
- La recherche d'actions préventives pertinentes.

Cette méthode a donc comme principaux objectifs :

- D'apporter des modifications de conception,
- De déterminer les paramètres importants pour les performances de l'ensemble,
- De définir les points critiques du produit : les paramètres de sécurité et de réglementation,
- D'optimiser les séquences de tests, ou d'essais et aider à bâtir un plan de validation,
- De commencer à penser aux modalités de fabrication, d'assemblage, de réparation et de transport.

B. L'AMDEC procédé :

L'AMDEC procédé est utilisée pour étudier les défauts potentiels d'un produit nouveau ou non, engendrés par le processus de fabrication. Elle est mise en œuvre pour évaluer et hiérarchiser les défauts potentiels d'un produit dont les causes potentielles proviennent d'un processus ou procédé : de fabrication, de conditionnement, de transport, de magasinage, de contrôle ou de distribution.

S'il s'agit d'un nouveau procédé, l'AMDEC procédé en permettra l'optimisation, en visant la suppression des causes de défauts pouvant agir négativement sur le produit. S'il s'agit d'un procédé existant, l'AMDEC procédé en permettra l'amélioration.

Cette technique d'analyse préventive comprend :

- La recherche des non-conformités d'un produit provoquées par un procédé,
- L'évaluation de leurs effets potentiels pour un client (de l'opération suivante ou de l'usine avale ou finale),
- L'identification des causes possibles,
- La recherche d'actions préventives et d'améliorations pertinentes.

Cette méthode d'analyse est applicable :

- A tous les processus de transformation ou d'assemblage d'un produit (semi-fini ou fini) ou au matériel, dans toute la chaîne logistique.
- Lors de l'établissement d'un plan qualité :
 - Pour les procédés nouveaux quand ils sont suffisamment définis à l'état de projet,
 - Pour les procédés existants retenus pour la fabrication de produits nouveaux à l'état de projet,
 - Pour les procédés existants fabriquant des produits en marche courante, afin de les faire évoluer en continu pour répondre aux exigences de la clientèle.
- A toutes les opérations élémentaires qui composent le processus :
 - Toutes les opérations de transformation avec valeur ajoutée au produit,
 - Toutes les autres opérations n'apportant pas de valeur ajoutée au produit : (Réception matière, identification, manutention, stockage, contrôle, transport, conditionnement, remise à la norme, expédition).

Il est à noter que l'AMDEC procédé se situe après que les choix techniques du produit (pour satisfaire le cahier des charges) soient faits. On sait comment et de quoi est constitué le produit, alors on peut envisager de définir le procédé de fabrication. La méthode a donc pour objectifs :

- Faire le lien entre les caractéristiques critiques du produit et les paramètres du procédé,
- Apporter des modifications sur le procédé et l'optimiser,
- Définir les points critiques du procédé,
- Eventuellement proposer des changements en conception,
- Aider à bâtir un plan de contrôle ou de surveillance.

C. L'AMDEC service :

Un service est considéré comme un produit immatériel, répondant aux besoins d'un bénéficiaire ou d'un client. La prestation du service, activité nécessaire pour fournir ce service, peut être donc assimilée à un procédé. L'AMDEC service analyse :

- Comment les prestations de service pourraient générer un service non conforme aux attentes du bénéficiaire ou du client,
- Les conséquences sur le bénéficiaire ou le client,
- Les différentes fonctions attendues du service et qui ne seront pas satisfaites.

L'AMDEC service a donc pour objectifs de :

- Définir les points critiques,
- Proposer des changements sur le service ou sur la prestation,
- Optimiser, voir créer les contrôles.

D. L'AMDEC moyen de production :

L'AMDEC moyen de production, le plus souvent appelée AMDEC machine, permet de réaliser l'étude du moyen de production lors de sa conception ou pendant sa phase d'exploitation. Ce choix dépend de l'objectif de l'analyse :

- Si l'objectif de l'étude est de **fiabiliser la conception et la définition de la machine** ; on parlera alors « d'AMDEC machine de conception ». Elle permet de faire le recensement et l'analyse des risques potentiels de défaillance, dont la conséquence est d'altérer la performance globale du dispositif de production. Cette dernière peut se mesurer par une disponibilité faible du moyen de production.

Dans ce cas de figure, l'analyse est conduite sur la base des plans.

Le résultat est généralement :

- Une modification de la conception,
- Un listing des pièces de rechange,
- Une planification de la maintenance préventive.

- Si l'objectif est d'**améliorer les éléments de sûreté de fonctionnement d'une machine en cours d'exploitation** ; on parlera alors « d'AMDEC maintenance ».

La réalisation d'une AMDEC permet l'analyse des causes réelles de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production. Cette dernière se mesure par une disponibilité faible du moyen de production. Les causes de défaillances recherchées peuvent être liées à la conception et à la définition de la machine, à sa fabrication et son installation, ou à son utilisation et sa maintenance. Dans ce cas de figure, l'analyse est conduite sur le site, avec des récapitulatifs des pannes et des schémas.

L'examen critique des défaillances pour l'amélioration de la **sûreté de fonctionnement : sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité** des machines en phase d'exploitation n'est pas une fin en soi, mais un moyen pour atteindre un objectif plus reconnaissable : celui de maîtriser un aspect des risques que rencontre l'entreprise pour améliorer la productivité. [Arc 5] La maîtrise des risques relatifs à la maintenance peut se traduire par une : « optimisation des moyens et de l'organisation de la maintenance », soit à titre non exhaustif, par :

- L'amélioration de la fiabilité intrinsèque de la machine, en apportant des modifications à sa conception,
- La disposition des pièces de rechange et des outillages adaptés,
- La disposition des procédures ou aides minimisant les temps d'immobilisation du moyen par la diminution du temps d'intervention (diagnostic, réparation, ou échange et remise en service),
- La formation du personnel de maintenance,
- L'adaptation de la maintenance préventive, afin de réduire la probabilité d'apparition des pannes.

Il est à noter que l'AMDEC moyen de production est applicable à toute machine ou partie de machine ou à un ensemble de machines à l'état de projet ou existant déjà.

5. La sûreté de fonctionnement : [Arc 5]

Le terme « sûreté de fonctionnement » recouvre l'ensemble des moyens qui permettent de se donner et de transmettre une confiance justifiée dans le succès d'un projet, d'une activité et son innocuité. La sûreté de fonctionnement consiste à ne pas considérer un système uniquement à

travers son cahier des charges mais aussi à travers les comportements outre ceux pour lesquels il a été conçu. L'application de ce principe met donc la présence de nombreuses éventualités d'échecs ou d'accidents. Cependant, il y a l'attitude qui consiste à les ignorer et celle qui consiste à les éliminer totalement. La sûreté de fonctionnement consiste à remplacer le choix binaire entre ces deux extrêmes, souvent coûteux, par le choix continu entre toutes les positions intermédiaires.

Entre la connaissance déterministe que la panne va toucher tel composant à tel moment et l'ignorance totale, il y a des connaissances incomplètes ou incertaines. La sûreté de fonctionnement, loin de les écarter, les exploite. En vertu de son principe, la sûreté de fonctionnement tend à « tout prévoir », qu'il ne faut pas confondre avec « empêcher tout accident ». Elle tend à prendre en compte toute information accessible, offre les meilleures garanties possibles que choix et décisions ont pu être faits et pris en toute connaissance de cause. Utiliser la sûreté de fonctionnement, c'est donc rechercher et exploiter les informations relatives aux événements non voulus : pannes, agressions ou aléas et les prendre en compte pour des décisions plus fines, plus justes, inspirant plus confiance.

La démarche, le raisonnement « sûreté de fonctionnement » s'appuient sur quelques notions de base, que nous avons déjà énoncées. Nous allons parcourir ce vocabulaire de base pour bien comprendre l'objectif de notre projet. Tout d'abord, revoyons le fondement de la sûreté de fonctionnement : **C'est l'aptitude d'une entité à satisfaire une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données.** On notera que ce concept peut englober la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité, la sécurité, la durabilité ou des combinaisons de ces aptitudes.

A. Fiabilité :

Aptitude d'une entité à accomplir les fonctions requises dans des conditions données pendant une durée donnée. La fiabilité se réfère à une expression de besoins. On ne peut parler de fiabilité qu'après avoir exprimé ce que l'on attend de l'entité considérée. C'est un point essentiel qui peut se traduire par l'existence de plusieurs fiabilités pour la même entité selon le point de vue auquel on se place ; si plusieurs personnes ont des exigences à l'égard de l'entité, ils ont donc chacun leur notion de fiabilité. Chacune est légitime ; chaque fois que l'on va parler de la fiabilité de l'entité, il importe de s'assurer que les fonctions requises sont identifiées.

La fiabilité n'a de sens que dans certaines limites des conditions de fonctionnement de l'entité. Il importe de les préciser : On peut associer à une même entité plusieurs fiabilités correspondant aux mêmes fonctions requises, mais à des conditions d'utilisation différentes. En effet, ce qui différencie la fiabilité des notions : maintenabilité et disponibilité, que nous allons voir, est sa relation avec le temps. La fiabilité est la notion qui caractérise la continuité, l'absence d'interruption du service attendu. C'est la rareté des défaillances.

B. Maintenabilité :

Aptitude d'une entité à être remise en état, par une maintenance donnée, d'accomplir des fonctions requises dans les conditions données. La maintenabilité ne se différencie de la fiabilité que sur ce dernier point : elle caractérise la rapidité de reprise du service attendu après interruption. La maintenabilité, c'est la brièveté des pannes. On ne peut s'entendre sur la maintenabilité qu'après avoir explicité les moyens : procédures, outils et organisations mis en œuvre pour remettre l'entité en état d'assurer son service. De ce fait, ce n'est pas a priori une grandeur intrinsèque à l'entité. Mais à conditions d'utilisation données, à moyens de maintenance fixés, c'est une caractéristique de l'entité.

C. Disponibilité :

Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir les fonctions requises dans les conditions données. La disponibilité est une synthèse de la fiabilité et de la maintenabilité ; c'est la proportion du temps passé en état de remplir les fonctions requises dans les conditions données. L'indisponibilité, son complément, est la proportion du temps passé en panne.

Pendant longtemps, et encore dans la majorité des publications, la disponibilité était placée sur le même plan que la fiabilité et la maintenabilité. Résultant de « l'addition » de celles-ci, elle représentait la proportion du temps où l'entité est apte à rendre le service. Pour une entité non réparable, elle ne se distinguait pas vraiment de la fiabilité. Pour une entité réparable, elle était d'autant meilleure que les pannes étaient plus rares (fiabilité) et plus courtes (maintenabilité).

De plus en plus, l'intérêt de cette notion apparaît comme une synthèse des notions élémentaires de fiabilité et de maintenabilité, faisant le lien entre ces notions nécessaires aux fiabilistes et la qualité de service telle qu'elle peut être perçue par un client ou un utilisateur. Ainsi, la

disponibilité résultant, pour un système réparable, en partie de la maintenabilité : il est nécessaire de souligner l'importance de la détermination des moyens de la maintenance.

D. Sécurité :

Aptitude d'une entité à ne pas causer de dommages dans des conditions données ou à ne pas faire apparaître, dans des conditions données, des événements critiques ou catastrophiques.

Un apport essentiel de la sûreté de fonctionnement est d'intégrer la sécurité aux fiabilité, maintenabilité et disponibilité dans une approche globale. C'est un apport, parce que cela n'a pas toujours été de soi et que ça ne va toujours pas de soi dans de nombreux domaines : En effet l'objectif de ce projet de fin d'étude qui nous a été énoncé comme suit :

« **Optimisation des moyens et de l'organisation de la maintenance pour garantir une disponibilité maximum** » ne tient pas compte de l'aspect sécurité pour les utilisateurs et l'environnement des machines, mais prend en considération les défaillances des sécurités machines et leur impact sur la disponibilité des moyens de production. Ceci est à la demande de l'entreprise.

L'AMDEC correspondant à ce projet et demandée par Michelin Algérie est une **AMDEC maintenance** sur des **machines en exploitation**. Toutefois cette AMDEC est spécifique au cas de l'usine d'Algérie car, comme nous le précisons dans les problématiques des deux applications, les deux machines choisies sont des « **prototypes** ».

Pour bien mener l'AMDEC, il est primordial de développer une méthodologie pour l'étude. Nous présentons dans ce qui suit la méthodologie retenue pour ce projet. Cette dernière, inspirée de la documentation consultée, est adaptée aux cas pratiques de l'usine au fur et mesure de l'avancement de l'étude. Elle prend en compte le cadre, les conditions et les contraintes rencontrées au cours du stage.

6. Méthodologie de l'AMDEC maintenance :

[FAU 2004, LAN 2002, RIO 1994, Arc 1, Web 1, Web 2, Web 3]

La méthodologie retenue pour mener l'AMDEC chez Michelin Algérie est commune aux deux cas traités et constitue la référence pour l'organisation et le déroulement du travail. Elle s'articule autour de cinq principales étapes présentées dans le schéma suivant.

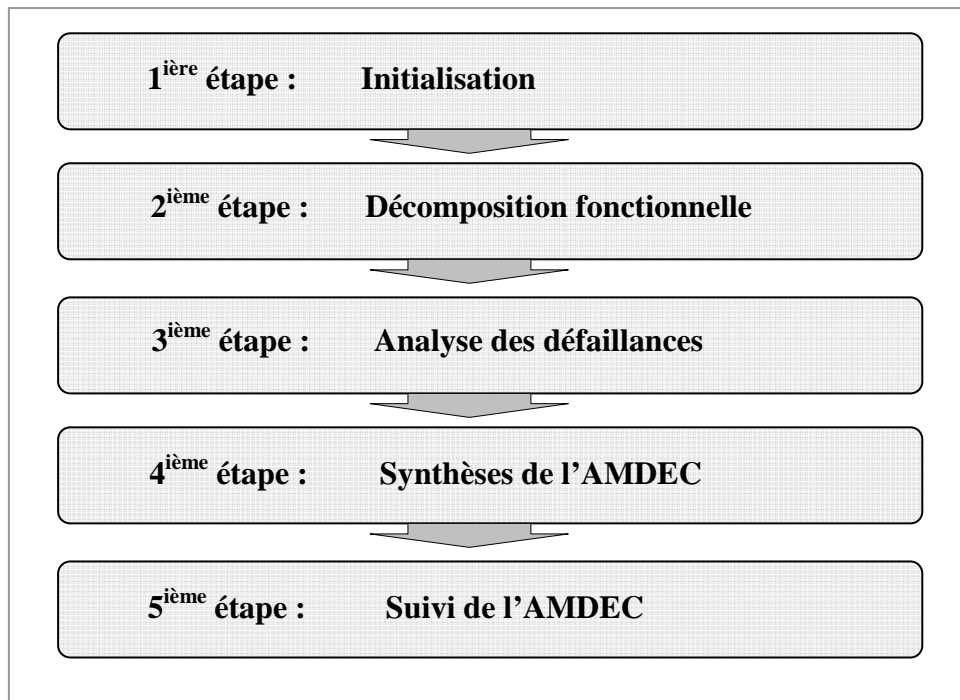


Figure 11 – Les principales étapes de la méthodologie AMDEC ¹.

1^{ère} étape : Initialisation

Il s'agit de mettre en œuvre l'AMDEC. L'objectif est de commencer l'étude sur des bases solides et bien établies, clairement définies pour tout le groupe de travail. L'initialisation est donc une étape primordiale. Elle est menée par l'animateur en collaboration avec le responsable de l'étude, puis précisée avec le groupe de travail.

Le travail dans cette étape consiste à poser clairement le problème, définir le contenu et les limites de l'étude, réunir tous les documents et informations nécessaires à son bon déroulement.

Voici une démarche pour initialiser l'AMDEC :

¹ inspiré de [RIO 1994] et [Arc 1]

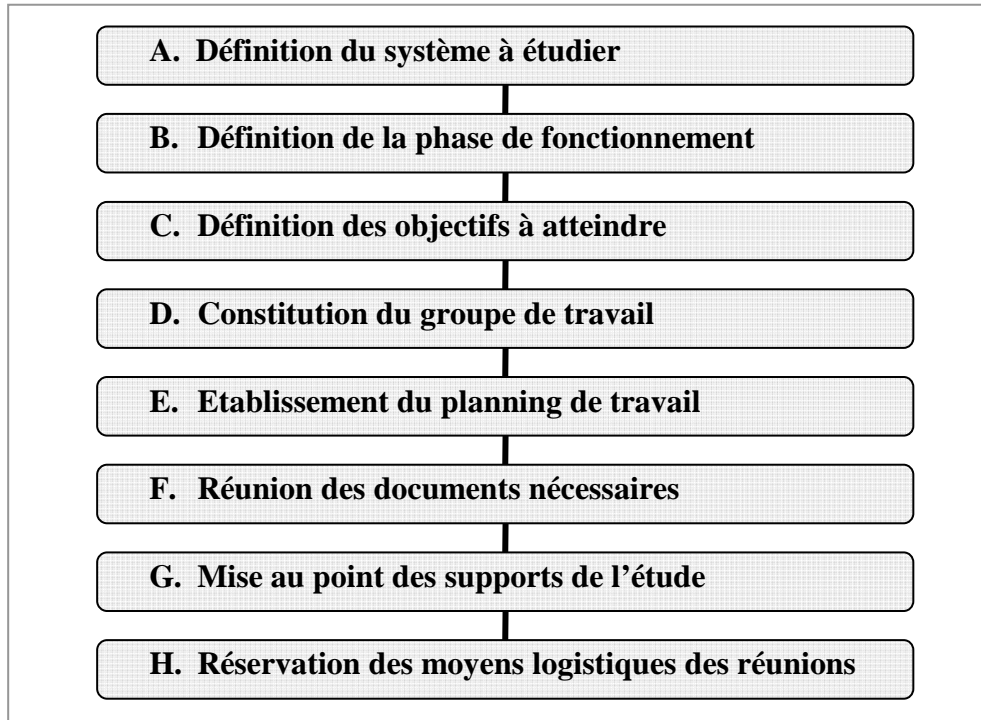


Figure 12 – Démarche pour l'initialisation de l'AMDEC ².

A. Définition du système à étudier :

Il s'agit de définir le système à étudier en tant que machine complète ou sous-ensemble de la machine. Le champ de l'étude doit être délimité avec précision ; en déterminant les frontières du système.

B. Définition de la phase de fonctionnement :

La phase de fonctionnement d'un système est caractérisée par une mission à accomplir et des conditions d'environnement spécifiques. Pratiquement en AMDEC, nous nous intéressons aux phases de travail les plus pénalisantes pour le système étudié.

C. Définition des objectifs à atteindre :

L'AMDEC doit être centrée sur les objectifs précis à atteindre. Ils peuvent être exprimés en terme d'amélioration de disponibilité, fiabilité, maintenabilité, sécurité du système. On détermine aussi les limites de l'étude en terme de délai de l'étude et niveau de précision,

² inspiré de [RIO 1994] et [Arc 1]

D. Constitution du groupe de travail :

L'AMDEC se déroule au sein d'un groupe de travail multidisciplinaire et plurifonctionnel, composé de personnes responsables et concernées pouvant apporter des informations nécessaires à l'analyse, grâce à leurs connaissances techniques ou à leurs expériences sur des moyens similaires. L'AMDEC nécessite une mise en commun d'informations, suivant une méthodologie partagée ; la communication et la synergie du groupe de travail jouent des rôles importants pour l'efficacité de l'étude. Nous présentons à présent les principaux acteurs intervenant en AMDEC :

- **Le demandeur** : c'est la personne ou structure qui prend l'initiative de déclencher l'étude. Il la choisit.

- **Le décideur** : c'est la personne responsable dans l'entreprise, du sujet étudié, qui en dernier recours, et à défaut de consensus, exerce le choix définitif. Le rôle du décideur est prépondérant dans le démarrage de l'étude, cependant le suivi est aussi de sa responsabilité. Il doit essentiellement :

- Fixer les objectifs de l'étude,
- Fixer le cadre et les limites de l'étude, décider des délais et des coûts,
- Faire les arbitrages qui s'imposent, en l'occurrence entre membres du groupe.

- **Le pilote technique** : A l'image de son qualificatif, il est techniquement responsable du résultat de l'AMDEC devant son encadrement, cependant il délègue l'animation à un collègue : l'animateur du groupe.

- **L'animateur** : Garant et dépositaire de l'AMDEC, il a le poids de l'animation et l'organisation au quotidien du groupe de travail, et la responsabilité de constituer le dossier préalable avant le démarrage de l'AMDEC. Il précise l'ordre du jour des réunions et assure le suivi de l'étude. Il joue éventuellement les rôles d'administrateur et secrétaire avec l'apport de l'outil informatique en temps réel.

L'animateur pilote l'équipe en conduisant les réunions : il pose les questions du processus d'AMDEC, que nous verrons ultérieurement, et recherche par la suite un consensus dans le groupe de par les différentes interventions ; c'est le mode de fonctionnement de base du groupe.

- **Les experts techniques** : responsables et compétents, ayant la connaissance du système à étudier et pouvant apporter les informations nécessaires à l'analyse. Ils interviennent à la demande de l'animateur lorsque le besoin s'en fait sentir ; en répondant aux questions qui se posent.

Pour ce faire, le groupe pluridisciplinaire peut comporter des représentants des services suivants : La maintenance, la qualité, la production, le bureau d'étude, l'approvisionnement, l'organisation.

Le nombre de participants dans le groupe dépend de la capacité de l'animateur à gérer l'effectif. Souvent, sont constitués des groupes de 5 à 8 personnes avec un « noyau dur » de 4 à 5 personnes permanentes, auquel se joindront des experts techniques, au fur et à mesure du déroulement de l'AMDEC.

E. Etablissement du planning de travail :

Le déroulement de la méthode doit être planifié en terme de :

- Prévision du nombre et durée des réunions,
- Intégration des séquences de synthèses et de bilan,
- Etablissement d'un échéancier des tâches répertorié selon les étapes, en accord avec les objectifs et limites de l'étude fixés à priori.

F. Réunion des documents nécessaires :

Plusieurs documents sont à réunir tels que : les relevés des incidents sur le moyen de production étudié, les plans et les schémas.

G. Mise au point des supports de l'étude :

Il s'agit de préparer :

- Le cahier des charges de l'étude,
- Le tableau de saisie AMDEC maintenance,
- Les grilles et la méthode de cotation de la criticité en fonction des objectifs recherchés,
- Les feuilles de synthèse.

Le tableau de saisie est à remplir par le rédacteur, en l'occurrence l'animateur, au cours de la « 3^{ème} étape » au fur et à mesure de la réflexion du groupe de travail. Les grilles de cotation sont utilisées pour l'évaluation de la criticité. Le seuil de criticité admissible est aussi défini à priori. Par contre les feuilles de synthèse sont établies en fin d'étude. Nous parlerons plus en détail de ces différents supports, par la suite, à chaque étape qui les implique. Ces documents constituent les « dossiers AMDEC ». Ils reflètent l'état des connaissances sur les dysfonctionnements du système à un moment donné. Un progiciel ou un tableur peuvent être utilisés par le rédacteur pour faciliter la mise à jour des dossiers.

H. Réserve des moyens logistiques des réunions :

Il s'agit de réserver les salles de réunion avec le matériel nécessaire.

A la fin de cette étape, nous pouvons synthétiser les informations recueillies dans une fiche de synthèse que l'on appelle cahier des charges de l'étude. Nous ne présentons pas d'exemple de fiche à ce stade mais nous réservons le détail pour chaque application de l'étude AMDEC.

Une fois l'AMDEC initialisée, nous pouvons passer à la seconde étape : la décomposition fonctionnelle du système à étudier.

2^{ème} étape : Décomposition fonctionnelle

Pour analyser les défaillances et les risques de dysfonctionnement d'un système, il est nécessaire auparavant de bien identifier à quoi doit servir ce système : c'est à dire de bien identifier toutes les fonctions que ce système doit remplir durant son cycle de vie.

Cette étape est donc indispensable : elle permet l'exhaustivité de l'étude, mais aussi l'utilisation d'un vocabulaire commun à tous les participants du groupe. Elle peut être menée de manière plus ou moins détaillée selon les besoins.

La décomposition fonctionnelle de la machine se prépare hors réunion du groupe, avec la collaboration de la personne connaissant le mieux la machine. Puis, elle est présentée au groupe, complétée et validée dans les réunions.

En AMDEC machine et plus particulièrement en AMDEC maintenance, la décomposition fonctionnelle est effectuée tout d'abord par un découpage du système en blocs « fonctionnels » ou « matériels », sous une forme arborescente, selon autant de niveaux que nécessaire. On définit aussi bien le niveau de l'étude que les éléments à traiter correspondants. En général, on applique l'analyse aux organes constitutifs et certains composants élémentaires pour lesquels on dispose de suffisamment d'informations.

Ce découpage permet de situer les éléments étudiés dans la structure générale du système traité et préciser jusqu'à quel niveau de l'élément va porter l'étude. En second lieu, on identifie la fonction réalisée par chaque composant dans le fonctionnement normal du dispositif étudié. La fonction est l'action attendue du composant (ou réalisée par lui) pour répondre à un besoin donné. A titre illustratif, voici une : « représentation arborescente » d'une machine.

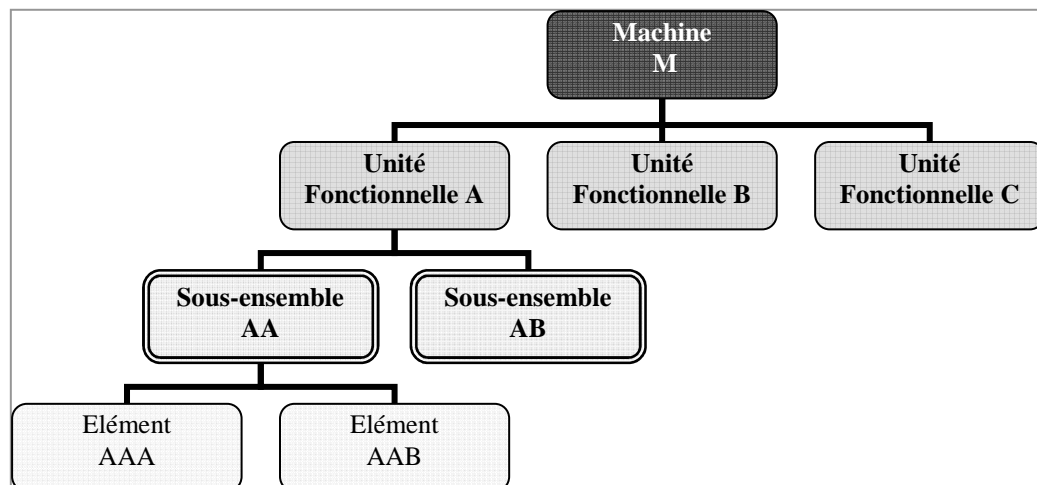


Figure 13 – Représentation arborescente d'une machine. [RIO 1994]

3^{ème} étape : Analyse des défaillances

Cette étape représente l'analyse AMDEC proprement dite : le travail consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels de la machine, mettre en évidence les points critiques et proposer des actions correctives pour y remédier. L'analyse des défaillances est menée élément par élément, au niveau de détail choisi. C'est le travail essentiel de l'étude où la synergie du groupe joue son rôle, avec l'aide de l'animateur. On utilise le tableau AMDEC machine comme support de travail à ce stade ; il est à remplir au fur et à mesure de l'avancement de la réflexion du groupe. Le processus AMDEC peut être schématisé comme suit.

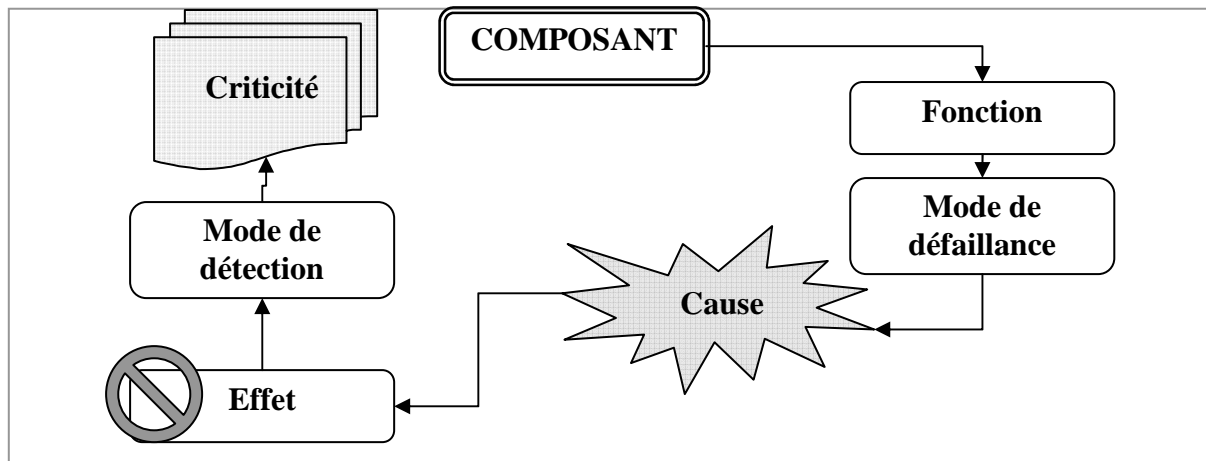


Figure 14 – Processus AMDEC. [Arc 1]

La démarche de déroulement du processus AMDEC est présentée ci-dessous

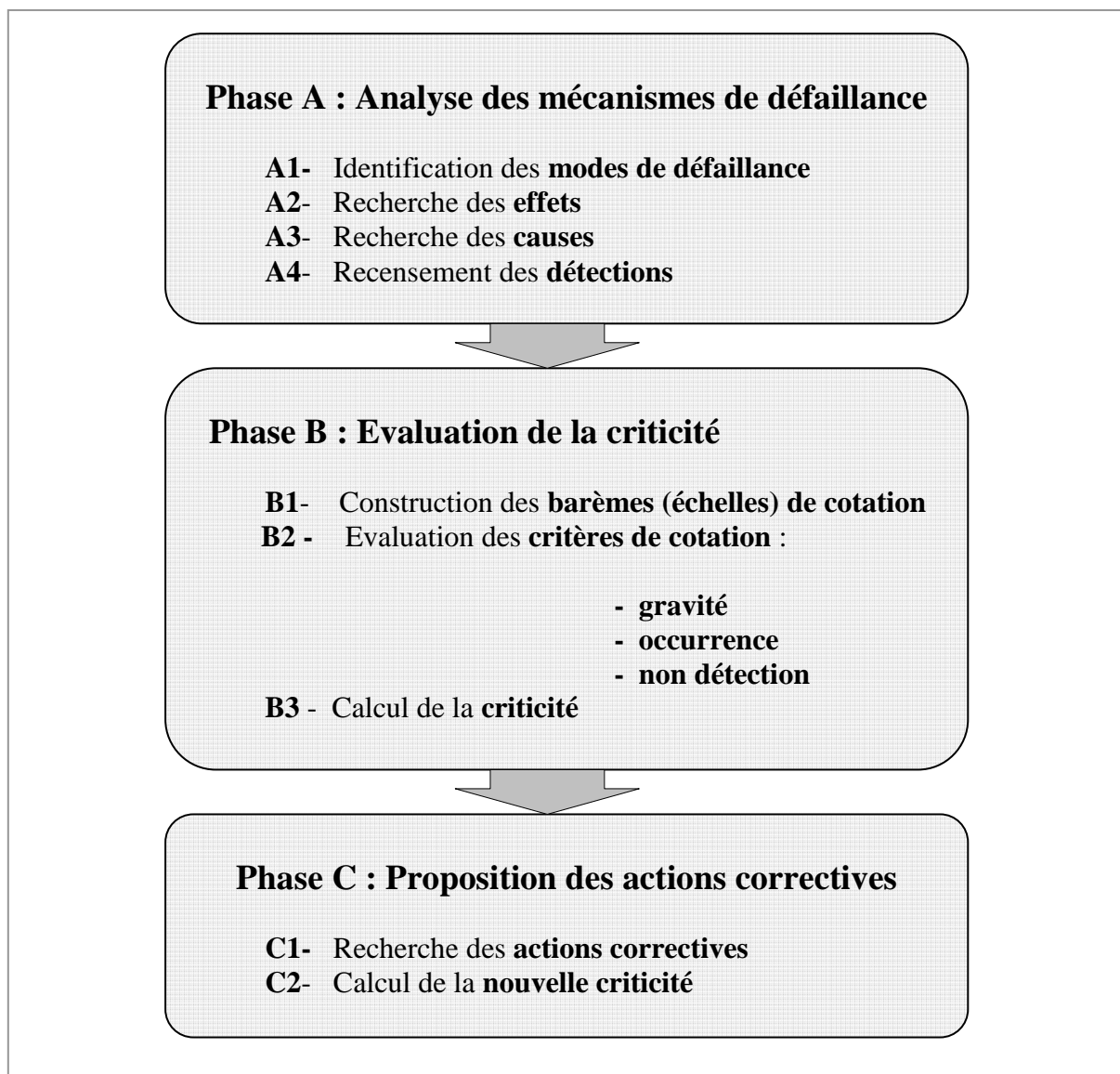


Figure 15 – Démarche de l'analyse des défaillances ³.

³ inspiré de [RIO 1994]

Phase A : Analyse des mécanismes de défaillance :

Cette phase consiste à examiner comment et pourquoi les fonctions de la machine risquent de ne plus être assurées correctement. Il s'agit d'une étude purement qualitative. On identifie les mécanismes de défaillance des éléments de la machine de manière exhaustive, pour la phase de fonctionnement considérée et au niveau d'analyse choisi. L'analyse des mécanismes de défaillances se base sur l'état actuel de la machine au moment de l'étude.

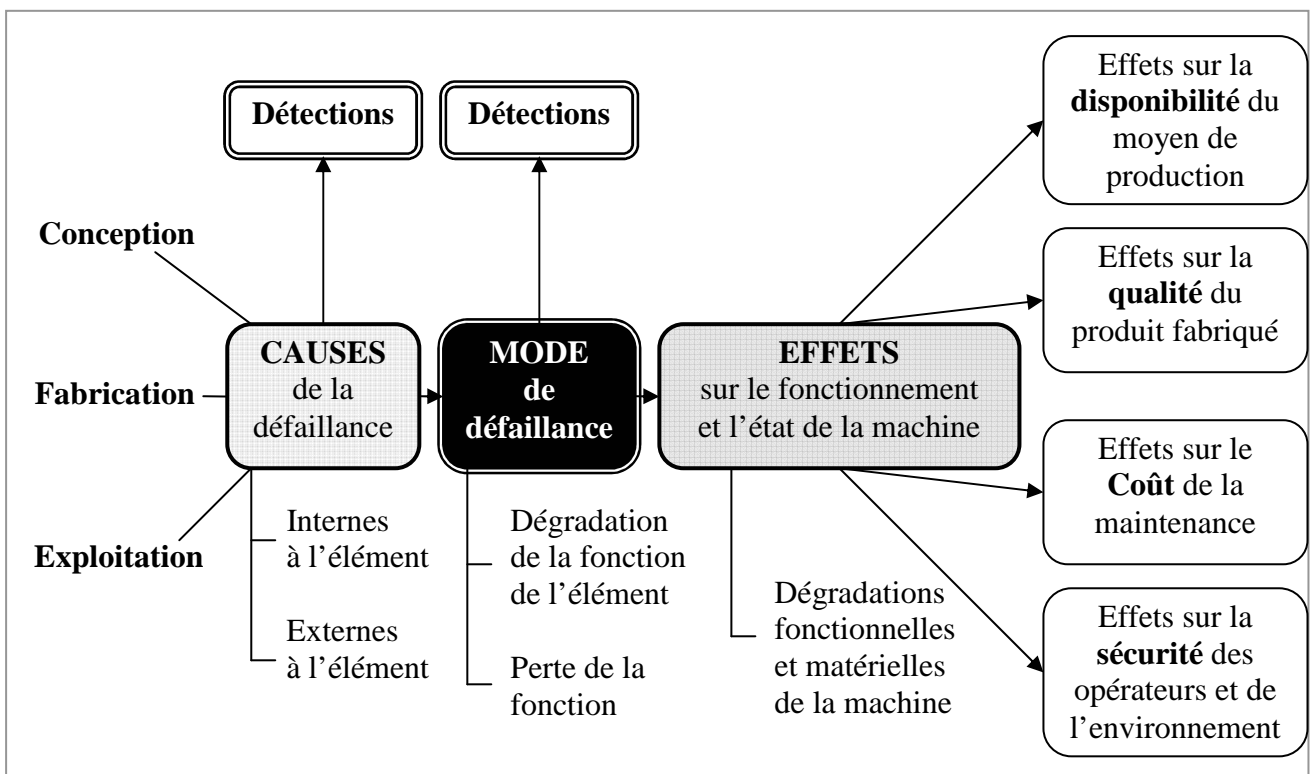


Figure 16 – Mécanisme de défaillance. [RIO 1994]

A1 – Identification des modes de défaillances :

Il s'agit d'identifier les modes de défaillances de l'élément en relation avec les fonctions à assurer. Un mode de défaillance correspond à la manière dont l'élément peut être amené à ne plus assurer sa fonction : c'est un dysfonctionnement conduisant à la non satisfaction partielle ou totale de la fonction. Il peut se propager d'un élément à un autre et également évoluer au cours du temps. A chaque fonction, on peut associer un ou plusieurs modes de défaillance ; ils sont exprimés en termes physiques.

On s'intéresse essentiellement aux modes de défaillances déjà constatés sur la machine ou sur des machines similaires et aux modes de défaillances jamais survenus mais potentiellement probables avec une gravité sévère. Nous verrons dans la « phase B » la signification d'une gravité sévère.

A2 – Recherche des effets :

Il s'agit de rechercher les conséquences possibles du mode de défaillance subies par l'utilisateur. Les effets sont associés aux couples (mode / cause) et correspondent à la perception finale de la défaillance par l'utilisateur. On peut noter des effets sur :

- Le fonctionnement et l'état matériel des divers niveaux de découpage de la machine (dégradations matérielles et fonctionnelles),
- La disponibilité du moyen de production,
- La qualité des produits fabriqués,
- La sécurité du personnel,

A3 – Recherche des causes :

Si l'on cherche ultérieurement à éliminer ou réduire le risque d'apparition du mode de défaillance, il serait en effet, intéressant d'en avoir identifié les causes, pour savoir sur quoi agir. Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un élément par l'intermédiaire de son mode de défaillance : c'est la circonstance qui provoque ou peut provoquer ce dernier.

Les causes peuvent être liées à la conception, à la fabrication, à l'installation, à l'utilisation ou à la maintenance des moyens de production. Elles peuvent être internes ou externes à l'élément. A un mode de défaillance, peuvent correspondre plusieurs causes possibles. Réciproquement, une cause peut générer plusieurs modes de défaillance. En pratique, la recherche se fait le plus en amont possible ; on note dans le tableau AMDEC les causes primaires de défaillance. On peut éventuellement utiliser la méthode des 5M⁴ fondée sur le diagramme d'Ichikawa⁵.

⁴ Matière, Main d'œuvre, Matériel, Milieu, Méthode.

⁵ Diagramme en arêtes de poisson destiné à collecter et organiser en familles les causes possibles d'un problème traité.

A4 – Recensement des détections :

Une cause ou un mode de défaillance étant supposé apparu, le mode de détection est la manière par laquelle un utilisateur est susceptible de détecter sa présence avant que le mécanisme de défaillance ne soit produit complètement, c'est-à-dire bien avant que l'effet de la défaillance ne puisse se produire. Une détection est un phénomène, un paramètre physique, une anomalie ou des symptômes, pouvant être observés, détectés ou mesurés de manière précoce et traduisant l'apparition, la propagation ou l'évolution d'un mécanisme de défaillance.

Elle concerne donc un mode ou une cause de défaillance :

- Toute cause observable de défaillance ou anomalie liée à la construction (conception, fabrication, montage, installation),
- Indice, signe avant-coureur, symptôme de dégradation pouvant être observé par l'utilisateur ou détecté lors de l'exploitation,
- Défaillance d'un autre élément (avant propagation),
- Résultat d'un examen (visuel, auditif ou autre), d'un test ou d'une mesure lors des visites préventives.

La détection doit pouvoir permettre une intervention préventive pour éviter que le mécanisme de défaillance n'atteigne l'utilisateur, donc avant l'effet indiqué.

Une fois cette phase terminée et donc les mécanismes de défaillances : mode/cause, effet, détection déterminés pour chaque élément du système remplissant une fonction bien précise, on procède à l'évaluation de la criticité.

Phase B : Evaluation de la criticité :

Cette phase consiste à déterminer la criticité des défaillances de chaque élément. La criticité est une évaluation quantitative du risque de la défaillance constitué par le scénario : Mode / cause, effet et détection. Elle est évaluée à partir de la combinaison de trois facteurs indépendants :

- La probabilité d'apparition du couple mode / cause,
- La gravité de l'effet,
- La possibilité d'utiliser les signes de détection.

A partir de ces trois facteurs, on détermine des critères de cotation. Pour chaque critère on attribue un niveau (une note ou un indice) grâce aux barèmes (grille) de cotation. Un niveau de criticité en est ensuite déduit, ce qui permet de hiérarchiser les défaillances et d'identifier les points critiques. L'évaluation de la criticité se fonde sur l'état actuel ou prévu de la machine au moment de l'étude. Les critères de criticité s'expriment dans le tableau AMDEC par leurs niveaux respectifs.

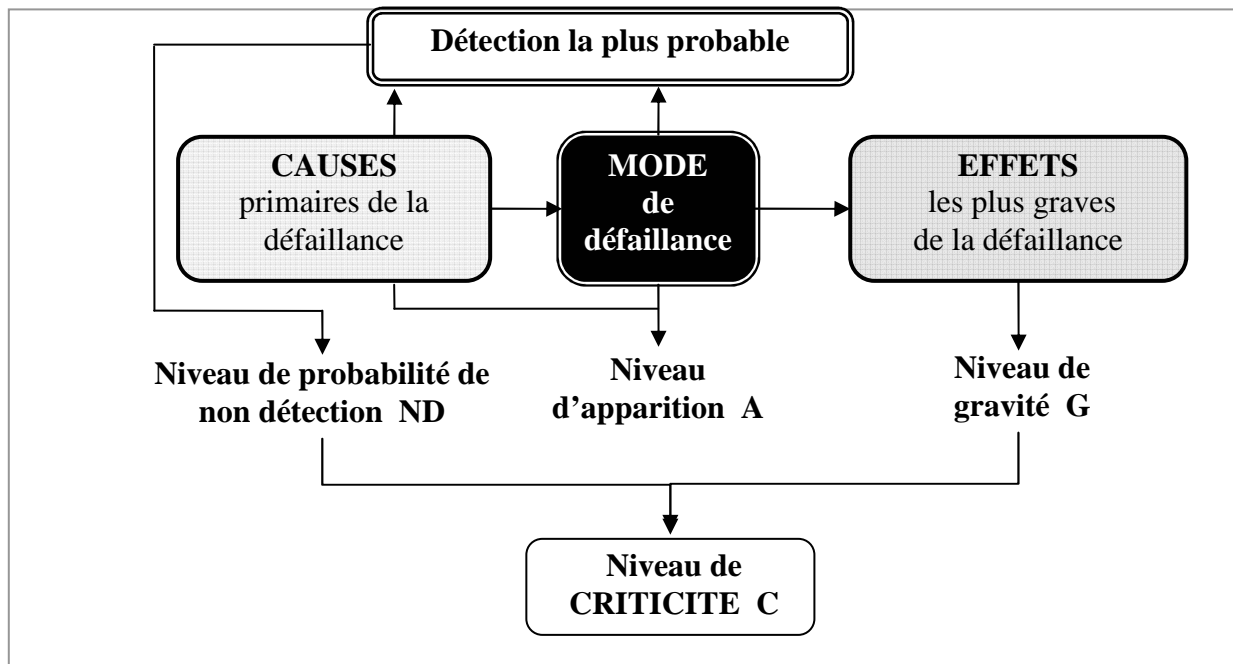


Figure 17 – Principe d'évaluation de la criticité. [RIO 1994]

B1 – Construction des barèmes (échelles) de cotation :

Pour pouvoir juger une défaillance sur un critère, il est nécessaire de construire une échelle selon un repère : cela constitue un barème de cotation. Ainsi, à chaque critère de cotation, en l'occurrence :

- La probabilité d'apparition du couple mode / cause,
- La gravité de l'effet,
- La probabilité de non détection.

Correspond un barème de cotation. Ce barème est une grille à différents niveaux ; le plus souvent à quatre, cinq ou dix selon les cas. La construction de ces barèmes s'appuie essentiellement

sur l'objectif de l'étude, les connaissances des membres du groupe sur les dysfonctionnements et l'historique des pannes et les retours d'expérience.

Nous présentons à présent, à titre illustratif, trois barèmes de cotation correspondant respectivement aux critères : la probabilité d'apparition du couple mode / cause, la gravité de l'effet et la probabilité de non détection du mécanisme de défaillance :

Tableau 1 – Indice d'apparition A. [Arc 1]

Valeur de A	Probabilité d'apparition de la défaillance
1	Défaillance pratiquement inexistante sur des installations similaires en exploitation, au plus un défaut sur la durée de vie de l'installation.
2	Défaillance rarement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par an) Ou Composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions sont théoriquement réunies pour prévenir la défaillance, mais il n'y a pas d'expérience sur du matériel similaire.
3	Défaillance occasionnellement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par trimestre).
4	Défaillance fréquemment apparue sur un composant connu ou sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par mois) Ou Composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions ne sont pas réunies pour prévenir la défaillance, et il n'y a pas d'expérience sur du matériel similaire.

L'indice d'apparition A est établi pour chaque association : composant, mode, cause.

Ce barème doit être adapté au sujet traité, il doit permettre de couvrir les apparitions les moins fréquentes (selon l'exemple : note = 1) jusqu'aux apparitions les plus fréquentes (selon l'exemple : note = 4).

Tableau 2 – Indice de gravité. [Arc 1]

Valeur de G	Gravité de la défaillance
1	Défaillance mineure : aucune dégradation notable du matériel (exemple : temps d'arrêt machine \leq 10 min).
2	Défaillance moyenne : nécessitant une remise en état de courte durée (exemple : 10 min \leq temps d'arrêt machine \leq 30 min).
3	Défaillance majeure : nécessitant une intervention de longue durée (exemple : 30 min \leq temps d'arrêt machine \leq 90 min) Ou Non-conformité du produit, constatée et corrigée par l'utilisateur du moyen de production.
4	Défaillance catastrophique très critique nécessitant une grande intervention (exemple : temps d'arrêt machine $>$ 90 min) Ou Non-conformité du produit, constatée par un client aval (interne à l'entreprise) Ou Dommages matériels importants (sécurité des biens).
5	Sécurité / Qualité : accident pouvant provoquer des problèmes de sécurité des personnes, lors du dysfonctionnement ou lors de l'intervention Ou Non-conformité du produit envoyé en clientèle.

L'effet de la défaillance s'exprime généralement en termes de durée d'arrêt, de non-conformité de pièces produites et de sécurité de l'opérateur. Ce barème doit être adapté au sujet traité, il doit permettre de couvrir les conséquences les moins graves (selon l'exemple : note = 1) jusqu'aux conséquences les plus graves (selon l'exemple : note = 5).

Tableau 3 – Indice de non détection. [Arc 1]

Valeur de ND	Non détection de la défaillance
1	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou du mode de défaillance, permettant ainsi d'éviter l'effet le plus grave provoqué par la défaillance pendant la production.
2	Il existe un signe avant-coureur ⁶ de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. La détection est exploitable.
3	La cause et / ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. La détection est faible.
4	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas sans détection.

B2 – Evaluation des critères de cotation :

L'évaluation des risques potentiels se traduit par le calcul de la criticité, à partir de l'évaluation des critères de cotation ; à savoir gravité, probabilité d'apparition et probabilité de non détection. On estime le niveau atteint par ces critères pour chaque combinaison : cause – mode – effet, en utilisant les barèmes de cotation définis au préalable.

Voici les trois critères utilisés en AMDEC, dont les indices correspondant à leurs évaluations doivent figurer dans les colonnes du tableau de l'étude.

⁶ Bruit, vibrations, accélération, jeu anormal, échauffement, visuel et autres signes

- Gravité :

C'est la gravité des conséquences des effets potentiels, ressentis par l'utilisateur de la machine, compte tenu des actions de réduction des effets mises en œuvre (ou envisagées) au moment de l'étude. La gravité est notée à l'aide du barème qu'on utilise et s'exprime sous différents aspects :

- Dégradation matérielle et fonctionnelle de la machine,
- Taux de disponibilité de la machine ou de la ligne (durée d'arrêt),
- Non-conformité du produit fabriqué,
- Coût de la maintenance,
- Sécurité des opérateurs,
- Répercussion sur l'environnement.

En cas d'impossibilité d'évaluer la gravité, c'est la note maximum qui est attribuée, cependant il serait plus judicieux de lever le doute ultérieurement.

- Apparition :

C'est la probabilité que la cause potentielle de défaillance survienne et qu'elle entraîne le mode de défaillance considéré. Ceci quelle que soit la gravité des conséquences et compte tenu des actions de prévention mises en œuvre (ou envisagées) au moment de l'étude. L'apparition est notée selon le barème préétabli en fonction de l'objectif de l'étude, et est relative à la combinaison cause - mode.

En pratique l'apparition s'exprime par le nombre de défaillances de l'élément sur une période donnée. En cas de méconnaissance totale de l'apparition, c'est la note maximum qui est attribuée.

- Non détection :

C'est la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance (supposé apparu) avant qu'il n'atteigne l'utilisateur. Elle dépend d'une part de l'existence d'une anomalie observable de manière suffisamment précoce et d'autre part des actions de détection mises en œuvre (ou envisagées) au moment de l'étude. La non détection est notée selon le barème utilisé.

En cas de méconnaissance totale de la non détection, c'est la note maximum qui est attribuée.

Une fois les niveaux des critères (note ou indice) de cotation évalués, on peut procéder au calcul de la criticité.

B3 – Calcul de la criticité :

Il s'agit de calculer le niveau de criticité, pour chaque combinaison cause – mode – effet, à partir des niveaux atteints par les critères de cotation. La criticité représente l'indice de hiérarchisation résultant du produit des notes de gravité, d'apparition et de non détection. En effet, il permet de recenser celles dont le niveau de criticité est supérieur à une limite constante et caractéristique du dispositif considéré, et qui peut être contractuellement imposé. Dans ce cas les défaillances peuvent être classées en deux catégories par comparaison à ce seuil :

- **Défaillance critique** pour lesquelles $C \geq$ seuil de criticité,
- **Défaillance non critiques** pour lesquelles $C <$ seuil de criticité.

Souvent, on considère également comme critique une défaillance dont la gravité est importante (maximum), sauf si l'apparition et la non détection sont tout les deux égaux à 1.

Phase C : Proposition des actions correctives :

Cette phase consiste à proposer des actions ou mesures amélioratrices destinées à faire chuter la criticité des défaillances, en agissant sur un ou plusieurs des critères d'apparition, gravité et probabilité de non détection.

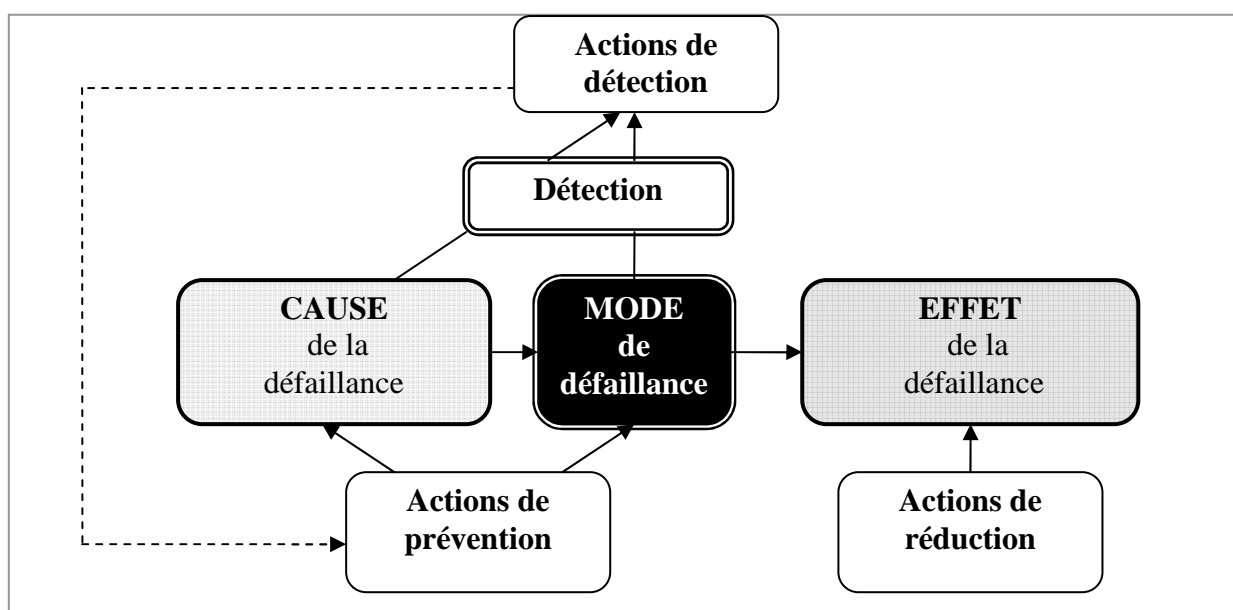


Figure 18 – Actions correctives. [RIO 1994]

C1 – Recherche des actions correctives :

Les actions correctives sont des moyens, dispositifs, procédures ou documents permettant la diminution de la valeur d'un ou de plusieurs niveaux : probabilité d'apparition, gravité, probabilité de non détection et par la suite la réduction de la criticité.

Plusieurs possibilités existent dans la recherche des actions selon les objectifs de l'étude :

- On ne s'intéresse qu'aux défaillances critiques,
- On s'intéresse à toutes les défaillances systématiquement,
- On oriente l'action à engager selon le niveau de criticité obtenu.

Aussi, nous pouvons observer trois types d'actions :

- Actions de prévention des défaillances :

Ce sont des actions pouvant être mises en œuvre pour éviter (ou limiter) l'apparition des causes ou modes de défaillance, ou supprimer les causes ou les modes existants. Elles permettent d'éviter que ces causes ou modes n'atteigne l'utilisateur. Elles ont pour objectif d'améliorer la fiabilité de la machine dès les phases de conception et fabrication ou en cours d'exploitation. Ces actions peuvent être orientées vers les conditions d'utilisation d'une part et la maintenance préventive systématique d'une autre part.

- Actions de détection préventive des défaillances :

Ce sont des actions pouvant être mises en œuvre pour détecter de manière précoce une anomalie (supposée apparue). Elles permettent de déclencher des actions de prévention et de faire chuter le niveau de probabilité de non détection : elles permettent une aide à la supervision par une maintenance préventive.

- Actions de réduction des effets :

Ces actions peuvent être mises en œuvre pour supprimer ou réduire les effets de la défaillance sur le système ou l'utilisateur. Elles permettent de faire chuter le niveau de gravité, en agissant souvent sur la maintenabilité ou sur l'aptitude à diagnostiquer et à réparer plus rapidement ; cela peut entraîner des modifications de conception.

Elles ont pour objectif de :

- Interrompre le plus tôt possible l'enchaînement des effets au niveau de la machine,
- Limiter les temps d'indisponibilité,
- Réduire les non-conformités des produits,
- Réduire les durées d'interventions et les coûts de maintenance corrective,
- Réduire les impacts sur la sécurité ou l'environnement.

Voici, à titre illustratif, quelques actions pour diminuer la criticité :

- Des modifications ou améliorations de la conception de l'installation, qui permettront :
 - Soit de rendre le moyen de production plus fiable (diminuer la fréquence d'apparition de l'aléa, augmenter la MTBF),
 - Soit de rendre le moyen de production plus maintenable (diminuer le temps d'immobilisation et donc le MTTR par la réduction des effets des défaillances, développer un système d'aide au diagnostic) ;
- Des dispositions organisationnelles concernant la maintenance ou la conduite de l'installation (exemple : définir la gamme de maintenance préventive, écrire les modes opératoires de réglage, gérer les stocks des pièces de rechange, former le personnel). Le choix du type d'action corrective à mettre en place doit être guidé par le critère le plus pénalisant dans la note de criticité. Par exemple, si la criticité d'une défaillance est élevée du fait de la fréquence, l'action corrective doit viser à diminuer prioritairement la fréquence.

Quand une action corrective ne peut permettre de ramener l'indice de gravité au dessus de la note maximum, le groupe de travail devra définir une action visant à maintenir ou à ramener les deux autres critères (apparition et non détection) à une valeur égale à 1. De la même manière, quand aucune action corrective ne permet de ramener l'indice d'apparition au dessous de la note maximum, l'action corrective définie par le groupe de travail doit permettre de ramener ou de maintenir les deux autres critères (gravité et non détection) à une valeur égale à 1.

C2 – Calcul de la nouvelle criticité :

Après proposition et analyse des mesures à engager, le groupe peut évaluer la nouvelle criticité pour juger de manière prévisionnelle de leur impact. En effet, la mise en place des actions correctives préconisées doit logiquement entraîner la réduction de la criticité de la défaillance

étudiée. Le mécanisme de défaillance s'en trouve modifié, voir éliminé, par la mise en place des actions. Cependant, il convient de prendre garde au fait qu'une modification de la machine peut engendrer de nouveaux dysfonctionnements qu'il est nécessaire d'analyser. Le calcul de la nouvelle criticité est basé sur l'estimation des nouveaux indices d'apparition, de gravité et de non détection en utilisant les mêmes barèmes ayant servis à la cotation initiale.

Une fois les actions correctives identifiées et déterminées, le décideur validera la mise en application des actions correctives proposées par le groupe, en tenant compte des délais prévus, des coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance.

4^{ème} étape : Synthèses de l'AMDEC

Cette étape consiste à effectuer une synthèse de l'étude et à fournir les éléments permettant de définir et lancer, en toute connaissance de cause, les actions à effectuer. Elle est essentielle pour récapituler l'analyse. Les synthèses sont effectuées à partir des informations consignées dans le tableau AMDEC. Voici une démarche pratique pour effectuer cette synthèse.

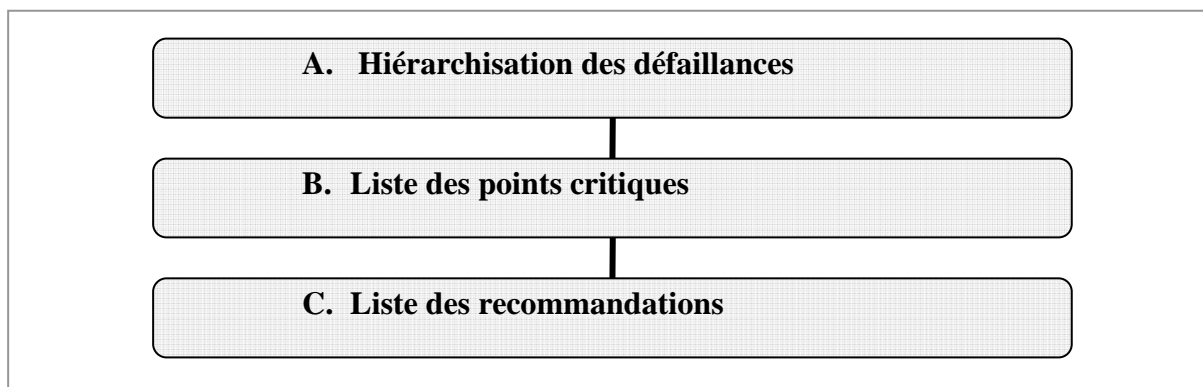


Figure 19 – Démarche pratique de synthèse. [RIO 1994]

A. Hiérarchisation des défaillances :

On peut classer les défaillances entre elles, selon leurs niveaux respectifs de probabilité d'apparition, gravité, probabilité de non détection ou encore selon leurs niveaux de criticité.

On peut établir divers classements :

- Liste des pannes résumées (défaillances ayant les mêmes conséquences),
- Liste des défaillances de cause commune,
- Classement des défaillances, causes et effets par catégories,
- Liste des symptômes ou anomalies observables par l'utilisateur.

On peut également utiliser des représentations graphiques, tel l'histogramme que nous présentons à titre illustratif :

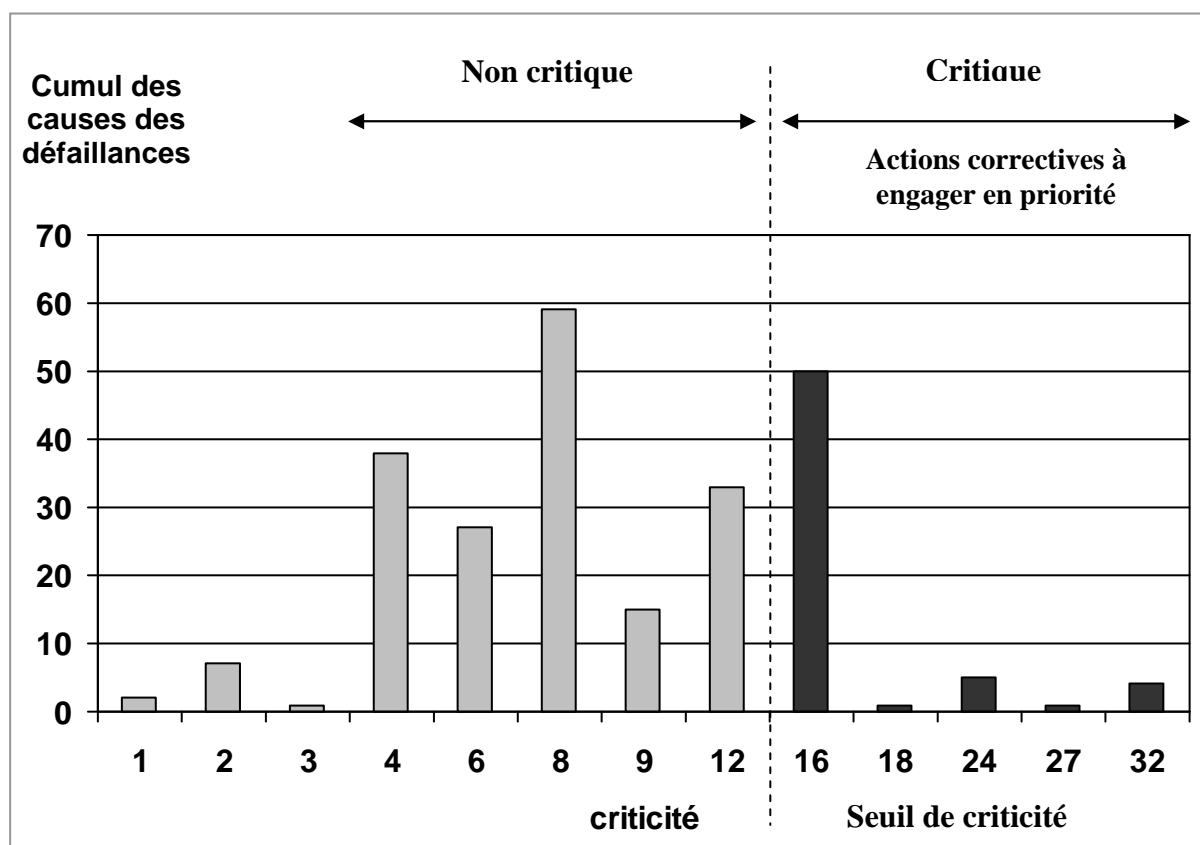


Figure 20 – Histogramme du nombre cumulé des causes de défaillance en fonction de la criticité.

B. Liste des points critiques :

Cette liste permet de recenser les éléments les plus critiques pour le bon fonctionnement du système.

C. Liste des recommandations :

Cette liste permet de recenser, voire de classer par ordre de priorité, les actions préconisées. Un plan d'action peut être établi avec des responsables désignés. On utilise souvent une grille d'aide à la décision dans laquelle on peut faire apparaître les critères de coût ou de difficulté de mise en place des actions à entreprendre.

5^{ème} étape : Suivi de l'AMDEC

Le suivi est un aspect fondamental pour le succès de la mise en œuvre de l'AMDEC. Pour toutes les mesures décidées, des responsables ont été désignés et un plan d'action permet de définir les actions précises découlant des modifications envisagées. Le suivi va permettre de vérifier que toutes les actions décidées ont été réalisées et que les nouvelles valeurs de criticité sont effectivement atteintes. Nous pouvons proposer la démarche suivante pour effectuer un suivi de l'AMDEC :

1. Etablir un planning pour mener les actions,
2. Veiller à la bonne application des mesures préconisées,
3. Approvisionner les moyens et ressources nécessaires à la réalisation des actions correctives,
4. Prendre en compte les mises à jour des tableaux AMDEC, de la documentation, des gammes de maintenance préventives et des listes de pièces de rechange et autres.

Cette dernière étape est d'une importance capitale car elle permet à la méthode de s'inscrire dans la démarche de l'amélioration en continue : cette logique va reposer sur la répétition à opérer pour mener à bien l'AMDEC. La pratique AMDEC doit être itérative, car c'est dans la répétition de cette méthode que se fait l'amélioration en continue, tout en traitant les dysfonctionnements potentiels des systèmes étudiés, et par la suite, en proposant des actions correctives afin d'y remédier durant le cycle de vie des machines. Celles-ci étant choisie par l'entreprise, nous présentons la première application de l'AMDEC sur la trancheuse de gommes 20 tonnes. Le déroulement de l'étude s'effectue selon la méthodologie énoncée ci-dessus.

Chapitre III :

AMDEC DE LA TRANCHEUSE DE GOMMES 20 TONNES

Ce chapitre est consacré à la première AMDEC relative à la trancheuse de gommages 20 tonnes. Nous présentons en premier lieu l'environnement de la machine : l'atelier des mélanges et le secteur de maintenance 1. Nous exposons ensuite la problématique de cette application. Avant de développer l'AMDEC, nous expliquons le cycle de tranchage et le principe de fonctionnement de la trancheuse de gommages.

1. Présentation de l'environnement de la trancheuse de gommages 20 tonnes :

1.1. L'atelier des mélanges :

La mission principale de l'atelier est la fabrication des mélanges. Sa capacité moyenne est de : 25 tonnes de mélanges / jour. Cette opération suit les étapes suivantes :

- La préparation de la gomme plastifiée :

Elle est obtenue suite au prétraitement de la gomme naturelle au niveau du mélangeur interne 2. La plastification qui n'est autre que la transformation de l'état élastique à l'état plastique, sert à réduire la taille des macromolécules de la gomme naturelle, pour une meilleure fixation du soufre incorporé par la suite.

- L'ajout des charges renforçantes :

Noir du carbone ou silice, produits chimiques qui confient au pneu les caractéristiques de résistance et dureté.

- La confection des blocks :

Ils sont obtenus par l'alliage : gomme plastifiée, soufre, huile, des produits accélérateurs ou activateurs introduits selon les caractéristiques du mélange à fabriquer. Ces produits sont vulcanisants, permettent la transformation de l'état plastique à l'état élastique. Bien que leur incorporation soit au niveau des homo-finisserie, la vulcanisation ne se passe réellement qu'au niveau des presses de cuisson.

Un autre type spécifique de mélange réalisé au niveau de l'atelier des mélanges est le butyle.

Il est conçu à partir de l'alliage : gomme synthétique, charges renforçantes, agents de protection et des produits actifs. Ce mélange est destiné à la confection de la gomme intérieure d'étanchéité de l'enveloppe. Son inconvénient majeur est le risque de pollution dès le moindre contact avec la gomme naturelle.

1.2. Organisation du secteur de maintenance 1 :

Ce secteur est chargé de la maintenance des machines de l'atelier des mélanges ainsi que le laboratoire garantie qualité matières. Nous schématisons son organisation ainsi :

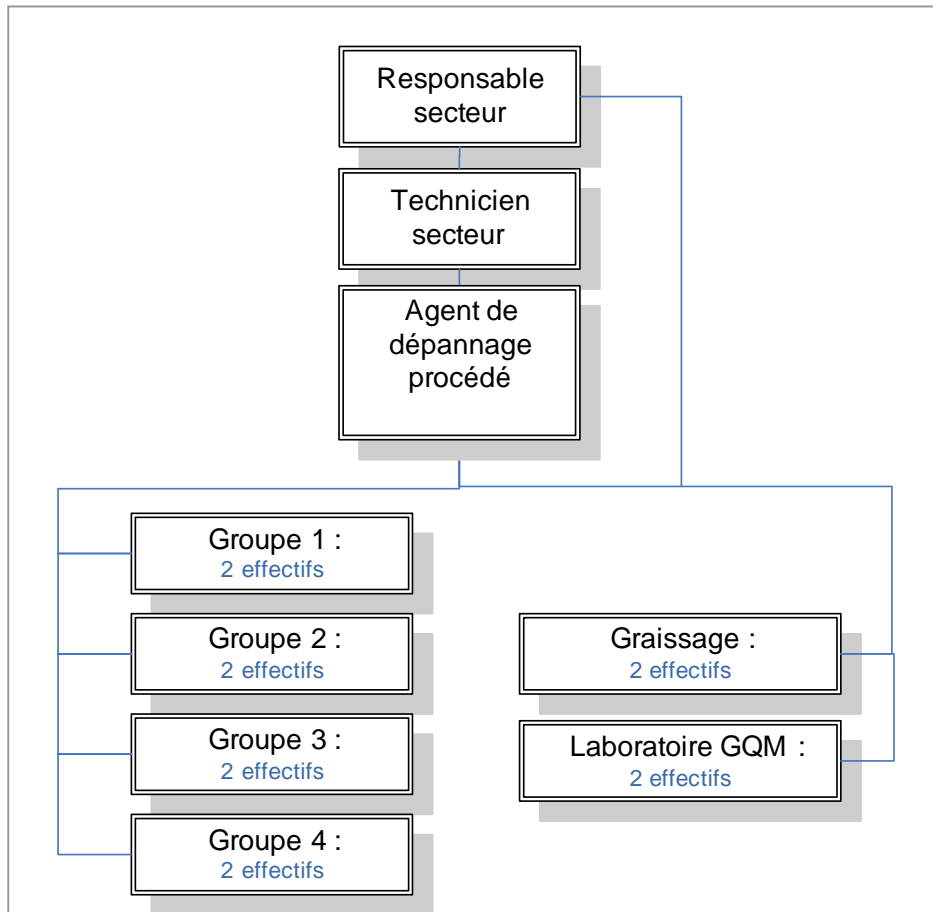


Figure 21 – Organigramme du secteur de maintenance 1.

2. Problématique de la machine :

L'AMDEC de la trancheuse de gommages 20 tonnes est jugée nécessaire pour les raisons suivantes :

- La machine est un prototype, unique et spécifique à Michelin Algérie. Plusieurs modifications sont introduites au fur et à mesure sur la machine pour remédier aux défauts de conception.
- Son modèle est beaucoup plus évolué et complexe par rapport à la trancheuse 6 tonnes.

- L'historique des pannes, des modifications introduites est bien connu par les agents de maintenance, d'où la possibilité d'une collaboration du service maintenance pour mener une étude AMDEC pour une machine en phase d'exploitation.

3. La trancheuse de gommages 20 tonnes :

La trancheuse de gommages a été réceptionnée le 21 Mai 2005 dans l'usine Michelin Algérie. Sa fonction principale consiste à couper les types de gommages suivantes :

- Les pains naturels noduleux TSR,
- Les balles naturelles feuilletées RSS,
- Les gommages synthétiques PBR.

3.1. Le cycle de tranchage :

- **Phase Approvisionnement : (figures 22, 23, 24, 25)**

- **Pains TSR ou de gomme synthétique :**

L'opérateur place 18 pains sur le tapis d'alimentation de la trancheuse à l'aide du préhenseur à ventouse.

- **Balles RSS :**

L'opérateur prépare un lot de 20 balles. Il place une balle sur le tapis d'alimentation à l'aide du palan et de la pince.

- **Phase tranchage : (figure 26)**

L'opérateur lance le cycle de coupe qui se déroule automatiquement. Les pains sont coupés en tranches. Les balles sont coupées en 4 tranches, récupérées par le trancheur à l'aide de la pince, puis placées sur le tapis d'alimentation afin de couper chaque tranche en 4 morceaux.

- **Phase évacuation et déchargement : (figure 27)**

Les tranches de gommages de masse environ 7 à 8 Kg, vont être évacuées dans le tunnel d'évacuation, puis récupérées par le trancheur dans le tapis de stockage. Ce dernier les disposera dans des caisses (ou chariots).

Elles seront par la suite destinées au mélange dans le mélangeur interne² pour en faire de la gomme plastifiée.



Figure 22 – Préhenseur à ventouse.

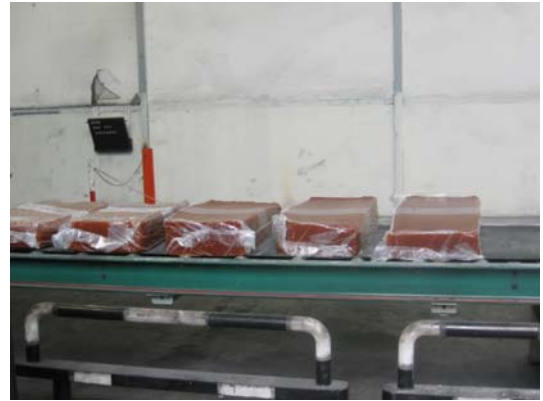


Figure 23 – Approvisionnement des GS.



Figure 24 – Palan.



Figure 25 – Approvisionnement des balles



Figure 26 – Tranche des balles.



Figure 27 – Evacuation des tranches.

3. 2. Principe de fonctionnement de la machine :

Nous exposons ci-dessous les principaux blocs fonctionnels intervenant dans le cycle de tranchage.

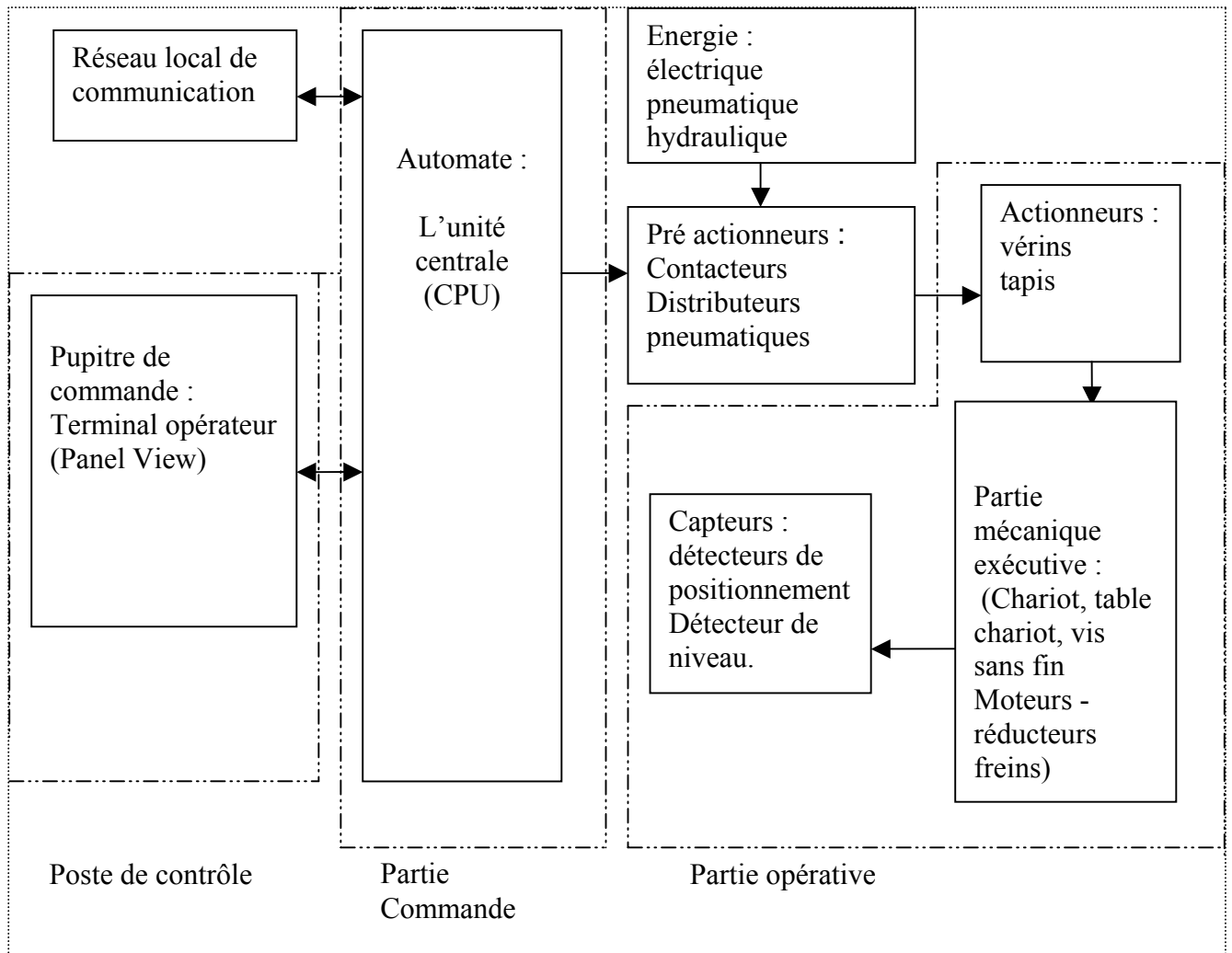


Figure 28 - Structure du système automatisé de la trancheuse de gommages 20 t ⁷.

Le fonctionnement de la machine se définit à travers les étapes suivantes :

- La disposition des gommages sur le tapis d'approvisionnement (avec les outils de manutention) et leur translation vers la table chariot.
- Le démarrage de la table rouleaux permettant l'avancement de la gomme.
- La descente du presseur pour la fixation de la gomme, puis celle de la lame pour la coupe.
- Evacuation sur le tunnel d'évacuation puis sur le tapis de stockage.

Pour plus de détails, nous schématisons le fonctionnement dans le grafcet global.

⁷ Inspiré de [Arc 4].

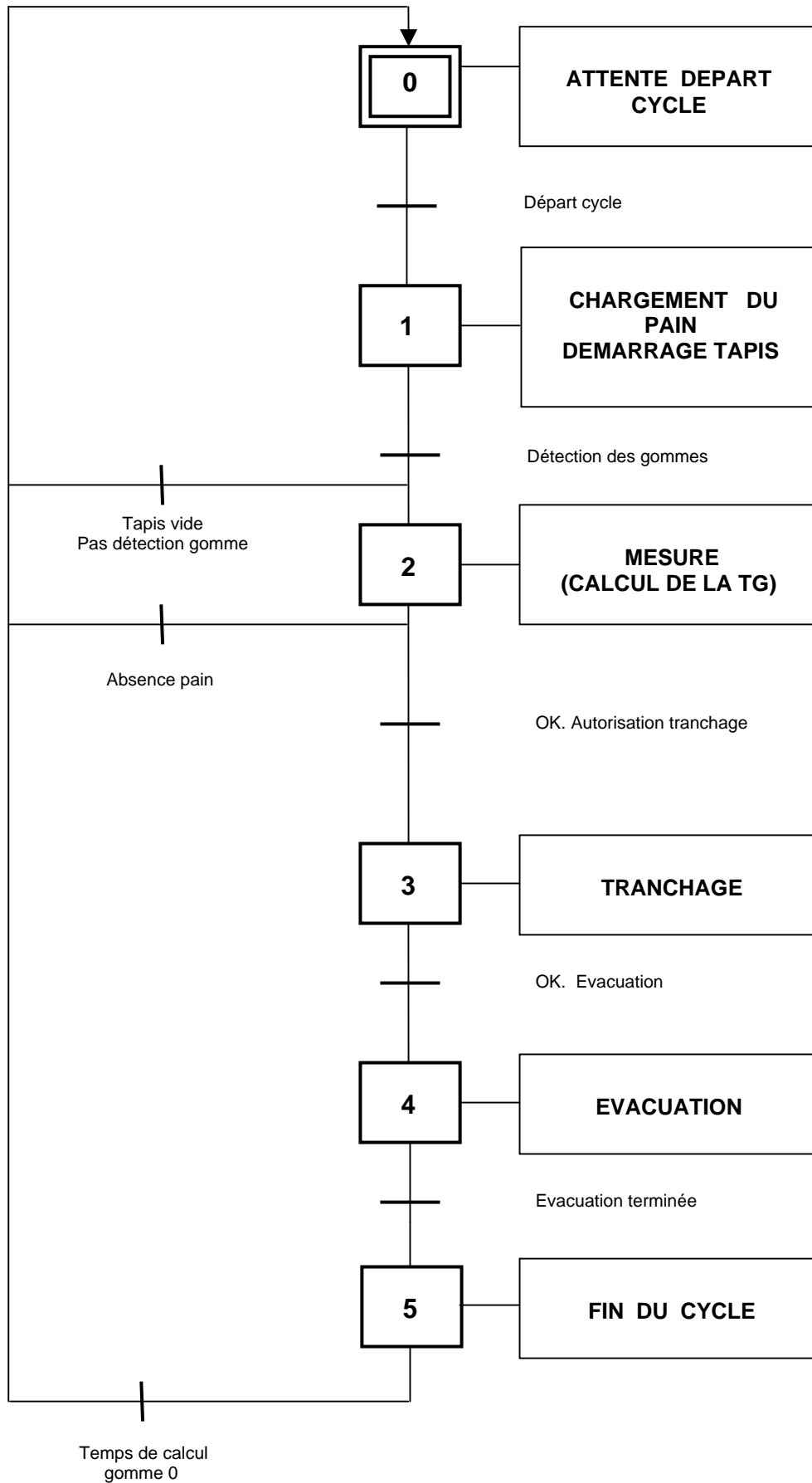


Figure 29 - Grafcet global de la trancheuse de gommages 20 t.

4. Développement de l'AMDEC :

1^{ère} étape : Initialisation

A. Définition du système à étudier :

Pour cette AMDEC, il s'agit d'étudier l'ensemble de la trancheuse de gommages, en incluant aussi les outils de manutention des gommages. (Le préhenseur à ventouse et le palan).

Nous précisons que le chariot élévateur ne fait pas partie de l'étude.

B. Définition de la phase de fonctionnement :

Il s'agit d'étudier la machine, dans sa phase de tranchage des pains ou des balles RSS.

Suite à la consultation de la synthèse TRS⁸ du poste tranchage, nous remarquons que 54% du temps d'arrêt machine est occasionné par des interventions de maintenance.

Ainsi, notre recherche sera orientée vers l'analyse des données du logiciel pilotage secteur qui rapporte un nombre important de pannes survenues suite à l'utilisation de la machine pour le tranchage des balles RSS. Ces deux constatations, complétées par la consultation de l'avis des agents de maintenance ainsi que les opérateurs sur machine (trancheurs) confirment pleinement que la coupe des balles RSS, est considérée comme étant le point le plus dégradant pour la machine.

C. Définition des objectifs à atteindre par le demandeur de l'étude :

L'objectif précisé dans cette étude est la maximisation de la disponibilité des machines.

D. Le groupe du travail :

Les acteurs principaux intervenant dans cette AMDEC sont :

- **Le demandeur** : Le directeur technique de l'usine.
- **Le décideur** : Le directeur technique de l'usine.

⁸ Document du service organisation.

- **Le pilote Technique** : L'organisateur des secteurs de maintenance et maître du stage.
- **L'animatrice** : La stagiaire.

Nous avons eu recours, pour réaliser l'AMDEC, aux éléments des services suivants :

- **Le secteur de maintenance 1** : agents de dépannage : électromécaniciens, électriciens, automaticiens, graisseurs, TMS, responsable secteur.
- **La fabrication** : le chef d'atelier des mélanges, les chefs d'équipes de production, les opérateurs machines (trancheurs).
- **La qualité** : techniciens qualité
- **Le bureau d'études** : ingénieur mécanique destiné pour l'atelier mélanges.
- **L'organisation et planning** : l'organisateur étude et l'organisateur industriel, technicien planning.
- **Le magasin** : le technicien pièces de rechanges.

E. Etablissement d'un planning de travail :

Pour dérouler l'AMDEC dans l'usine, nous avons établi un planning hebdomadaire des travaux et programmé des réunions avec le groupe. L'ordre du jour de ces réunions est fixé en fonction de l'avancement dans les étapes de la méthode et est communiqué à l'avance par mail à tous les participants.

Les séances de travail menées avec le personnel du secteur de maintenance pendant l'arrêt de la machine et en cours de dépannage, sont utiles pour :

- La décomposition de la machine
- L'explication des pannes, leurs causes, et leurs effets.
- La réalisation des essais et des démonstrations sur machine.

F. Réunion des documents nécessaires :

L'ensemble de documents ayant servi pour cette AMDEC sont :

- Le descriptif technique relatif aux machines de l'atelier des mélanges : qui inclue les caractéristiques techniques de la trancheuse de gommages 20 t.

- Dossier technique d'exploitation de la machine : contenant le graficet de fonctionnement, les schémas, plans et nomenclatures de tous les organes de la machine.
- Archives du pilotage secteur : historique des interventions sur la machine.
- Graphiques tirés du menu analyse technique : Pareto des symptômes pénalisants du points de vue : temps d'arrêt machine, temps passé en intervention ou nombre d'interventions.
- Des photos réalisées sur les différents blocs fonctionnels de la machine, ainsi que des vidéos au cours du cycle de tranchage.

G. Mise au point des supports de l'étude :

L'ensemble de ces documents est présenté dans la 2^{ème} partie.

- **Cahier de charge de l'étude et le planning suivi** : suite à la 1^{ère} étape : initialisation
- **Dossier machine** : suite à la 2^{ème} étape : décomposition fonctionnelle, fonctions des éléments non traités en AMDEC.
- **Grilles AMDEC** : suite à la 3^{ème} étape : analyse des défaillances.
- **Dossier synthèses** : contenant la liste des points critiques et les recommandations machine, suite à la 4^{ème} étape : synthèse.

H. Réservation des moyens logistiques des réunions / séances de travail :

Les réunions avec le groupe multidisciplinaire, s'effectuent dans des salles de réunions. Les séances de travail sont menées au niveau des ateliers.

2^{ème} étape : Décomposition fonctionnelle

Après la préparation du déroulement de l'AMDEC au niveau de l'usine, nous commençons notre travail par la décomposition de la machine par rapport aux 3 phases du cycle de tranchage. Chaque phase est décomposée en blocs fonctionnels qui sont eux même décomposés en organes. Le niveau de découpage est arrêté au 4 pour la trancheuse de gommages 20 t. Les fonctions des éléments non traités en AMDEC(en gris, tableau 13) sont énumérées dans le tableau 14, partie 2. Nous exposons en annexe 3 des photos relatives à tous les blocs fonctionnels de la machine.

3^{ème} étape : Analyse des défaillances

Phase A : Analyse des mécanismes de défaillances :

Au cours de cette étape, il s'agit principalement de structurer les informations requises auprès du groupe, au cours des réunions ou pendant les séances de travail en atelier dans des grilles AMDEC. Pour chacune des phases du cycle de tranchage, il y a eu lieu d'étudier par rapport à chaque bloc fonctionnel, les éléments ayant un rôle prépondérant au cours du cycle.

Le choix de ces éléments est justifié par rapport à la nature de leurs modes de défaillances qui sont soit **répétitifs**, **très pénalisants** ou dont le **diagnostic est difficile**.

Pour chaque couple mode / cause recensé, il y a eu lieu de préciser :

- **Les effets** : qui sont les conséquences des défaillances apparues soit sur l'élément lui-même, sur le bloc fonctionnel ou sur la machine en totalité.

Les effets peuvent être sous forme de : détérioration, usure, casse, arrêt cycle, dysfonctionnement de l'élément ou alors l'insécurité du trancheur.

- **La détection** : qui est le moyen utilisé par l'agent de maintenance pour découvrir le problème et sa cause comme : l'affichage sur terminal opérateur, par vision, casse, fuite d'huile, le bruit de la casse ou de la fuite d'air, les tests par multimètre, lecture sur le logiciel de l'automate, ou alors par démontage de l'élément.

- **Le temps d'arrêt** : c'est le temps exact de l'indisponibilité de la machine.

Temps Arrêt = temps diagnostic + temps approvisionnement PDR
+ temps de l'intervention + temps essais sur machine.

Phase B : Evaluation de la criticité :

Pour évaluer la criticité des couples mode/ cause recensés au cours de la phase A, nous devons élaborer des barèmes significatifs de la cotation des éléments suivants : **l'occurrence, la non détection, la gravité**.

- **L'occurrence :**

Le barème d'occurrence est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 4 - Barème de cotation de l'occurrence pour la trancheuse 20 t.

Cotation	Signification
1	Apparition 1 fois par an et moins
2	Apparition 2 fois par an
3	Apparition 1 fois par mois
5	Apparition 1 fois par semaine
6	Apparition 2 fois par semaine
8	Apparition une fois par jour
10	Apparition une fois par équipe et plus

- **La non détection :**

Nous classons les moyens de détection utilisés pour le diagnostic des couples mode / cause par ordre décroissants. Du plus facile au plus long et compliqué.

Tableau 5 - Barème de cotation de la non détection pour la trancheuse 20 t.

Cotation	Signification
1	Défauts facilement détectables soit par les leds allumées ou éteintes, par la vision ou par le bruit.
3	Description sommaire du défaut sur le terminal opérateur, qui oriente l'agent de maintenance sur la localisation du problème. Cependant la cause première n'est pas indiquée. (Cette cotation est surtout relative aux problèmes de type électriques)
5	Détection par essais (passage au mode manuel, ou mode MR (maintenance réglable) sur le terminal opérateur). Vérification par élimination des circuits électriques. Détection des défauts liés à l'automate par les contrôles de toutes les conditions reliées à l'étape du cycle.
8	Détection de la panne n'est possible que par le démontage de l'élément : pannes type mécaniques. (non signalées sur le terminal opérateur)

• **La gravité :**

La cotation de la gravité des modes de défaillances selon les objectifs fixés dans notre étude est liée à la mesure de la pénalité machine par rapport à deux critères :

- L'indisponibilité de la trancheuse de gommages 20 tonnes: retard de tranchage et pénalité du mélangeur interne 2.
- La production des non - conformités.

Dans ce qui suit, l'attention est portée sur le 1^{er} critère .Il s'agit de déterminer le temps à partir duquel :

- Un retard de tranchage est prévu.
- Une pénalité du mélangeur interne 2 (qui est le client direct de la trancheuse) est attendue.

Nous nous inspirons, pour l'élaboration du barème de gravité du schéma suivant :

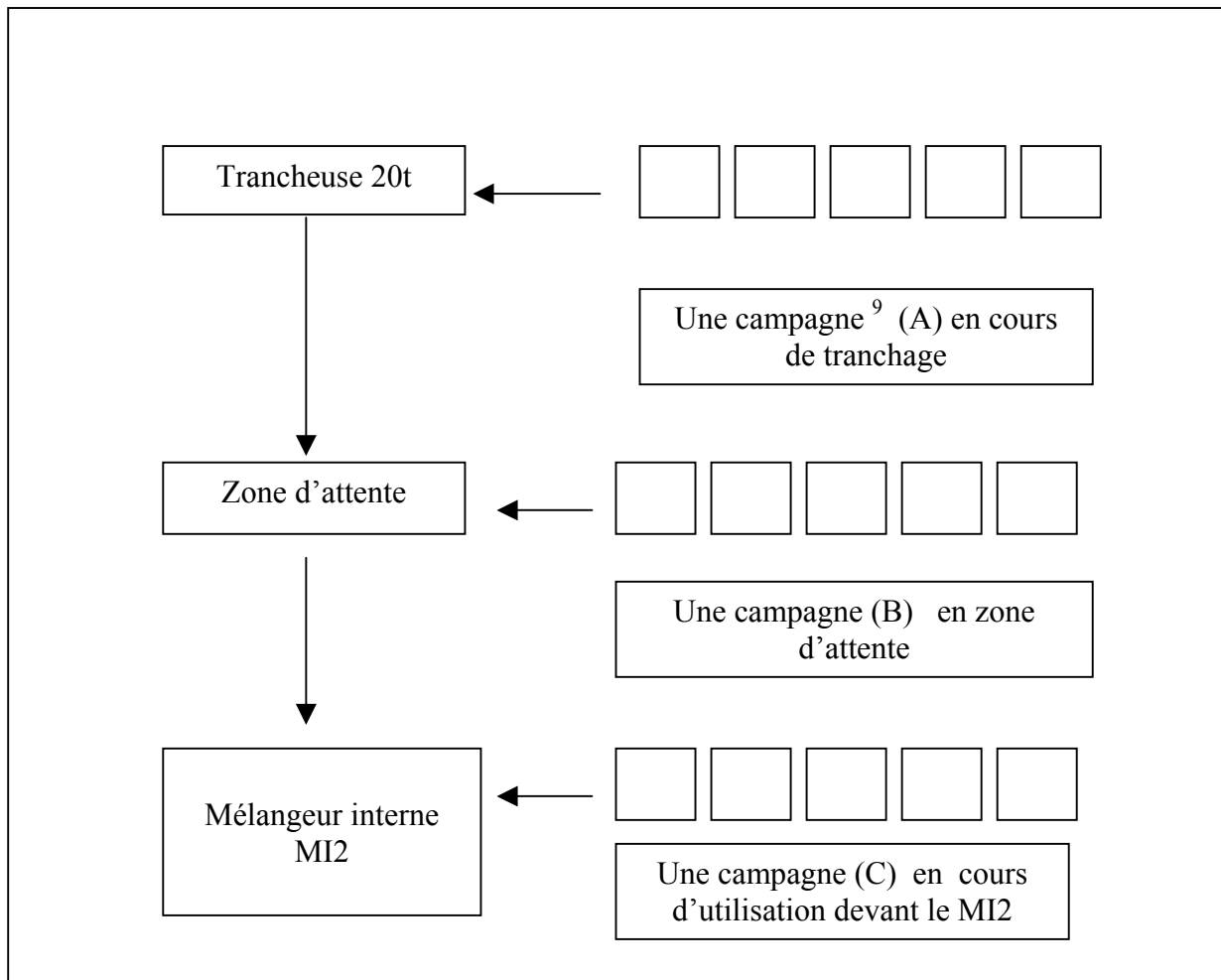


Figure 30 - Schéma du flux physique des campagnes.

⁹ Ensemble de 5 lots provenant de différents fournisseurs
Un lot peut être chargé avec 25 pains de gomme TSR ou avec 8 balles RSS.

Au niveau de la zone d'attente, est disposée une campagne (B) de gommages tranchés en attente pour le mélange. Un approvisionnement en différents types de gommages (provenant de différents fournisseurs) est réalisé au niveau du magasin matières premières.

La trancheuse de gommages 20 tonnes est alimentée par une campagne (A), afin de trancher successivement le contenu de chaque lot à part et de le remettre dans le chariot. Le transfert de la campagne (A) en zone d'attente a eu lieu une fois que le tranchage de l'ensemble des 5 lots est terminé. Cette opération sera suivie par l'alimentation de la trancheuse par une nouvelle campagne.

La campagne (B) en zone d'attente n'est transférée au mélangeur qu'une fois que ce dernier est disponible. Elle prendra la place de la campagne (C).

L'opérateur sur le mélangeur interne ponctionne de chaque lot la même quantité de gommages tranchés pour l'incorporer au mélangeur. (Cette opération est nommée : blocage).

Le rôle du mélangeur interne, est de réaliser une plastification de la gomme naturelle. Il s'agit d'une transformation de l'état élastique à l'état plastique, pour préparer la vulcanisation au niveau de la cuisson.

L'ensemble des informations nécessaires pour élaborer le barème de gravité trancheuse 20 t sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 6 - Données constructives pour le barème de gravité ¹⁰

Données	Valeur
Poids d'un pain :	33Kg
Poids d'une balle	110Kg
Temps unitaire tranchage pain	1mn
Temps unitaire tranchage balle	6.29mn
Prévisions des besoins pour une semaine de référence : semaine sans arrêts de production	72 tonnes TSR 25 tonnes RSS
Le nombre d'équipe travaillant la journée sur la trancheuse	3
Cadence moyenne du MI2	6mn
Poids de la tombée	120Kg

¹⁰ Données service organisation et planning.

A partir de ces informations, nous effectuons le calcul des paramètres suivants :

Nombre de balles à trancher / équipe	= 25 tonnes x 1000/ 111Kg x 7 jours x3 équipes
Nombre de balles à trancher / équipe	= 10,7250 balles = 0.268 campagnes
Nombre de pains à trancher / équipe	= 72 tonnes x 1000 / 33Kg x 7jours x 3 équipes
Nombre de pains à trancher / équipe	= 103.8961 pains = 0.8311 campagnes
Nombre de campagnes à trancher / équipe	= 0.268 + 0.8311
Nombre de campagnes à trancher / équipe	= 1,099 campagnes constituée de 25,77% de balles RSS et de 74.22% de pains TSR.
Temps nécessaire de tranchage du besoin de l'équipe	= 10,7250 x6.29 + 103.8961x1
Temps nécessaire de tranchage du besoin de l'équipe	= 171.356mn (environs 3h)

Nous calculons à présent le temps nécessaire pour la consommation finale des 2 campagnes (B), (C) au niveau du mélangeur interne :

Poids de la campagne	= 10,7250 x 111 + 103,896 x 33
Poids de la campagne	= 4619.046 Kg.
Nombre de tombées par campagne	= 4619.046 Kg / 120
Poids de la campagne	= 38.49 tombées
Temps utile pour le mélange d'une campagne	= 38.49 tombées x 6mn = 230.95 mn
Temps utile pour le mélange de 2 campagnes	= 230.95 mn x 2 = 461.90 mn
Temps utile pour le mélange de 2 campagnes	= 7.69h (environs 8h)

Nous considérons dans cette étude que les seuls cas de pénalité du mélangeur interne 2 sont les suivants :

- Arrêt de la trancheuse, donc impossibilité de trancher la campagne (A).
- Les 2 campagnes (B) et (C) devant le mélangeur interne sont consommées avec un tranchage incomplet / ou pas de tranchage de la campagne (A).

Le temps effectif de tranchage / équipe	= 8h (temps d'ouverture) - 1h (durée de pause) = 7h
Le temps restant de l'équipe	= 7h – 3h (temps tranchage) = 4h

Pour élaborer le barème de gravité nous envisageons les 4 cas suivants :

• 1^{er} cas :

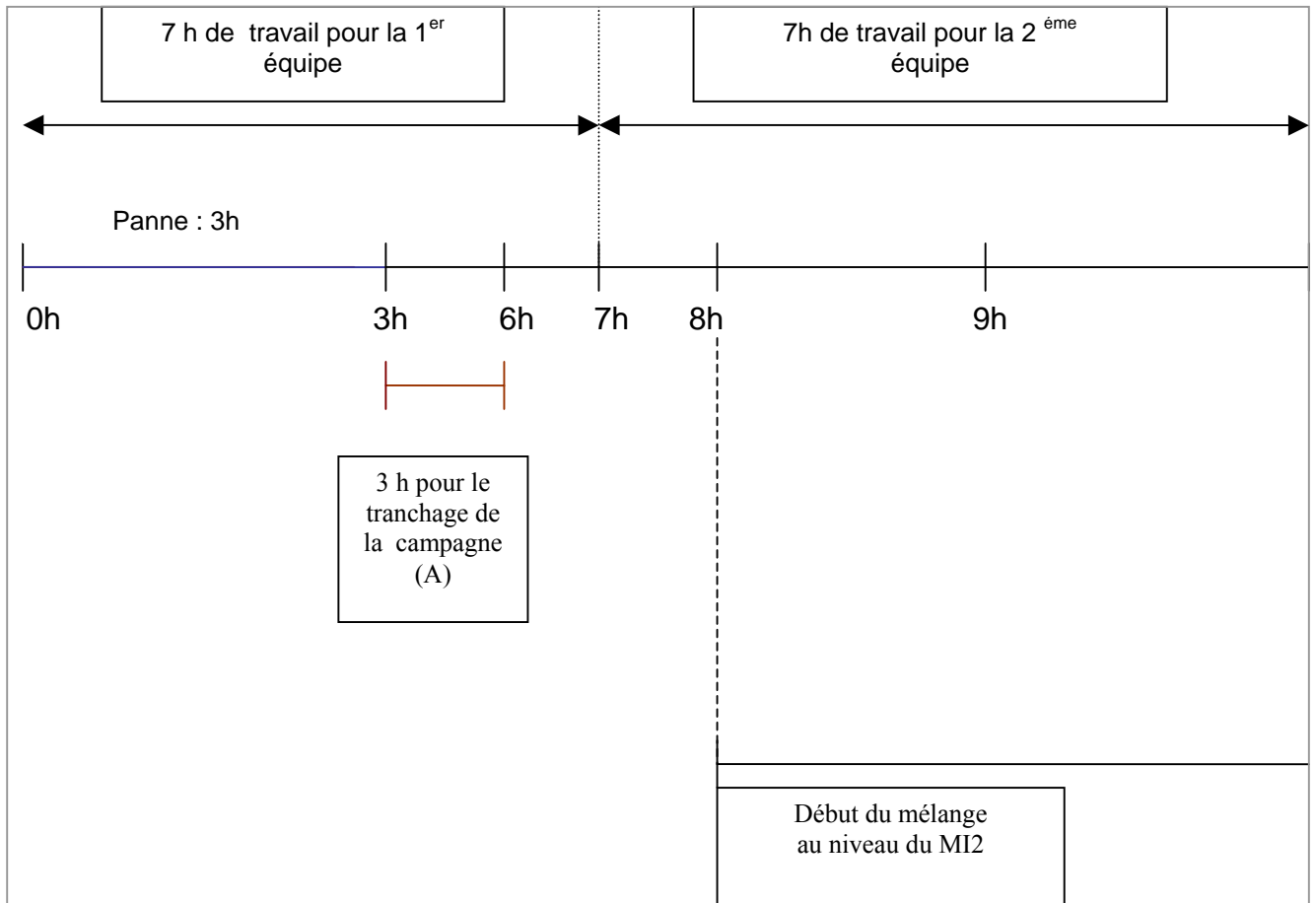


Figure 31 - Cas temps d'arrêt : 3 heures.

La campagne (A) est prête à 6h. Ce cas est avantageux puisqu'il n'y a pas de décalage sur le programme de la 2^{ème} équipe. Elle est même en avance de 2 heures avant la pénalité du mélangeur interne 2.

Pour tous les cas temps d'arrêt ≤ 4 h : il est toujours possible de finir le tranchage de la campagne (A) pendant 3 heures de marche machine qui sont ici maintenues, dans les 7 heures de travail effectif. Il n'y a pas de retard de tranchage de l'équipe.

On rappelle, avant de préciser tous les cas suivants que le temps nécessaire pour la consommation des deux campagnes (B) et (C) est de 8 heures.

• 2^{ème} cas :

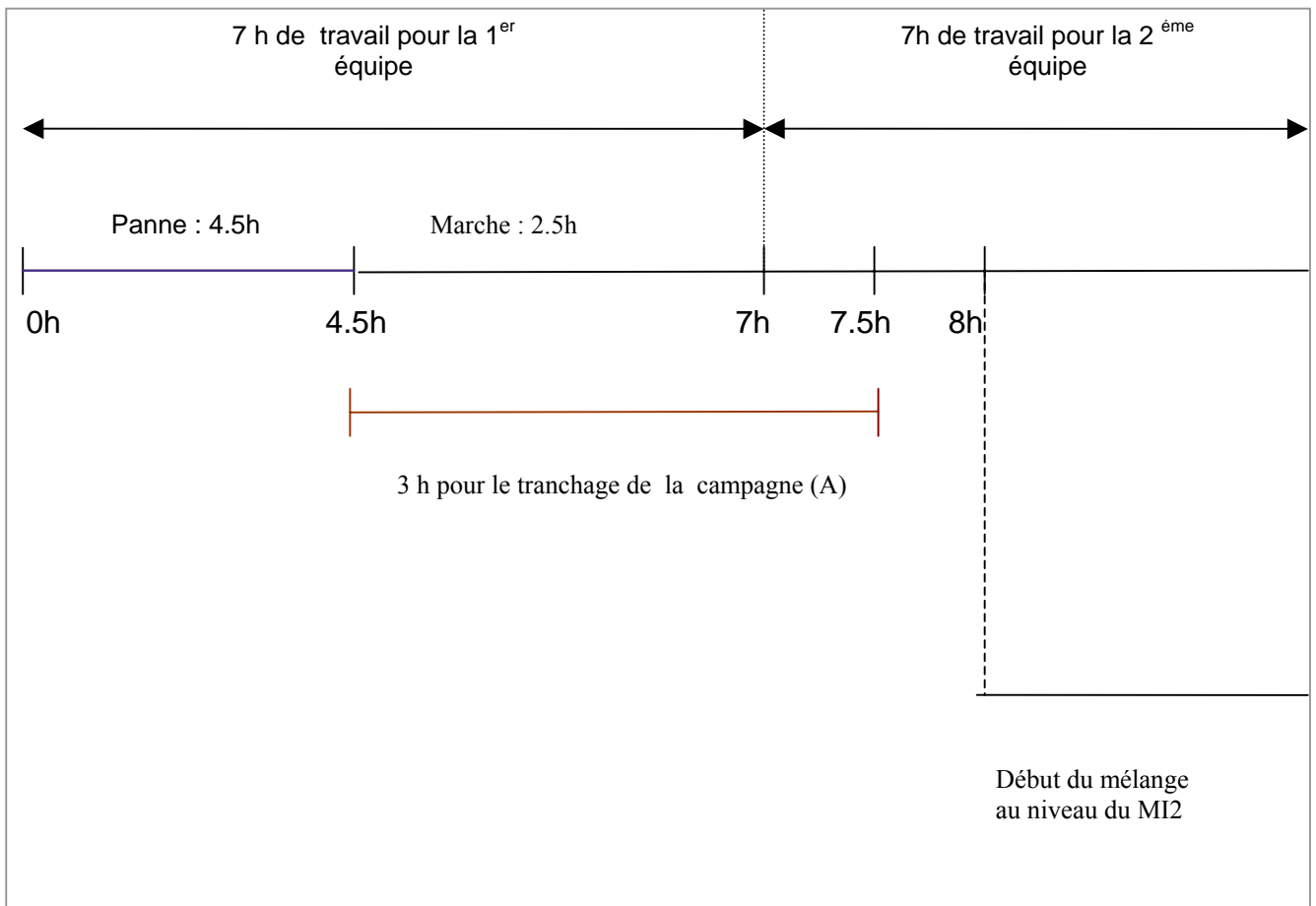


Figure 32 – Cas temps d’arrêt : 4,5 heures.

Ces pannes engendrent un retard de tranchage puisque le temps d’arrêt ≥ 4 heures, sans aucun effet sur le mélangeur interne. Ceci est justifié par la possibilité de réaliser le tranchage de la campagne (A) pendant les 3 heures qui restent maintenues, car l’arrêt trancheuse est ≤ 5 heures. La campagne (A) sera prête bien avant que les deux campagnes (B) et (C) seront consommées dans le mélangeur interne 2.

Dans cet exemple, la campagne (A) est prête à 7.5 heures, donc pas de pénalité sur le mélangeur interne. Mais avec un décalage de 0.5 heures sur le temps de l’équipe n°2.

• 3^{ième} cas :

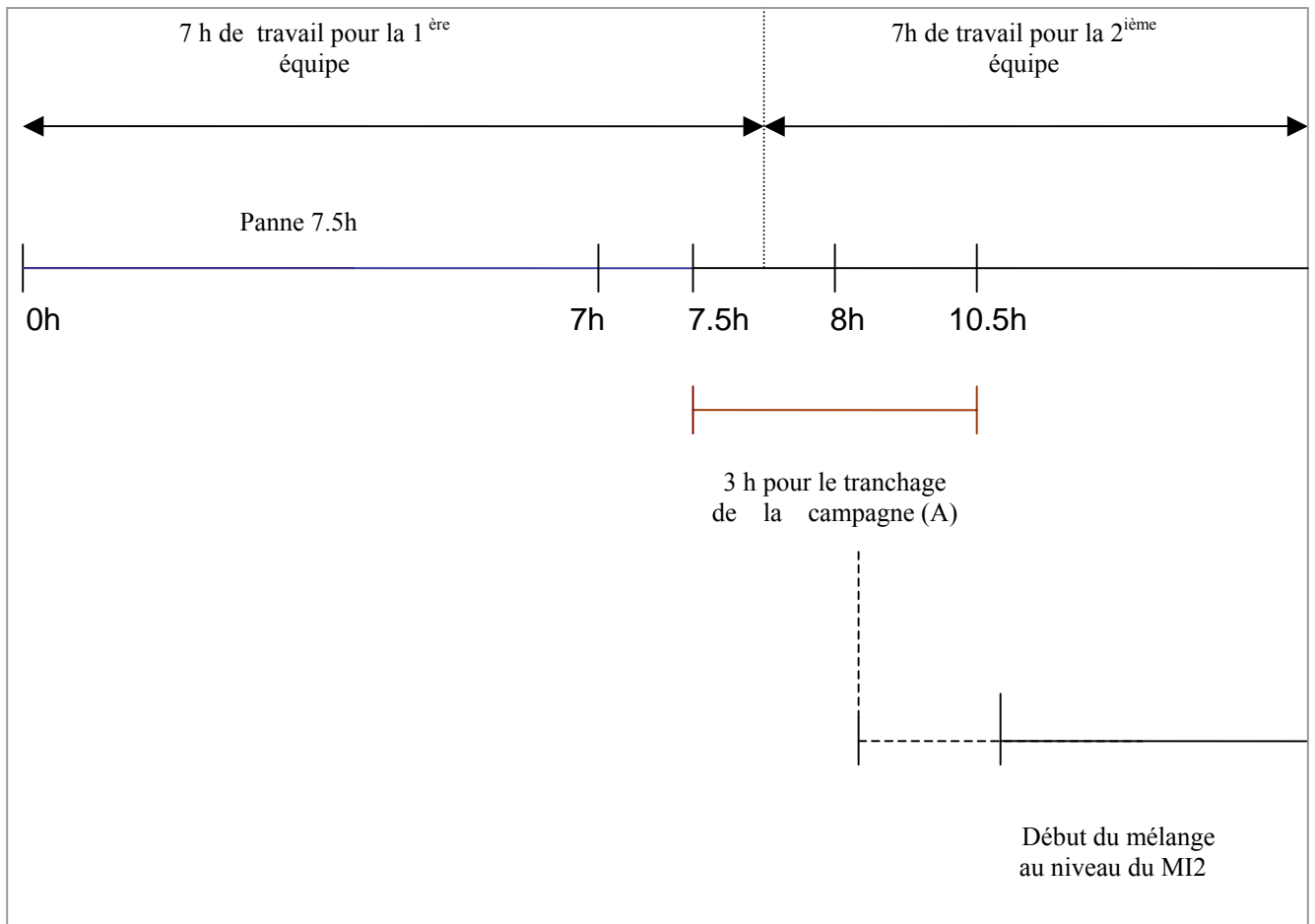


Figure 33 – Cas temps d’arrêt : 7,5 heures.

La campagne (A) est prête à 10.5h avec un décalage de 3.5h sur le temps de l’équipe n°2, engendrant aussi une pénalité du mélangeur interne de 2.5 heures (durée < 3h , le temps qu’il faut pour finir le tranchage).

Ici un retard de tranchage de la campagne (A) est prévisible (vu que le temps d’arrêt $\geq 4h$).

La durée de l’arrêt de la trancheuse dépassant 5h, lui résulte l’impossibilité de finir le tranchage complet de la campagne (A) avant la consommation des deux campagnes (B) et (C) dans le mélangeur interne.

Dans ce cas, la pénalité du mélangeur est bien certaine et est due à l’attente d’une finition complète du tranchage de la campagne (A).

Puisque le temps d'arrêt < 8h, cela justifie que le tranchage de la campagne a commencé mais pas encore finalisé. Ceci, explique que le MI2 sera pénalisé mais pour une durée ≤ 3 h (juste le temps de finir ce qui a été déjà tranché).

• 4^{ième} cas :

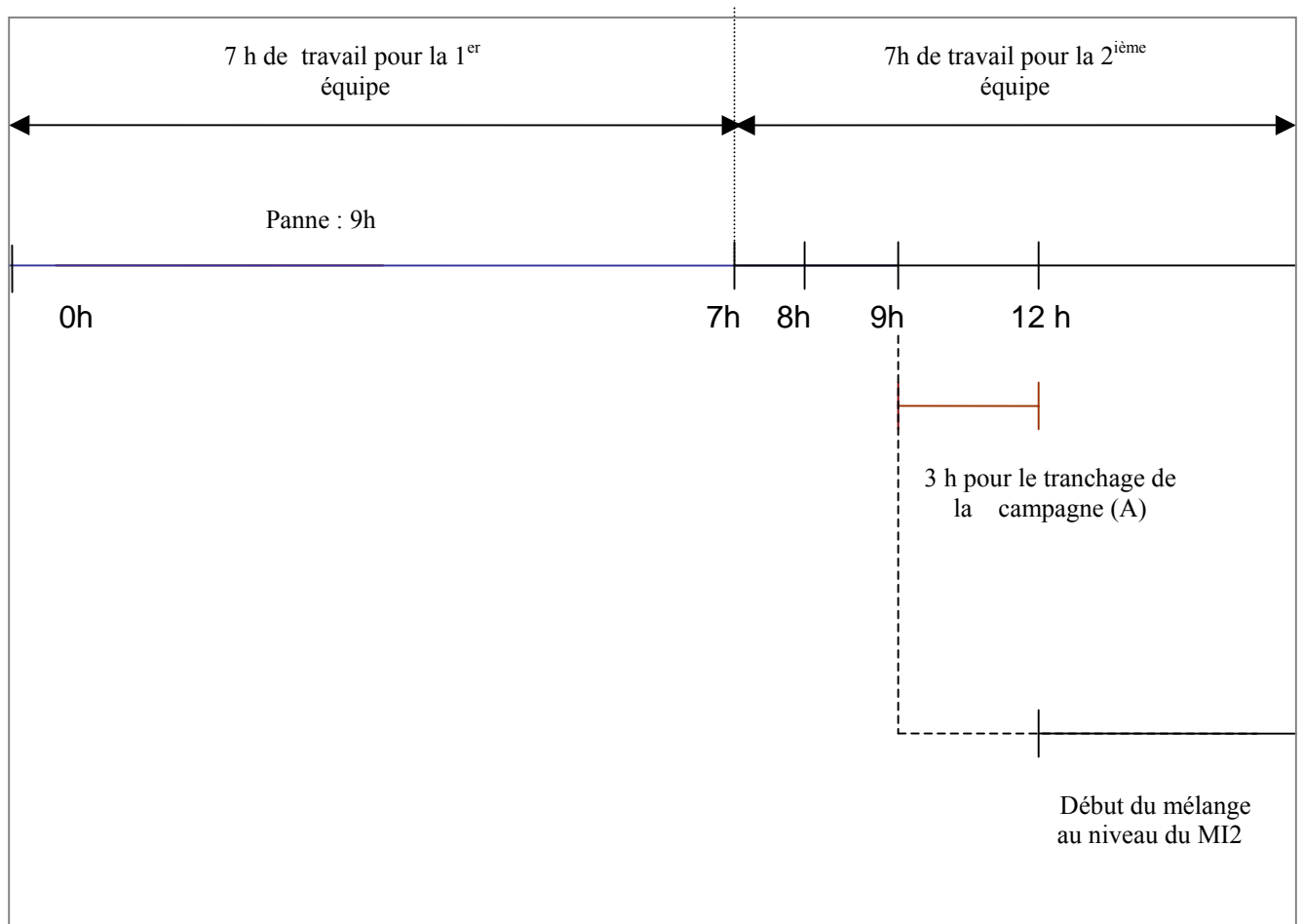


Figure 34 – Cas temps d'arrêt : 9 heures.

La campagne (A) n'est prête qu'à 12h, avec un décalage de 5 heures sur le temps de la 2^{ème} équipe. La pénalité du mélangeur est de 4 heures : durée > 3heures. Cette durée comporte le temps d'attente + temps nécessaire de tranchage.

Pour tous les cas, temps d'arrêt > 8heures : la campagne (A) ne peut être tranchée avant la consommation des campagnes (B) et (C). Ceci engendre une pénalité MI2 d'une durée équivalente au temps d'attente de tout le tranchage qui n'a pas encore commencé + un retard.

Tableau 7 – Barème de cotation de la gravité pour la trancheuse 20 t.

Cotation	Signification
1	Pas d'arrêt machine
3	Temps d'arrêt $\leq 4h$, pas de pénalité trancheuse, pas de retard de tranchage
5	$4h < \text{temps d'arrêt} \leq 5 h$, pénalité trancheuse, sans effets sur le MI2
8	$5h < \text{temps d'arrêt} \leq 8h$, pénalité trancheuse avec celle du MI2 d'une durée $\leq 3h$
10	temps d'arrêt $> 8h$, arrêt du MI2 d'une durée $> 3h$

Phase C : Proposition des actions correctives :

Une fois que le calcul de la criticité est établi, nous précisons les mesures préconisées pour tous les couples mode /cause. Ces actions correctives sont identifiées dans les grilles AMDEC (partie II) à travers les colonnes suivantes :

- **Actions correctives : ou encore mesures préconisées :** modifications, recours à la pièce de rechange, application du plan préventif ou formation.
- **Le responsable :** qui mène l'action, ou qui opère la modification.
- **Le délai prévu :** temps nécessaire pour réaliser l'action corrective.

Le calcul de la nouvelle criticité s'effectue de la même façon que celle précédente, seulement en prenant en considération les nouvelles cotations de la gravité, de l'occurrence et de la non détection résultant de la mise en place des mesures préconisées.

Cette étape sera finalisée par les grilles AMDEC qui seront présentées dans la partie II.

4^{ème} étape : Synthèses de l'AMDEC

A. Hiérarchisation des défaillances :

Nous regroupons dans l'histogramme présenté ci-dessous, les mécanismes de défaillances ayant la même criticité, puis nous les classons par ordre décroissant de criticité.

On conclue d'après ce diagramme, que le seuil maximum de criticité = 72.

**Nombre cumulé des
mécanismes de défaillance
ayant la même criticité**

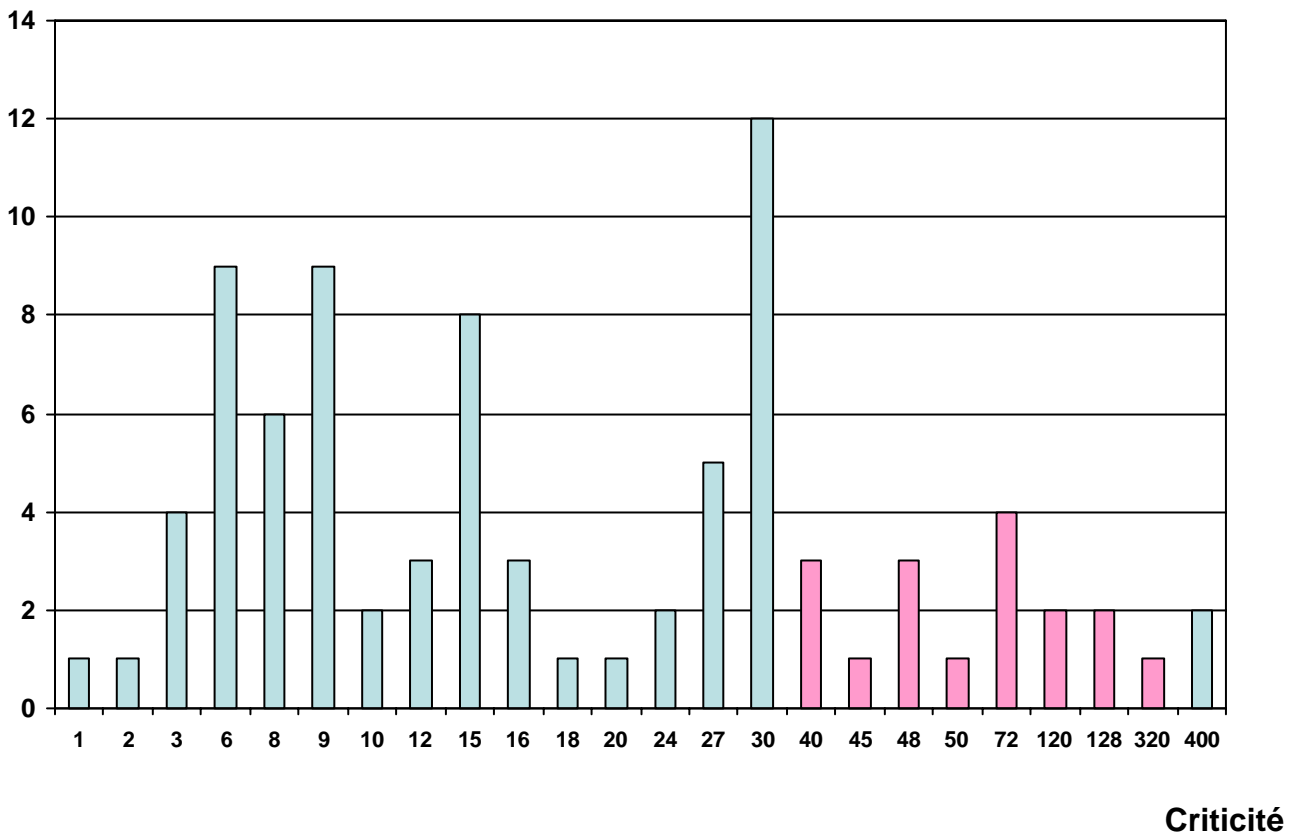


Figure 35 – Graphe de l'hiérarchisation des mécanismes de défaillances pour la trancheuse 20 t.

B. Liste des points critiques :

Nous exposons dans la partie II la liste des points critiques, qui sont caractérisés par une criticité ≥ 72 .

C. Liste des recommandations pour la machine :

Les recommandations proposées par cette AMDEC sont organisées en 4 rubriques.

- **Rubrique 1 : gestion des pièces de rechange.**

La liste des pièces de rechange présentée en tableau 16, est une liste de toutes les pièces qui sont en même temps **indispensables pour le bon fonctionnement de la machine** et aussi **indisponibles** au niveau du magasin ou alors **commandées pas encore reçues** .

Pour assurer le lancement des commandes de toutes ces pièces, nous établissons des « demandes de codifications » en indiquant dans chacune les informations suivantes :

- La désignation précise de la pièce avec ses références.
- Les caractéristiques techniques.
- La localisation de la pièce : la machine, le sous ensemble, le nombre des machines nécessitant cette même pièce.
- La marque et le nom du fournisseur.
- Le stock d'approvisionnement minimal et maximal.

- **Rubrique 2 : modifications.**

Nous exposons dans le tableau 17 la liste des modifications machine qui permettent de remédier aux problèmes de dysfonctionnement.

- **Rubrique 3 : élaboration du plan de maintenance préventive.**

Le plan de maintenance préventive permet de recenser toutes les opérations d'inspection, de vérifications à effectuer sur la machine afin d'y remédier aux pannes pénalisantes pour la fabrication. Nous précisons 3 types d'inspections dans les tableaux préventifs :

- IP : inspection de pérennité.
- IQ : inspection de qualité.
- IS : inspection de sécurité.

L'établissement du plan préventif de la machine, se base sur les données constructeur (Michelin) adaptées à l'environnement selon :

- La fréquence du travail de la machine.
- Les moyens de maintenance disponibles.
- L'historique de la machine.
- Les analyses techniques (du pilotage secteur) préalablement établies.
- Surtout sur la base de l'expérience du personnel de la maintenance.

Pour la trancheuse de gommages 20 tonnes, l'élaboration du plan de maintenance préventive (tableau 18) est inspirée essentiellement des informations fournies par l'AMDEC tel que : la décomposition fonctionnelle machine, l'ensemble des mesures préconisées de type préventif avec la précision sur leurs délais prévus, leurs responsables, le temps d'arrêt, le temps de travail.

Afin d'assurer l'application de ce plan, nous le programmons sur le menu : planning du logiciel pilotage secteur.

- **Rubrique 4 : élaboration d'un plan de formation des agents de dépannage.**

Nous exposons dans le tableau 19 un plan de formation pour un nouvel agent de dépannage sur la trancheuse. L'objectif est de lui permettre d'effectuer des interventions **rapides** tout en travaillant dans les meilleures conditions de **sécurité** et **d'efficacité**.

5^{ème} étape : Suivi de l'AMDEC

Nous déléguons au personnel du secteur maintenance 1, la tâche du suivi des recommandations de cette AMDEC. Ces derniers doivent :

1. Etablir un planning pour la réalisation des actions correctives : (les programmer dans la base des travaux).
2. Approvisionner les moyens et les ressources nécessaires pour la réalisation des modifications machines : consultation des éléments du bureau d'études pour la réalisation des croquis, la fourniture des plans, schémas, pièces de rechange ainsi que l'outillage nécessaire de travail.
3. Prendre en compte les mises à jour dans les :
 - Tableaux AMDEC : par l'intégration des mesures préconisées actuelles et en recalculant à chaque fois la nouvelle criticité. Cette mise à jour permet toute fois, de mesurer la performance des actions introduites.
 - Liste des pièces de rechange : introduire les nouvelles pièces commandées reçues avec leurs codifications et références.
4. Vérification du lancement des commandes par le magasinier pour les pièces déjà commandées.
5. Veiller à l'application des : plan de maintenance préventive, plan de graissage machines qui sont déjà conçus.
6. Veiller à la formation et le recyclage des agents de maintenance selon le plan de formation proposé dans la partie II. L'objectif principal est de garantir une indépendance dans le diagnostic des pannes, une possibilité d'effectuer un travail rapide et efficace tout en respectant les normes de sécurité.

L'application de l'AMDEC nous a permis de déceler plusieurs dysfonctionnements de la trancheuse de gommages 20 tonnes, et le calcul de leurs criticités nous a permis de les hiérarchiser selon une priorité d'action traduite par les deliverables des plans dans la deuxième partie de ce travail. Ces plans d'action organisés en plusieurs rubriques nous servent par la suite à élaborer des recommandations pour le secteur de maintenance 1, que nous traitons après l'AMDEC de la deuxième machine : la presse de cuisson Guilin, présentée dans le chapitre suivant.

Chapitre IV :

AMDEC DES PRESSES DE CUISSON GUILIN

Dans le présent chapitre, nous traitons la deuxième application AMDEC sur les presses de cuissons Guilin de poids lourd. Pour ce faire, nous présentons tout d’abord l’environnement des machines : la salle des cuissons et le secteur de maintenance 3. Ensuite, nous clarifions la problématique de l’application et l’intérêt d’effectuer l’analyse sur ce type de machines. Avant de développer l’AMDEC selon la méthodologie retenue, nous présentons la séquence de cuisson et le principe de fonctionnement des presses.

1. Présentation de l’environnement des presses de cuisson :

1.1. La salle des cuissons :

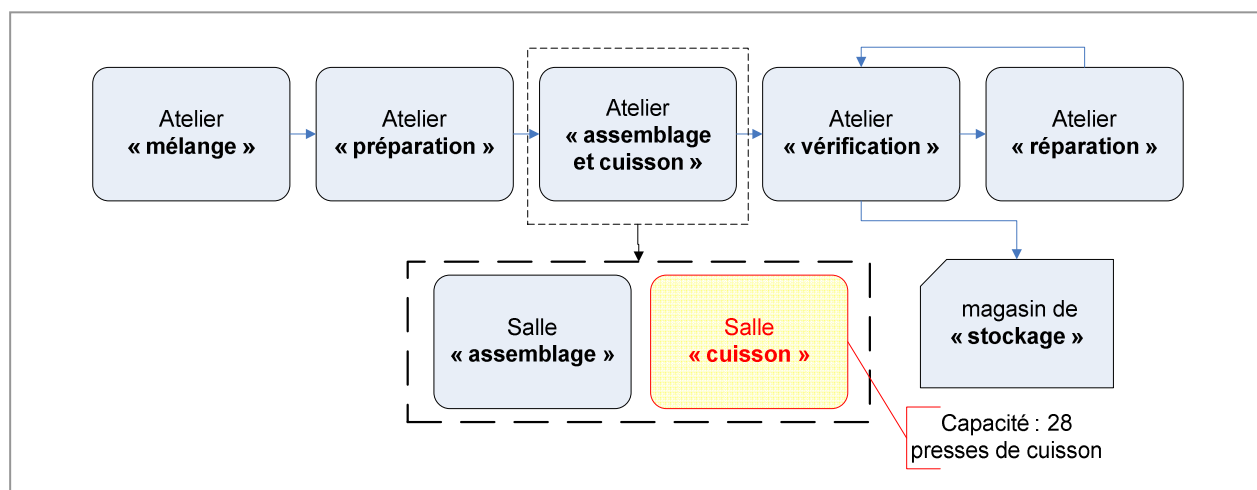


Figure 36 – Localisation de la salle des cuissons.

C’est une salle où les bandages sont moulés et vulcanisés pour avoir la forme et les caractéristiques d’un pneu. Ce résultat est obtenu grâce à des fours communément appelés presses. La salle de cuisson comporte potentiellement **28** presses sur deux lignes parallèles : 14 sont installées sur la ligne A et 10 autres sur la ligne B. Les 4 places restantes de cette dernière ligne sont réservées pour de futures presses.

A la sortie de chaque presse, se trouve une table de refroidissement à deux postes. Selon sa dimension, le pneu reste dans le premier poste pendant un temps bien défini pour rejoindre le deuxième poste où il continue son refroidissement. Il est ensuite évacué sur l’un de deux tapis juxtaposés. Ces tapis font parti d’un ensemble appelé transitique : il conduit les pneus cuits au sous sol de la salle des cuissons, puis enfin à l’atelier de vérification. Le sous sol contient les groupes hydrauliques des presses et la centrale du vide.



Figure 37 – La salle des cuissons.



Figure 38 – Le sous sol des cuissons.



Figure 39 – Poste chargement de 2 presses.



Figure 40 – Poste déchargement de 2 presses.

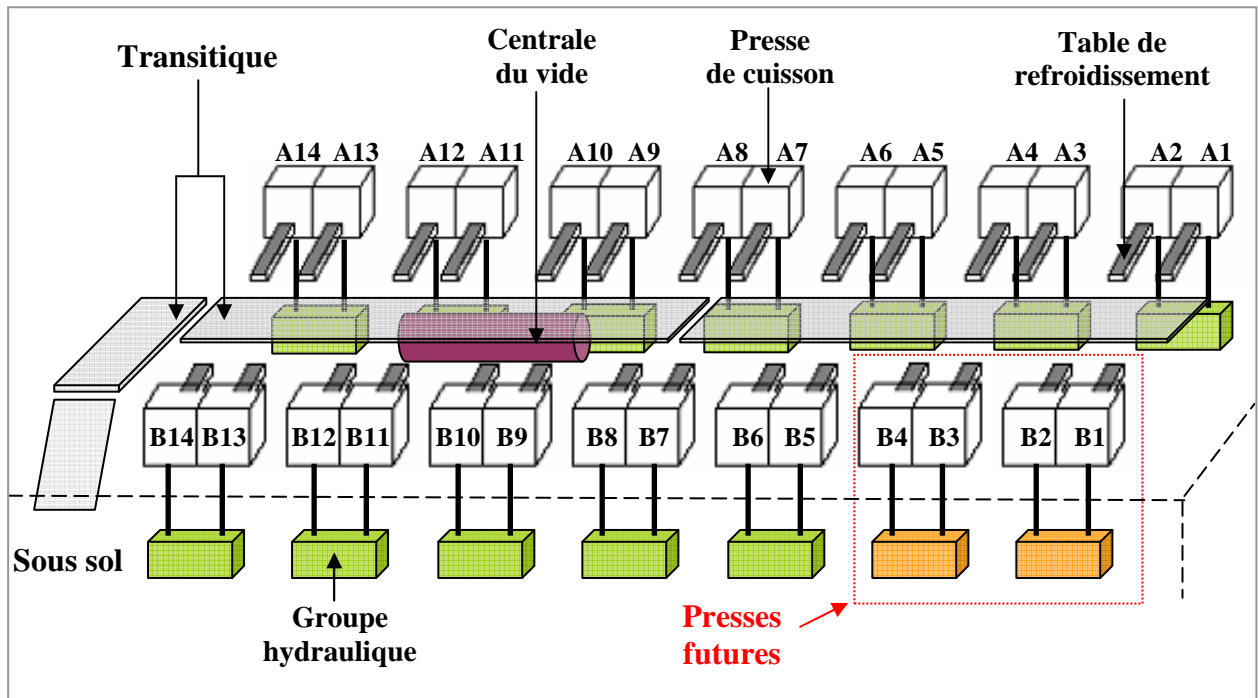


Figure 41 – Schéma de la salle des cuissons et son sous sol.

1.2. Organisation du secteur de maintenance 3 :

Le secteur de maintenance 3 ou MS3 est un service de maintenance responsable d'un secteur recouvrant trois ateliers : assemblage et cuisson, vérification et réparation.

Le service est organisé en 4 groupes en rotation d'équipes 3 x 8 heures. D'autres équipes spécialisées opèrent en équipe 2 x 4 heures. L'activité globale du secteur est gérée par un responsable et un technicien du secteur qui opèrent en 2 x 4 heures.

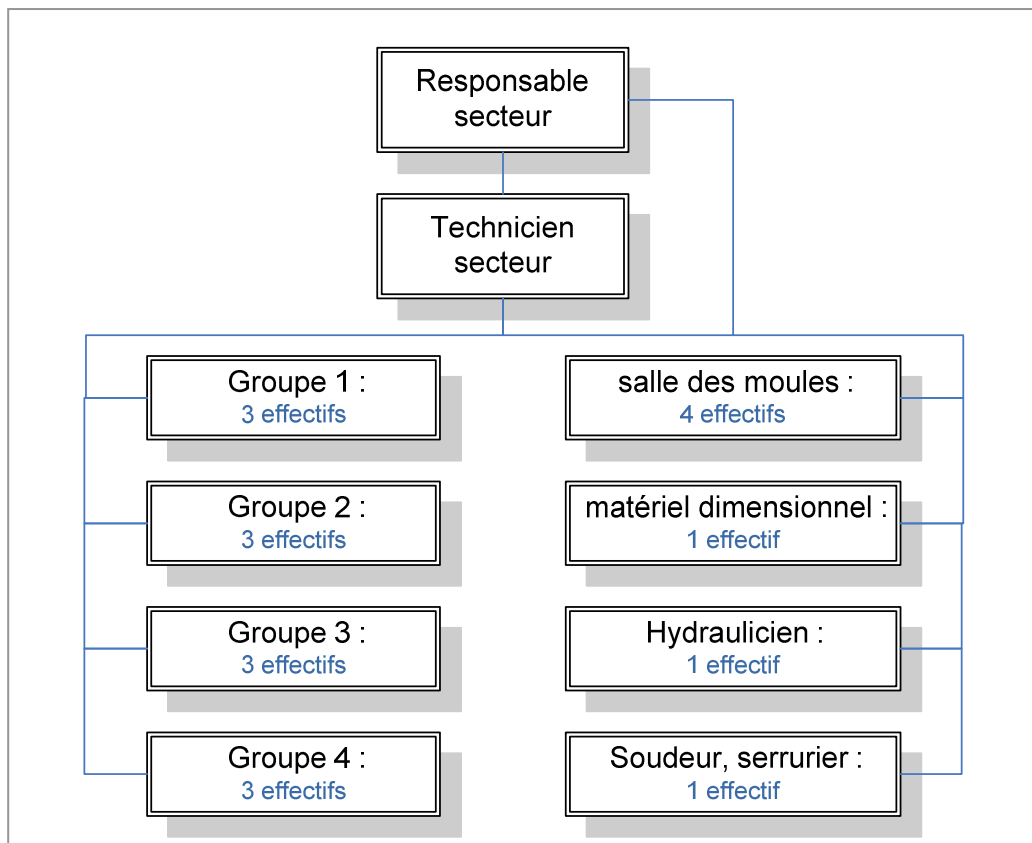


Figure 42 – Organigramme du secteur de maintenance 3.

2. Problématique de la salle des cuissons :

En 2002, Michelin Algérie redémarre la production en installant huit nouvelles presses hydrauliques pour les pneus des véhicules poids lourd. Ces machines sont des **prototypes**. En effet Guilin a réalisé des adaptations spécifiques pour la cuisson des pneus Michelin. On y installe par la suite au fur et à mesure d'autres presses selon les phases de montée en production du plan de démarrage de l'usine d'Algérie. Les 23^{ème} et 24^{ème} presses ont été installées en 2006. Des améliorations ont été apportées à chaque phase d'installation.

Etant **prototypes, neuves** et donc en **surveillance de post conception**, ces machines présentent un risque potentiel de défaillance. Cela constitue la principale raison pour laquelle Michelin Algérie opte pour une AMDEC sur ce type de machine.

¹¹ Par ailleurs, l'usine actuellement **goulot** sur la séquence de préparation, le deviendra en 2007 sur la séquence de cuisson après augmentation de la capacité de production de l'usine. Ceci est une caractéristique de l'industrie du pneumatique. L'usine s'engage alors dès 2006, à ne tolérer que 2% d'indisponibilité sur les presses de cuisson. D'après la théorie des contraintes OPT, une machine goulot présente la plus faible capacité de production sur toute la ligne de fabrication, et donc détermine la performance de l'entreprise. Cette théorie énonce des principes de base pour améliorer la performance financière, en voici quelques uns :

- Les goulots déterminent le débit de sortie et les niveaux des stocks,
- Tout gain de productivité sur une ressource non contrainte est du gaspillage,
- Toute heure gagnée sur un goulot est une heure gagnée pour l'ensemble du système ; [Arc 3]

Conséquence directe, une machine goulot ne doit jamais s'arrêter de produire (1^{er} cas) et les flux doivent être organisés de manière à toujours disposer d'une réserve de produits à traiter en amont de celle-ci (2^{ème} cas). [Arc 3] Notre étude répond au premier cas qui constitue la deuxième raison de la nécessité de sa mise en place.

3. La presse de cuisson Guilin :

Cette machine est employée principalement pour vulcaniser des pneumatiques à carcasse radiale. Elle peut réaliser automatiquement le chargement du pneu crû, son moulage, sa vulcanisation, le déchargement du pneu cuit et un début de refroidissement.

3.1. La cuisson : [Doc]

La cuisson fait passer le pneu de l'état plastique à l'état élastique grâce à la constitution de ponts de soufre entre les chaînes d'élastomères : c'est la vulcanisation. La cuisson crée la structure composite entre les différents éléments du pneu cru. Les mélanges collent entre eux, les nappes et les fils se mêlent.

¹¹ Données du service Organisation

La vulcanisation en moule se réalise dans des presses spéciales en utilisant l'action combinée de la chaleur et de la pression. Le pneu cru (bandage) est chauffé simultanément de l'extérieur avec de la vapeur circulant à l'intérieur des parois du moule, et de l'intérieur avec un fluide chaud sous pression contenu dans une membrane de caoutchouc à l'intérieur du bandage. La pression dans la membrane sert à comprimer le pneumatique de l'intérieur et à l'appliquer contre le moule de façon à ce qu'il puisse prendre la forme, les sculptures et les inscriptions qui ont été gravées dans le moule. Le temps de vulcanisation varie en fonction des dimensions du pneumatique, des techniques opératoires et des mélanges utilisés.

3.2. Principe de fonctionnement de la machine : [Doc]

La presse opère en mode automatique de sorte que toutes ses fonctions soient contrôlées par un automate programmable permettant de modifier certains paramètres. Voici le descriptif d'un cycle de cuisson :

- Au poste de chargement, la potence de chargement (1) prend avec les pinces le pneu crû (bandage), puis le positionne à l'intérieur du moule sur la coquille inférieure, après multiples mouvements.
- La membrane (2) se positionne à l'intérieur du bandage sous l'action de la pression de la vapeur de galbage. Lorsque cette pression est obtenue, les pinces (3) se referment, la potence de chargement remonte et se positionne en attente, hors de la cavité de la presse.
- Une fois la potence de chargement en attente, le couvercle (4) est déverrouillé (5) puis descendu pour réaliser la fermeture du moule (6).
- La vulcanisation commence à la fermeture du moule après le verrouillage (7) en position basse. Le programme de vulcanisation est géré par l'automate (8).
- En fin de vulcanisation, la pression interne est supprimée et l'autorisation d'ouverture donnée. Au cours de l'ouverture du moule, le vide (9) est mis dans la membrane, celle-ci se dégage du pneu cuit (enveloppe).
- La potence de déchargement (10) se positionne à l'intérieur de l'enveloppe, les pinces s'écartent, la potence de déchargement remonte en arrachant l'enveloppe.
- La potence de déchargement dépose l'enveloppe sur la table de refroidissement (11), après multiples mouvements, puis remonte en attente.
- L'enveloppe est maintenue sur le premier poste (12) de refroidissement pendant la durée d'une vulcanisation, ensuite elle passe sur le deuxième poste (13) pour la même durée, puis évacuée sur le transitique.

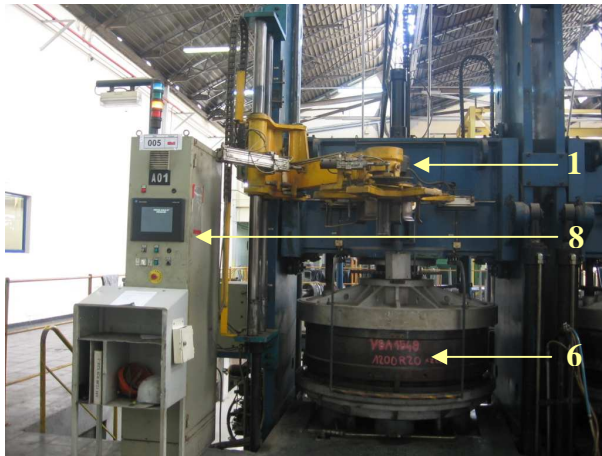


Figure 43 – Presse fermée.



Figure 44 – Presse ouverte et membrane sous pression.

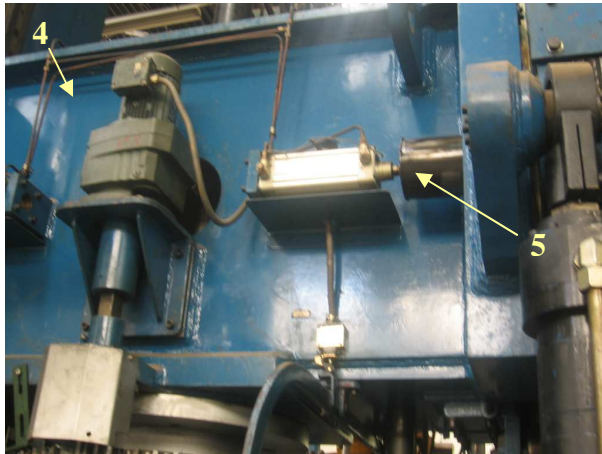


Figure 45 – Déverrouillage du couvercle.

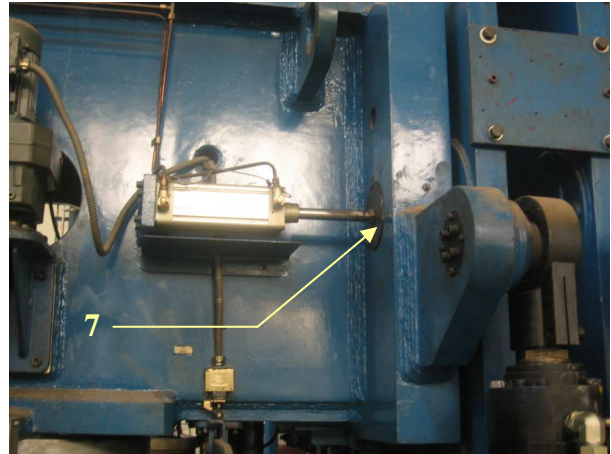


Figure 46 – Verrouillage du couvercle.

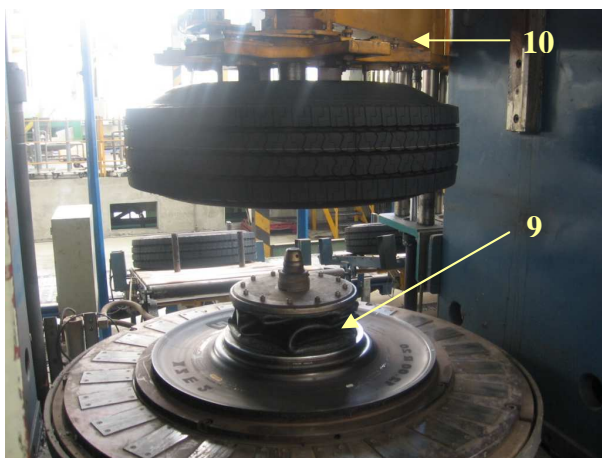


Figure 47 – Déchargement d'un pneu cuit.



Figure 48 – Refroidissement de deux pneus.

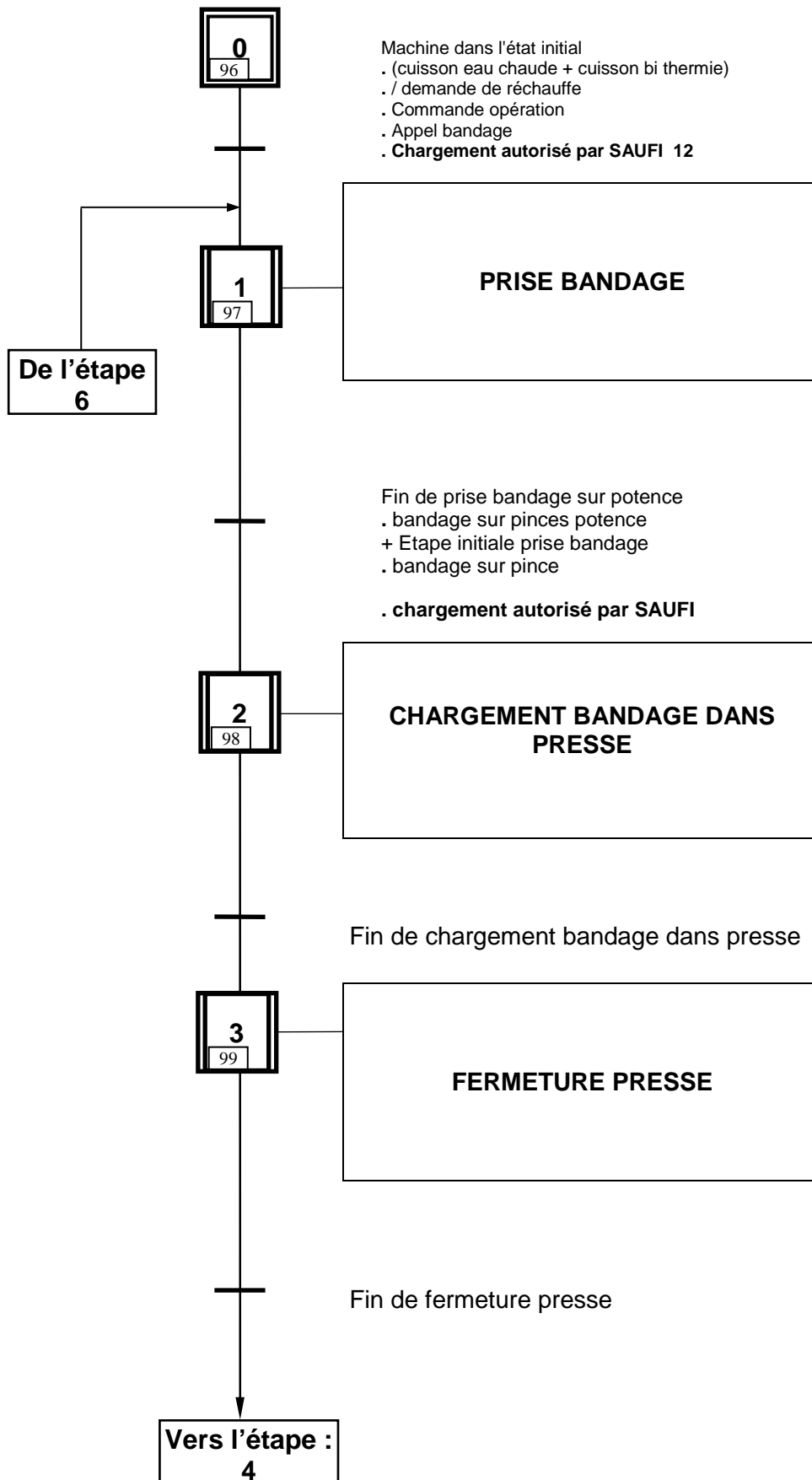


Figure 49-Grafctet de production maître.

¹² Automate programmable pour le suivi des paramètres de cuisson de toutes les presses.

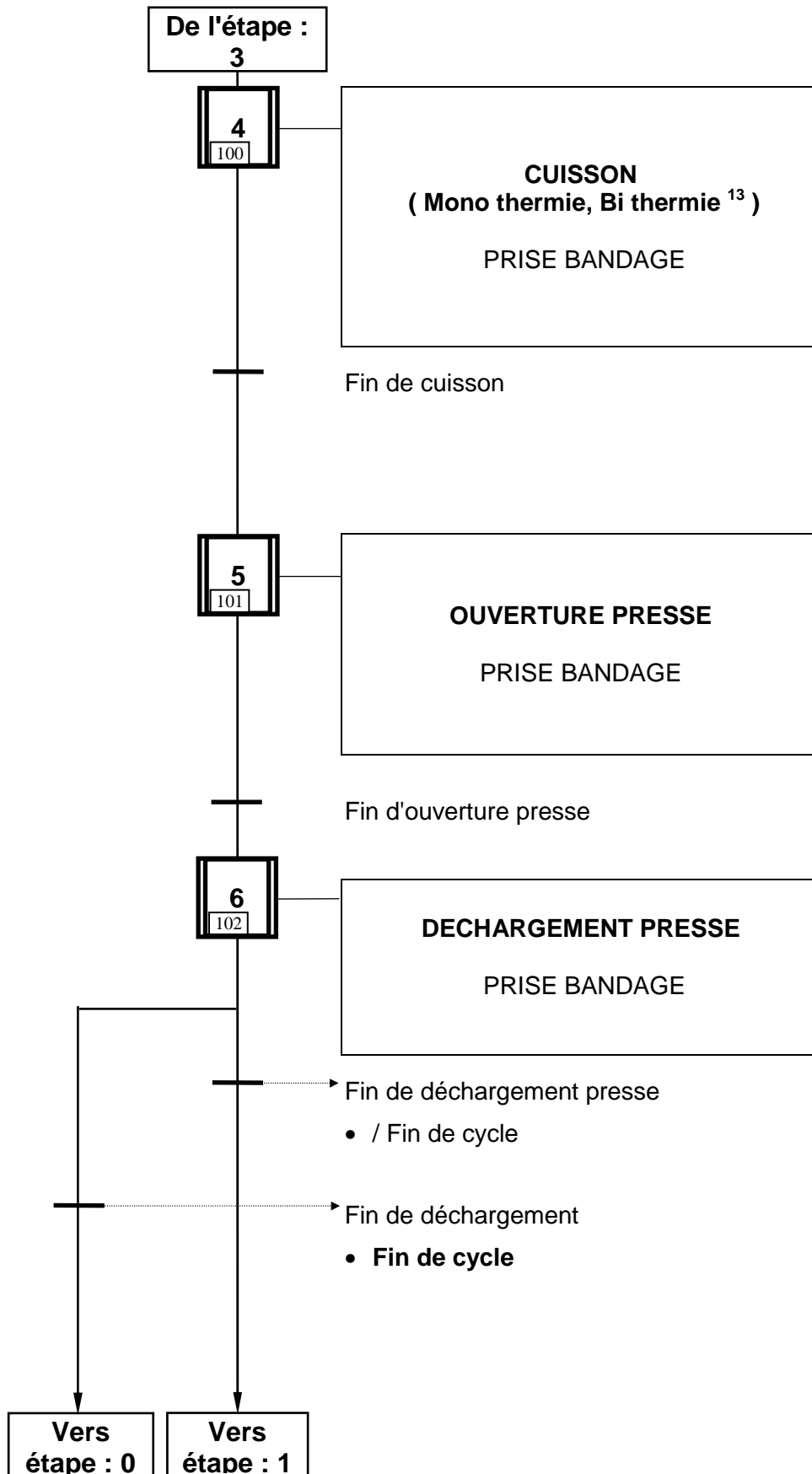


Figure 50 – Suite du grafcet de production maître.

¹³ Action combinée de la vapeur et de l'eau chaude.

5. Développement de l'AMDEC :

Le travail sur terrain est organisé et déroulé selon la méthodologie énoncée précédemment. Toutefois nous précisons qu'à l'intérieure de chaque étape principale, certaines sous étapes se déroulent en simultanée pour une meilleure efficacité au travail et rentabilité du temps.

1^{ière} étape : Initialisation

L'étude est initialisée avec le demandeur de l'étude par la définition du système à étudier, la définition des objectifs à atteindre et la constitution du groupe de travail. La phase de fonctionnement (2^{ième} point) n'est choisie que plus tard.

A. Définition du système à étudier :

Le système est une machine complète. C'est une presse de cuisson (une cavité) munie de :

- L'armoire électrique, dont fait parti l'automate,
- Le tableau de chauffe : circuit des fluides (eau chaude, vapeur, Azote),
- Le groupe hydraulique,
- La table de refroidissement,
- La centrale du vide, commune à toutes les presses de cuisson,

B. Définition de la phase de fonctionnement :

La machine peut être à l'arrêt, en phase de réchauffe¹⁴ ou en phase de production (cuisson). L'étude est effectuée pour la phase de fonctionnement la plus pénalisante, et donc pour la phase de production.

C. Définition des objectifs à atteindre :

Le projet énoncé par le demandeur de l'étude a pour objectif de « **maximiser la disponibilité** » des machines, et donc d'améliorer leur **fiabilité** et **maintenabilité**.

¹⁴ Phase de circulation des fluides chauds dans la presse fermée, sans bandage à l'intérieure du moule, pour obtenir la température initiale nécessaire pour la phase de production.

La sécurité des utilisateurs et l'environnement des machines n'est pas prise en compte, telle précisée par le demandeur de l'étude. On ne prend en considération que les défaillances des sécurités machines et leur impact sur la disponibilité des presses.

D. Constitution du groupe de travail :

Le demandeur et décideur de l'étude :

- **Responsable technique ;**

Le noyau permanent :

- **Pilote technique :** Coach pilotage secteur ¹⁵,
- **Représentant du MS3 :** TMS,
- **Représentant du bureau d'étude :** ancien TMS du MS3.
- **Animatrice de l'AMDEC :** stagiaire ;

Les consultants :

- Responsable du MS3,
- Technicienne qualité cuisson,
- Autre représentant du bureau d'étude,
- Technicien d'organisation.

E. Etablissement du planning de travail :

Pour planifier le déroulement d'une nouvelle méthode, nous avons opté pour une démarche dynamique. Ainsi un planning initial établi uniquement sur la base de la connaissance des différentes étapes de l'AMDEC et en fonction de la disponibilité prévue du groupe, est enrichi et mis à jour par la suite de part l'expérience recueillie tout au long de l'étude.

Nous présentons le planning suivi, avec le cahier des charges de l'étude, dans la deuxième partie.

F. Réunion des documents nécessaires :

Plusieurs documents sont réunis pour bien mener l'AMDEC, nous en citons :

- Le cahier des charges fonctionnel,
- Le manuel utilisateur,

¹⁵ Logiciel de GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur).

- La documentation technique à l'usage de la maintenance et du bureau d'étude :
Liste de la PDR, schémas hydrauliques, électriques et mécaniques. Documents sur l'automate, la régulation, le Grafcet de fonctionnement (GEMMA), le mode de marche Panel view.
- Historique des pannes dans le pilotage secteur.

G. Mise au point des supports de l'étude :

Les supports de l'étude sont préparés au fur et à mesure de l'avancement dans l'AMDEC, avant chaque étape où ils doivent être utilisés. Nous les présentons dans la deuxième partie sous forme de dossiers comme résultats de chaque étape :

- **Le cahier des charges de l'étude et le planning suivi** : résultats de l'étape 1, initialisation ;
- **Le dossier machine** : résultat de l'étape 2, décomposition fonctionnelle ;
- **Les grilles AMDEC** : résultat de l'étape 3, analyse des défaillances ;
- **Le dossier synthèses** : résultat de l'étape 4, synthèses de l'AMDEC.

Le cahier des charges de l'étude est communiqué au groupe de travail, muni du planning de l'étude par le biais de l'intranet, puis explicité dans les prochaines réunions. Cette formule rejoint le mode de travail avec le groupe :

- Un ordre du jour, énonçant l'objet de la réunion et réunissant tout les éléments à traiter, est communiqué à tous les membres du groupe devant participer à la réunion dite, par intranet. Une confirmation verbale a souvent lieu.
- Une fois la réunion achevée, les membres du groupe reçoivent un compte rendu (annexe 4) de cette dernière, où figurent essentiellement un résumé des éléments traités et les points reportés pour les prochaines réunions

8. Réservation des moyens logistiques des réunions :

L'AMDEC est déroulée dans les sales de réunions. Toutefois, pour des raisons de flexibilité et commodité, elle est aussi déroulée au niveau des ateliers.

2^{ème} étape : Décomposition fonctionnelle

Le découpage arborescent du système s'effectue selon trois niveaux. Ce niveau de détail n'est pas choisi à priori : c'est le résultat d'un premier découpage logique en blocs fonctionnels ; nous en présentons un schéma dans la deuxième partie. Puis chaque bloc ou groupe fonctionnel est découpé en sous ensembles groupés de part leur constitution, ou encore de part leur fonction : cela constitue un deuxième niveau de découpage par sous-ensembles constitutifs ou fonctionnels. Ensuite on décompose les sous-ensembles en éléments jusqu'à arriver aux organes que l'on change systématiquement après défaillance (on ne peut les décomposer encore pour remplacer leurs constituants défaillants par la PDR).

La démarche ainsi suivie, vise l'exhaustivité dès le départ. Le choix porté pour cette démarche est réfléchi en fonction de la problématique des machines et l'objectif de l'étude. Toutefois, certains blocs fonctionnels sont systématiquement omis, pour l'instant, de cette étude pour une raison correspondant à la demande du décideur de l'étude : « L'analyse est faite sur les sous-ensembles ou éléments déjà tombés en pannes, ou potentiellement probable pour l'être avec une gravité sévère ». La décision ainsi prise, le choix pour le découpage revient au groupe de travail.

Après découpage arborescent du système, les deux premières colonnes du tableau AMDEC : éléments et fonctions sont remplies pour chaque bloc que l'on note en « sous-système ».

3^{ème} étape : Analyse des défaillances

Phase A : Analyse des mécanismes de défaillance :

A1 – Identification des modes de défaillances :

Les modes de défaillances sont recherchés de la manière la plus exhaustive possible, pour tous les éléments. Notons que pour certains d'entre eux, plusieurs fonctions sont listées. Cependant les modes de défaillances pour un élément sont communs à ses fonctions et plus particulièrement attribués à la première fonction listée, dite principale.

A2 – Recherche des effets :

Un effet est engendré par un mode de défaillance, toutes causes possibles confondues. Cela explique la représentation dans le tableau AMDEC, où l'effet potentiel est listé pour l'ensemble des causes possibles lorsqu'un mode de défaillance se produit, ou est susceptible de se produire avec un effet critique. Hormis ces deux cas, le mode de défaillance est supprimé du tableau.

La recherche des effets est orientée selon l'objectif et les limites de l'étude précisés par le demandeur. Ainsi nous recherchons en priorité l'effet en relation avec la disponibilité de la machine ; plusieurs effets sont décelés, nous en citons essentiellement :

- l'arrêt machine,
- la qualité des pneus cuits, et plus particulièrement la possibilité d'obtenir un pneu H¹⁶. Ce défaut de qualité est, du point de vue disponibilité, une perte de temps pour une cuisson non conforme, et donc peut être assimilé à une indisponibilité machine. La correspondance entre l'indisponibilité des presses et la cuisson non conforme est détaillée lors de la construction du barème de gravité.

A3 – Recherche des causes :

La recherche se fait le plus en amont possible pour des causes probables. Le plus souvent, ces causes sont relatives à l'état des éléments de la machine qui ont engendré le mode de défaillance (l'élément défaillant, ou d'autres éléments en relation avec cet élément).

La recherche des causes possibles s'effectue simultanément avec celle des effets potentiels et les modes de détection possibles, pour chaque élément. Cette démarche de recherche, horizontalement dans le tableau AMDEC, permet une meilleure efficacité au travail et rentabilité du temps (élément par élément, on enchaîne la recherche des effets, causes et moyens de détection). Cette démarche peut être adoptée dès le départ lors de la recherche des modes de défaillance.

A4 – Recensement des détections :

Les détections sont communes à toutes les causes possibles pour un mode, car généralement on ne détecte le mode que lorsqu'il se produit (l'effet est instantané dans la majorité des cas, ce qui rend la détection très faible). La plupart des modes de défaillances sont donc détectés visuellement ou par l'automate sur le panel view une fois apparus. Par ailleurs on peut prévenir certains modes par les inspections préventives.

¹⁶ Pneu hors usage, non réparable.

Phase B : Evaluation de la criticité :

B1 – Construction des barèmes de cotation :

- **Barème de cotation de la gravité :**

- **Démarche :**

Nous élaborons l'échelle de cotation de la gravité des effets sur la base de l'indisponibilité des presses. Ainsi, nous utilisons le critère des temps d'arrêt machines dus aux pannes pour construire les différents niveaux. Toutefois, les cuissons non conformes dues aux pannes, dont les résultats sont des pneus H, sont aussi assimilées à une indisponibilité des machines : nous prenons en considération ce défaut de qualité lors de la construction de l'échelle.

Nous estimons en premier lieu la correspondance entre les arrêts des machines et les cuissons non-conformes. Ces dernières sont converties en temps d'arrêt grâce à un facteur de conversion calculé sur la base des « manques à gagner » engendrés par les arrêts machines et les cuissons non conformes.

Ensuite, nous estimons un niveau maximum pour l'échelle, puis construisons les niveaux intermédiaires relativement à ce niveau.

- **Conversion des cuissons non-conformes en temps d'arrêt machine :**

Référons-nous au schéma suivant :

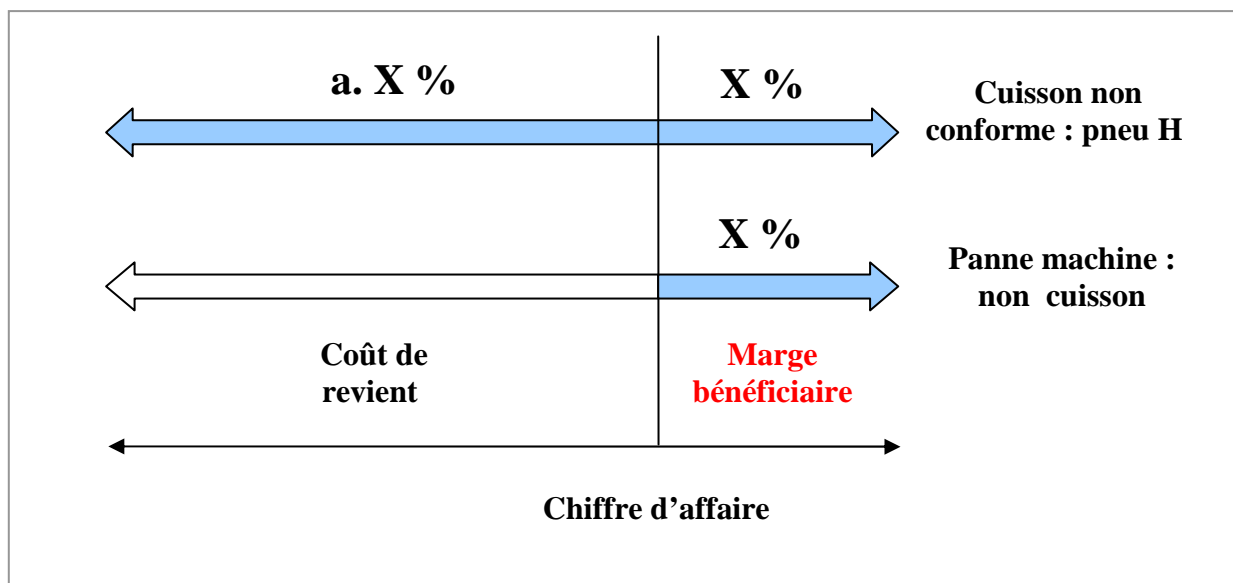


Figure 51 – Principe de calcul du manque à gagner sur l'arrêt machine et la cuisson non conforme.

La cuisson non conforme d'un pneu, dont le résultat est H, engendre un manque à gagner estimé à **100% du chiffre d'affaire** sur ce pneu :

- Perte de la marge bénéficiaire X% sur le chiffre d'affaire,
- Coût de revient non amortissable : perte de (a. X%) sur le chiffre d'affaire.

Où « a » est un réel tel que : $a \cdot X\% + X\% = 1$

Par ailleurs, la non cuisson d'un pneu due aux pannes machine engendre un manque à gagner estimé à la marge bénéficiaire **X% du chiffre d'affaire** sur ce pneu, le coût de revient étant amortis après dépannage par la future cuisson.

Notons que comme hypothèse, nous ne tenons pas compte des surcoûts de la non qualité et des surcoûts des arrêts machines. Le manque à gagner pour une cuisson non conforme représente donc **(a + 1)** fois le manque à gagner pour la non cuisson d'un pneu. Donc :

Coefficient de conversion (H / temps d'arrêt) = a + 1

Coefficient de conversion (H / temps d'arrêt) = 100 / X

Temps d'arrêt (équivalent à un H) = coefficient de conversion x temps moyen de cuisson

Temps d'arrêt (équivalent à un H) = (100 / X) x temps moyen de cuisson

- **Données :**

La marge bénéficiaire moyenne sur les différentes dimensions = 20 %¹⁷

Le temps moyen de cuisson sur les différentes dimensions = 48 '¹⁸

- **Calcul et résultats :**

Coefficient de conversion (H / temps d'arrêt) = 100 / 20

Coefficient de conversion (H / temps d'arrêt) = 5

Temps d'arrêt (équivalent à un H) = 5 x 48 '

Temps d'arrêt (équivalent à un H) = 240 '

Temps d'arrêt (équivalent à un H) = 4 h

La cuisson d'un pneu H correspond à 4 heures d'arrêt.

¹⁷ Donnée de la DT

¹⁸ Estimée avec les cuiseurs des pneus

- **Construction des niveaux de l'échelle :**

D'après le demandeur, l'échelle varie de 1 à 10. Pour une machine située dans le processus, le niveau maximum peut être le temps d'arrêt à partir duquel une pénalité d'arrêt est notée pour la machine cliente située juste en aval de celle-ci. Or, pour une machine Goulot, les flux sont toujours poussés par sa cadence et les machines clientes sont toujours en attente. Ce constat est projeté sur les presses, futurs goulots.

En outre, nous adoptons une autre démarche, très spécifique au cas des presses. En voici le déroulement :

Nous disposons d'une presse en mode production à temps plein. 3 pneus sont déjà cuits. Pendant la cuisson d'un 4^{ième} pneu, les 3 pneus cuits sont en phase de refroidissement : 2 sur la table de refroidissement où chacun reste dans un poste pendant la durée de cuisson du 4^{ième} pneu, le premier pneu cuit est acheminé vers l'atelier de vérification pendant la même durée. Ainsi à la fin du cycle de cuisson du 4^{ième} pneu, le premier pneu arrive à l'atelier de vérification pour de multiples contrôles où il s'avère un pneu H. Cette information est vite communiquée pour arrêter la 5^{ième} cuisson sur cette presse. Faute d'une panne en temps masqué, les 4 pneus cuits sont non-conformes et hors usage dans le pire des cas, le 5^{ième} étant sauvé.

Ce déroulement nous permet d'estimer un niveau maximum pour le nombre des pneus H perdus dans une cuisson à temps plein. Le niveau de gravité maximum correspond donc à 4 pneus H, que l'on convertit en temps d'arrêt.

Les niveaux intermédiaires sont essentiellement construits sur la base du nombre des pneus H obtenus à partir du temps d'arrêt égal à 4 heures, et sur la base des temps de réchauffe lancées systématiquement après certaines pannes. Nous optons en finalité pour 10 niveaux de gravité.

La signification des 10 niveaux est donnée par la somme des :

- temps d'arrêt machine causé par la panne,
- temps de réchauffe, occasionné par la panne (≥ 1 heure),
- temps d'arrêt équivalent aux H obtenus.

Tableau 8 – Barème de cotation de la gravité pour les presses de cuisson.

cotation	signification
1	TA = 0 mn (sans H)
2	0 mn < TA < 30 mn (sans H)
3	30 mn ≤ TA < 1 h (sans H)
4	1 h ≤ TA total < 2 h (sans H, réchauffe y comprise)
5	2 h ≤ TA total < 3 h (sans H, réchauffe y comprise)
6	3 h ≤ TA total < 4 h (sans H, réchauffe y comprise)
7	4 h ≤ TA total < 8 h (≤ 1H y compris, réchauffe y comprise)
8	8 h ≤ TA total < 12 h (≤ 2H y compris, réchauffe y comprise)
9	12 h ≤ TA total < 16 h (≤ 3H y compris, réchauffe y comprise)
10	TA total ≥ 16 h (n H α TA y compris, réchauffe y comprise)

TA total	temps d'arrêt + temps de réchauffe (supérieure ou égal à 1h et proportionnel à TA) + temps équivalent à n H obtenus (un H équivaut à 4h d'arrêt)
TA	temps d'arrêt

• Barème de cotation de l'occurrence :

Le barème d'occurrence ou probabilité d'apparition des couples modes / causes est construit à partir de l'expérience du groupe de travail, en s'inspirant des exemples de littérature. Nous procédons de la même manière que pour le barème de gravité, en déterminant tout d'abord un niveau maximum d'occurrence, puis les niveaux intermédiaires relativement à ce niveau. Le barème ainsi construit varie de 1 à 10 selon 5 niveaux.

Tableau 9 – Barème de cotation de l'occurrence pour les presses de cuisson.

cotation	signification
1	$O > 1$ défaillance / an
3	1 défaillance / semestre $< O \leq 1$ défaillance / an
5	1 défaillance / trimsetre $< O \leq 1$ défaillance / semestre
8	1 défaillance / mois $< O \leq 1$ défaillance / trimestre
10	$O \leq 1$ défaillance / mois

- **Barème de cotation de la non détection :**

La plupart des mécanismes de défaillances ne sont détectés qu'après occurrence du mode de défaillance, l'effet se produit simultanément avec ce dernier. Ce constat rend la détection difficile voir impossible dans la plupart des cas, et les exemples de littérature ne peuvent correspondre à ce cas. Cependant, nous avons pu décelé certains moyens de détection que nous avons classés par ordre d'efficacité en terme de prévention de l'effet : 4 niveaux de détection sont établis.

Tableau 10 – barème de cotation de la non détection pour les presses de cuisson.

cotation	signification
1	Cause ou mode détectable par l' opérateur et / ou sur panel view avant arrêt machine et / ou obtention de H.
4	Cause ou mode détectable par contrôle statistique et analyse par exploitant sur SAUFI et OSCAR ¹⁹ , exploitables 24h / 24 avant arrêt machine et / ou obtention de H.
7	Cause ou mode détectable par préventif avant arrêt machine et / ou obtention de H.
10	Cause et mode non détectable avant arrêt machine et / ou obtention de H.

¹⁹ Automate pour la vérification des paramètres de cuisson des presses.

Notons que la construction des barèmes s'est faite après l'AMDE, et pas avant. Ce choix n'est pas arbitraire, il permet une vision globale du comportement de tous les mécanismes de défaillances et facilite la mise en place d'une première itération d'AMDEC.

B2 – Evaluation des critères de cotation :

Les trois critères de cotation sont estimés l'un après l'autre pour chaque mécanisme de défaillance.

- Gravité :

La gravité des effets est cotée, grâce au barème, après une estimation moyenne des temps d'arrêts machine, des temps de réchauffe occasionnées et le risque d'obtention de pneus H. Ainsi pour ce dernier cas, le risque qui diffère selon la panne et selon son moment d'apparition par rapport au cycle de cuisson, est couvert en le majorant par la certitude d'obtenir un pneu H. La transcription dans le tableau AMDEC se fait en deux étapes :

- Le temps d'arrêt machine + le temps de réchauffe (inscrit entre parenthèse), dans la colonne TA ;
- La cotation de la gravité, après addition de l'équivalent des pneus H si le risque y est, dans la colonne G.

- Occurrence :

L'occurrence des couples mode / cause est estimée, puis cotée selon le barème établi dans la colonne O.

- Non détection :

La non détection est cotée d'après le barème établi. Elle est souvent maximale à cause de la difficulté de détection des causes ou modes de défaillance d'une part, et la simultanéité de l'effet lors de l'apparition du mode. La non détection est transcrite dans la colonne ND.

B3 – Calcul de la criticité :

Une fois les trois critères estimés, nous calculons la criticité systématiquement sur le tableau Excel dans la colonne C. Le calcul de la criticité nous permet de tracer un graphique d'hierarchisation des mécanismes de défaillances. Nous le présentons à cette étape avant la

synthèse car il nous permet de visualiser la distribution des mécanismes de défaillances en fonction de leurs criticités, et donc de fixer un choix définitif pour l'orientation des actions correctives. Notons qu'un seuil de criticité a été proposé par le demandeur de l'étude. Ainsi nous traitons tous les mécanismes de défaillances dont :

$$C \geq \text{seuil de criticité}$$

Avec :

$$\text{Seuil de criticité} = 80$$

Cependant, ce seuil est diminué à 70. Ce choix est justifié par le nombre important de mécanismes ayant cette criticité, adjacente à 80 sur une plage de criticité variant de 2 à 640.

**Nombre cumulé des
mécanismes de défaillance
ayant la même criticité**

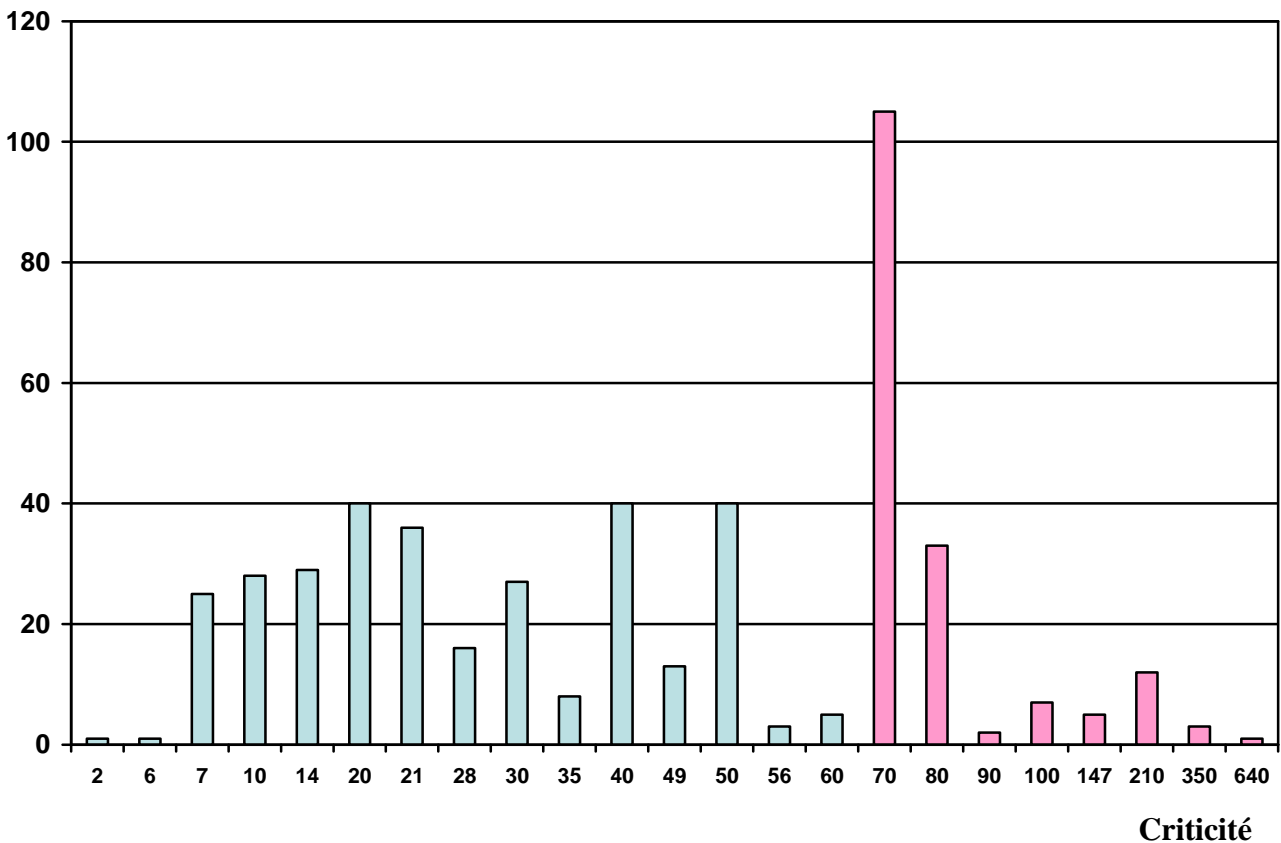


Figure 52 – Graphe de l'hierarchisation des mécanismes de défaillance.

Phase C : Proposition des actions correctives :

C1 – Recherche des actions correctives :

Le seuil de criticité choisi nous permet de délimiter deux domaines de criticité. Pour cette première itération d'AMDEC, nous orientons la recherche des actions correctives pour un seul domaine jugé prioritaire en terme de criticité, et donc en terme d'action pour y remédier. Ce domaine comprend donc tous les mécanismes de défaillances dont la criticité est supérieure ou égale à 70. Pour chaque mécanisme de défaillance appartenant au domaine critique, la recherche se fait en trois étapes :

Etape 1 : Nous recherchons les composantes qui ont augmenté la criticité, à savoir gravité, occurrence ou non détection.

Etape 2 : Pour les composantes jugées importantes dans la criticité, nous recherchons les éléments qui ont provoqué leurs niveaux élevés, le plus en amont possible en se référant aux colonnes du tableau AMDEC, par une démarche organisée en 5M afin de balayer tout l'environnement des machines. Cette recherche se fait pour les composantes concernées les unes indépendamment des autres.

Etape 3 : Une fois ces éléments décelés, nous recherchons les mesures permettant de les diminuer, voir les supprimer afin de diminuer les composantes importantes de la criticité. A cette étape la recherche implique la dépendance de toutes les composantes de la criticité.

Les actions correctives sont transcrites dans la colonne des mesures préconisées. Le service désigné responsable du suivi de chaque mesure est aussi reporté dans la colonne suivante. Cependant le délai prévu pour la réalisation de ces actions est maintenu pour ces services lorsqu'ils auront à planifier le déroulement et le suivi des mesures préconisées retenues par le décideur de l'étude. Les mécanismes critiques pour lesquels on ne peut proposer des actions (souvent des courts-circuits, ou faisant appel à Sonelgaz) sont mentionnés en gris dans les grilles.

C2 – Calcul de la nouvelle criticité :

La nouvelle criticité est estimée en prenant en considération les actions préconisées, sur la base des barèmes de cotation utilisés pour la cotation initiale.

4^{ième} étape : Synthèses de l'AMDEC

A. Hiérarchisation des défaillances :

Les mécanismes de défaillance sont classés par niveaux de criticité atteints. L'histogramme en figure 52 présente le cumul du nombre des mécanismes de défaillances ayant la même criticité.

B. Liste des points critiques :

Nous présentons dans le dossier synthèse une liste de tous les éléments critiques de la machine, avec leurs localisations suivant la décomposition fonctionnelle.

C. Liste des recommandations pour la machine :

Nous regroupons la liste des points critiques avec celle des recommandations dans une grille d'aide à la décision, qui fait apparaître tout le mécanisme de défaillance. Notons que pour un élément donné, la criticité ne baisse pas avec une seule action, mais avec l'ensemble des actions proposées pour remédier à un mécanisme de défaillance donné. Ces actions sont regroupées selon leurs nécessités dans les grilles d'AMDEC, et ne sont efficaces que si elles sont appliquées ensembles pour un même mécanisme. Cependant pour des raisons de facilité de mise en œuvre, nous les réorganisons en rubriques de travaux et de responsabilités dans les grilles d'aide à la décision. Ces rubriques nous permettent aussi d'apprécier des axes de priorité d'actions pour le secteur de maintenance 3, en extrapolant les recommandations AMDEC, et en capitalisant l'expérience de tout le personnel du secteur.

5^{ième} étape : Suivi de l'AMDEC

Le suivi des recommandations après estimation des délais sera pris en charge par l'usine selon les responsabilités affectées.

Cette étude nous a permis d'analyser les dysfonctionnements potentiels des presses de cuisson et de les hiérarchiser par ordre de criticité. Ainsi, pour les dysfonctionnements jugés critiques et donc prioritaires en terme d'action, plusieurs actions correctives sont proposées afin d'y remédier. Ces actions, classées en rubriques opérationnelles, nous aident à formuler des recommandations pour le MS3. Dans cette même logique, ces recommandations analysées avec celles du MS1 nous servent à formuler des recommandations générales pour toute la fonction maintenance de l'usine, que nous présentons dans le chapitre suivant.

Chapitre V :

SYNTHESES

Ce chapitre est réservé aux synthèses de tout notre travail. En premier lieu, nous présentons des recommandations pour MS1 et MS3, inspirées des actions correctives préconisées lors des deux AMDEC. L'extrapolation de ces recommandations suivant des axes appréciés comme prioritaires, nous aide à formuler des recommandations générales pour toute la fonction maintenance. A la fin, nous exposons la démarche de transposition de la méthode AMDEC sur tout le parc machine de l'usine.

1. Recommandations pour les secteurs de maintenance :

1.1. Recommandations pour le secteur de maintenance 1 :

L'ensemble des recommandations proposées pour ce secteur est structuré en 8 rubriques.

- **Rubrique 1 : organisation générale.**

- Une étude d'organisation pour le secteur de maintenance 1, s'appuyant sur un diagnostic de la fonction maintenance s'avère utile pour :
 - Le calcul de l'effectif nécessaire,
 - L'organisation et l'étude des postes de travail,
 - Définition des méthodes de travail pour réduire le temps d'arrêt machines,
 - Définition d'une implantation adaptable du secteur de maintenance 1 par rapport à son environnement.

- Une répartition organisée des tâches : le choix d'un groupe de travail qui se charge d'étudier les problèmes : modes de défaillance / causes / effets / actions correctives.

Il est souhaitable que ces études se font dans une salle de réunion bien précise. Les comptes rendus des réunions sont transmis aux agents intervenant sur machines.

- L'organisation du magasin stock avancé : visserie, raccords. Ceci est dans le but d'une meilleure localisation des pièces.

- **Rubrique 1 : gestion des pièces de rechange.**

- Connaissance parfaite des caractéristiques techniques des pièces de rechange et celles de substitution.

- Réalisation d'un inventaire du besoin en PDR en correspondance avec le stock actuel du magasin.
- Communication de l'information exacte et précise sur les commandes des pièces de rechange aux agents de magasin. Ceci permet d'approvisionner les pièces nécessaires en fonction du besoin réel et de la consommation courante et surtout pour remédier aux situations de pénalités en PDR dans les cas d'urgences.
- Etablissement des demandes de codification bien remplies avec les précisions nécessaires pour le lancement des commandes des pièces.

- **Rubrique 1 : maintenance préventive.**

- Le suivi de l'encodage des interventions sur le pilotage secteur faites par les agents de maintenance. L'encodage doit être précis, permettant au technicien secteur d'effectuer des analyses techniques mensuelles efficaces et d'établir des plans fiables de préventif et graissage.
- Mettre plus d'exigences pour la réalisation du plan préventif / plan de graissage par rapport au prévu.
- Mettre en place une équipe D²⁰ chargée de la réalisation du plan préventif des machines de l'atelier des mélanges. Le nombre d'effectif de l'équipe est : 4 personnes (y compris un graisseur). Le choix du nombre est réfléchi en fonction de la nature des machines de l'atelier des mélanges qui ne sont pas redondantes : leur arrêt prolongé peut provoquer l'arrêt de l'usine.

Vu que ces machines sont volumineuses, leur entretien nécessite leur arrêt dont la durée peut être minimisée en renforçant l'équipe.

- Pour l'activité du graissage :
 - Approvisionnement du secteur graissage avec les moyens suivants :
 - Antonoires pour le remplissage des boites de renvoi nécessaires serrage desserrage des homo - alimenteurs.
 - Pompe de graissage manuelle.
 - Station de graissage pneumatique.

²⁰ Equipe travaillant journallement de 8h à 17h

- Des gants de protection (lors de l'utilisation du total solvant)
- Des bidons de 5-10 l.
- Armoire pour la disposition des équipements de graissage.
 - Mettre en place l'archivage numérique des : tapis machines Z, huiles Z ainsi que l'inventaire des outils de graissage.
 - La définition précise des actions de graissage et le suivi de leur réalisation sur machines.
- **Rubrique 5 : formation.**
 - Une polyvalence des dépanneurs pour garantir une flexibilité et une indépendance dans le travail des agents. Sauf pour la maintenance des machines du laboratoire GQM qui est affectée aux agents avec une formation précise.
 - Assurer aux agents de maintenance laboratoire GQM une formation avec validation sur les machines de mesure. Cette dernière doit porter sur :
 - La connaissance du fonctionnement des machines.
 - La maintenance des machines.
 - Le type d'outillage de précision à utiliser pour maintenir chaque machine (les pieds à coulisses, les micromètres, les chronomètres).
 - Les pièces de rechange nécessaires et prioritaires pour chaque machine.

La plus efficace des méthodes de formation est : le compagnonnage pour un nouvel agent (être dirigé et suivi par un agent de maintenance plus expérimenté). Nous précisons que la volonté d'apprendre et de s'intégrer dans l'équipe est une condition primordiale pour la réussite dans le métier de la maintenance.

- **Rubrique 6 : documentation.**
 - Organisation de la documentation : plans, schémas mécaniques, électriques, hydrauliques et leur archivage numérique.

- **Rubrique 7 : outillage.**

- La réalisation d'un inventaire annuel pour :
 - L'outillage collectif.
 - L'outillage individuel.

- **Rubrique 8 : organisation du local secteur, conditions environnementales et d'hygiène.**

- Nous recommandons de lancer le chantier 5S dans le local MS1.

1.2. Recommandations pour le secteur de maintenance 3 :

Ces recommandations sont le résultat des réunions tenues par une interview avec tout le personnel du secteur inspirées des réunions déroulées pour l'AMDEC. En effet, nous avons tiré profit de deux principes de l'AMDEC :

- La synergie du groupe de travail,
- Le principe de priorité d'actions,

Ce principe permet d'orienter les recommandations selon les axes de priorité d'actions en extrapolant les recommandations machines et en se basant sur nos observations durant tout le stage. Nous classons ces recommandations en 8 rubriques :

- **Rubrique 1 : organisation générale.**

- Cette rubrique est jugée très importante, puisque nous recommandons de revoir l'organisation générale de MS3, en le structurant en plusieurs services (assemblage et cuisson, GQP et réparation).
- Outre le cas, l'organisation actuelle en MS3 nécessite une augmentation de l'effectif de 3 à 4 personnes par équipe afin de répondre aux besoins du secteur couvrant les 4 ateliers
- Les travaux de préventif nécessitent une équipe supplémentaire en D constituée de 3 personnes : 1 graisseur et 2 électromécaniciens.

- Réorganiser les deux fonctions chargées du changement, réglage et entretien des différentes dimensions des moules de cuisson et des tambours d'assemblage en deux équipes pour couvrir les interventions dont la durée dépasse les huit heures de jours.

- **Rubrique 2 : gestion des pièces de rechange.**

- Intégrer les recommandations AMDEC dans la gestion de la PDR.
- Désigner un responsable magasin local pour sa gestion.

- **Rubrique 3 : maintenance préventive.**

- Mettre à jour immédiatement le plan préventif des presses de cuisson en tenant compte des recommandations AMDEC. Ce plan sera mis à jour de façon continue par le déroulement d'autres itérations AMDEC.
- Réaffecter les responsabilités de la maintenance préventive :
 - Gros travaux du préventif assurés par la nouvelle équipe D lors des arrêts machines planifiés avec la fabrication.
 - Inspections machines assurées par les équipes de dépannage.

L'ensemble du personnel communiquera journallement un compte rendu des travaux au TMS chargé du suivi.

- **Rubrique 4 : formation.**

- Intégrer les recommandations AMDEC dans le plan de formation.

- **Rubrique 5 : documentation.**

- Archivage numérique de la documentation technique et sa disponibilité sur le réseau au niveau du local MS3.
- Remettre sur réseau le logiciel de simulation des pannes : S- LOGIX

- Mettre à jour toute la documentation et ranger les schémas dans les armoires machines.

- **Rubrique 6 : outillage.**

- Intégrer les recommandations AMDEC.
- Revoir les moyens de manutention.
- faire un inventaire de l'outillage collectif et individuel pour le renouvellement et l'adaptation aux besoins.

- **Rubrique 7 : organisation du local secteur, conditions environnementales et d'hygiène.**

- Lancer un chantier 5S dans le local MS3, y compris dans les bureaux.

- **Rubrique 8 : relations avec les clients :**

- Ayant peu participé aux réunions AMDEC, nous recommandons à une échelle d'organisation globale d'impliquer les clients Fabrication et Qualité dans les études de maintenance pour un objectif commun à toute l'usine.

2. Recommandations pour la fonction maintenance :

Nous répertorions l'ensemble des recommandations en 9 rubriques :

- **Rubrique 1 : organisation générale.**

- Etudier la possibilité de restructurer le MS3 en plusieurs services.
- Outre le cas, voire une augmentation de l'effectif à 4 par équipe afin de répondre aux besoins du secteur couvrant 4 ateliers : assemblage, cuisson, vérification et réparation.
- Ajouter une équipe D pour les travaux préventifs. L'effectif varie selon le secteur : 4 en MS1, 2 en MS2, 3 en MS3.

- **Rubrique 2 : gestion des pièces de rechange.**

- Lancer la mise en PDR relative aux prévisions de la consommation selon les besoins et les périodes à une date permettant l'approvisionnement de la PDR non existantes au magasin.
- Une bonne connaissance de la PDR et une bonne définition des besoins communiqués au magasin.
- Création d'un local réservé au matériel fragiles d'automatisme : PDR et outillage.
- Spécifier une équipe de formation technique ayant la connaissance du parc machine au niveau du service Achat à laquelle sera attribuée la tâche « Achat PDR ».

- **Rubrique 3 : maintenance préventive.**

- La conception du plan préventif à base de l'AMDEC pour les machines prototypes nouvelles dont le comportement est inconnu et l'historique est insuffisant pour mener des études statistiques.
- Mise à jour du préventif existant selon le type de machines.
- Réaffectation des responsabilités du préventif en attribuant les travaux à la nouvelle équipe D lors des arrêts machines planifiés avec la fabrication. Cette équipe communiquera journallement un compte rendu des travaux au TMS chargé du suivi.

- **Rubrique 4 : formation.**

- Il est utile pour le personnel de maintenance d'être informé sur :
 - La composition du produit (l'enveloppe).
 - Le processus de fabrication.
- Il doit être formé sur :
 - Le parc machine du secteur d'où résulte une bonne connaissance de la PDR de base et celle de substitution pour chaque machine.
 - L'automatisme niveau 1.

- Formation orientée et spécifique au fonctionnement et à la maintenance des machines du secteur dans les domaines : hydraulique pour le MS3, électro - mécanique pour le MS1 ainsi que le pneumatique.
- D'autres domaines peuvent être pris en considération après la consultation du personnel de la maintenance secteur. L'objectif est de former un personnel polyvalent dans le secteur.
- Les techniques de dépannage.

- **Rubrique 5 : documentation.**

- Mise à jour de la documentation en fonction de toutes les modifications apportées sur les machines.
- Disposer les schémas au niveau des armoires des machines de toute l'usine.
- Mettre à la disposition des dépanneurs une documentation bien sélective pour le dépannage rapide.
- Informatiser sur le réseau la documentation technique des machines.

- **Rubrique 6 : modifications.**

- Toutes les modifications doivent être prises en charge par le BE et suivies par la Direction Technique.
- Faciliter la procédure de « la demande d'étude ».

- **Rubrique 7 : outillage.**

Dans chaque secteur, faire l'inventaire de l'outillage collectif et individuel afin de :

- Commander l'outillage nécessaire.
- Renouveler l'outillage utilisé.
- Remplacer l'outillage obsolète par un autre adapté aux nouvelles technologies des machines

- **Rubrique 8 : organisation des locaux secteurs, conditions environnementales et d'hygiène.**

- Nous recommandons de lancer le chantier 5S au niveau de tous les locaux des secteurs de maintenance car ceci n'étant pas encore mis en place.

- **Rubrique 9 : relation avec les clients.**

- Nous recommandons vivement l'implication des clients : Fabrication et Qualité dans les études de maintenance pour un objectif commun à toute l'usine.

3. Transposition de la méthode sur tout le parc machine :

3.1 . La démarche pour la délimitation des systèmes à étudier :

Pour transposer la méthode sur tout le parc machine, nous proposons une démarche résultant de notre expérience lors du déroulement de l'AMDEC.

- Pour les machines anciennes, souvent volumineuses et complexes, il est intéressant de faire une analyse technique sur l'historique des pannes pour hiérarchiser les défaillances selon 2 critères :
 - Le temps d'arrêt machine,
 - L'occurrence des pannes machines.
- Cette hiérarchisation, nous permet de sélectionner les sous-ensembles jugés critiques et pour lesquels une AMDEC serait intéressante afin d'alléger l'étude qui serait fastidieuse pour toute la machine.
- Pour les machines nouvelles et / ou prototypes dont le comportement est inconnu, il est important d'appliquer l'AMDEC sur toute la machine.
- L'AMDEC serait performante par sa mise à jour pour les machines sur lesquelles elle a été déjà déroulée.

3.2. La démarche pour la décomposition fonctionnelle :

Pour les machines situées au niveau du processus : le niveau de découpage se fait par phase (niveau 1). Chaque phase est décomposée ensuite en blocs fonctionnels (niveau 2). Ce dernier découpage est le premier pour les machines qui ne sont pas process.

Chaque bloc fonctionnel est découpé en sous ensembles groupés constitutionnellement ou que l'on peut grouper fonctionnellement.

Ensuite chaque sous-ensemble peut être décomposé en organes constitutifs qui sont généralement changés systématiquement lors d'une panne. Ce niveau peut être considéré comme le dernier niveau de découpage sauf nécessité de décomposer encore les organes constitutifs par rapport au critère de remplacement par la PDR lors d'une panne.

3.3. La logique de construction des barèmes de cotation :

Pour une AMDEC machine, l'objectif est de maximiser la disponibilité, le barème de gravité des effets des défaillances est généralement établi à la base de 2 critères :

- Le temps d'arrêt machine.
- La qualité du produit obtenue sur cette machine. Celle-ci pouvant être convertie en temps d'arrêt.

Ainsi, les deux critères peuvent être assemblés en un seul : celui du temps d'arrêt.

La gravité des effets pour des machines situées dans le processus de fabrication (cas trancheuse de gommages 20 tonnes) est évaluée par rapport à l'indisponibilité du poste aval (le client direct).

Le traitement des machines en aval du processus (cas presses de cuisson) est particulier. Nous recommandons de le traiter par rapport à la pénalité client usine.

Le barème d'occurrence est établi grâce à l'expérience du groupe selon l'occurrence des défaillances spécifiques à la machine.

Le barème de non détection est établi selon le classement de l'efficacité des moyens de détection disponibles dans l'environnement de la machine.

Notons que la construction des barèmes commence par la définition du niveau maximum, puis les autres niveaux intermédiaires sont établis relativement à ce seuil.

Conclusions :

Constitué de machines anciennes et d'autres prototypes nouvelles, le parc machine de l'usine Michelin Algérie est spécifique et requière une attention particulière notamment de la part de la fonction Maintenance. Cette dernière nécessite une organisation et des moyens adéquats pour remplir sa mission principale : garantir une disponibilité maximum des machines.

Dans ce contexte, notre étude consistait à contribuer à l'amélioration des moyens et de l'organisation par l'application de la méthode AMDEC sur deux types de machines pour être transposable par la suite sur tout le parc machines de l'usine.

Tout d'abord, nous avons développé une méthodologie mise à jour au fur et à mesure de l'avancement de l'étude. Cette démarche dynamique répond au cas d'une méthode nouvelle en sa pratique. Ensuite, nous avons appliqué l'AMDEC sur les deux machines prototypes. Ces deux études nous ont permis de formuler des actions correctives y relatives afin de remédier aux dysfonctionnements jugés critiques et donc prioritaires. Ces actions nous permettent d'apprécier des axes prioritaires établis par les conclusions AMDEC, que l'on prolonge pour extrapoler les recommandations machines sur les secteurs de maintenance concernés. Dans cette même logique, les recommandations pour les secteurs de maintenance nous permettent de formuler des recommandations générales pour toute la fonction maintenance, que nous avons classées en rubriques opérationnelles. A cet effet, nous lui préconisons d'orienter ses priorités vers la gestion de la PDR, la formation du personnel et la maintenance préventive afin d'améliorer ses moyens et son organisation.

Dans une logique de DPCM, cette amélioration en continu de la disponibilité est assurée par la transposition et à la mise à jour de l'AMDEC sur tout le parc machines.

Pour ce faire, nous avons proposé :

- Une démarche pour la délimitation des systèmes à étudier.
- Une démarche pour la décomposition fonctionnelle.
- La logique de construction des barèmes de cotation des critères d'évaluation de la criticité.

Cette étude étant validée par le demandeur de l'AMDEC, nous tenons à préciser que la capitalisation de l'expérience des acteurs requiert leur disponibilité d'une part et le travail d'une équipe complète d'autre part, en impliquant toutes les disciplines concernées.

Liste des annexes :

Annexe 1 : Fiche technique du projet de fin d'études.

Annexe 2 : Organisation du périmètre du poste tranchage.

Annexe 3 : Blocs fonctionnels de la trancheuse de gommages 20 t.

Annexe 4 : Exemple de compte rendu des réunions AMDEC.

Annexe 5 : Blocs fonctionnels de la presse de cuisson Guilin.


Annexe 6 : Diagramme de circulation des flux dans la salle des cuissons.

PFE 5^{ème} année Génie Industriel 2005 / 2006

FICHE TECHNIQUE

Sujet proposé par :	Société Michelin Algérie – usine de Hussein Dey
Le contexte	<p>Usine de fabrication de pneus poids lourds :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Environ 750 employés • Tournant en 24h / 24, 7j / 7 • Actuellement, en flux tendu sur la séquence de fabrication • Machines anciennes et d'autres nouvelles • Un personnel en général nouvellement recruté et encore peu formé
Le projet	Optimiser les moyens et l'organisation de la maintenance pour garantir une disponibilité maximum
Méthodologie	<p>Mettre en place, animer et valider une méthode AMDEC maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire le découpage des machines en sous ensembles • Définir les modes de défaillance les plus courants • Définir les barèmes des critères « occurrence – gravité – non détection » • Faire une analyse systématique des couples « sous-ensemble / défaillance » • Proposer des solutions pour réduire les cotations par : <ul style="list-style-type: none"> - le préventif - la couverture pièce de rechange - la formation - les modifications - autres...
Partenaire	Jacques LE BARON, responsable technique
Les résultats attendus	<p>La méthode :</p> <ul style="list-style-type: none"> - a été appliquée et validée sur 2 types de machines - est transposable sur tout le parc machine de l'usine

Binôme : **DOUMANDJI Lamia**
BENKEMOUCHE Narimane



Jacques LE BARON
Responsable Technique

Figure 53 - Fiche technique du projet de fin d'études.

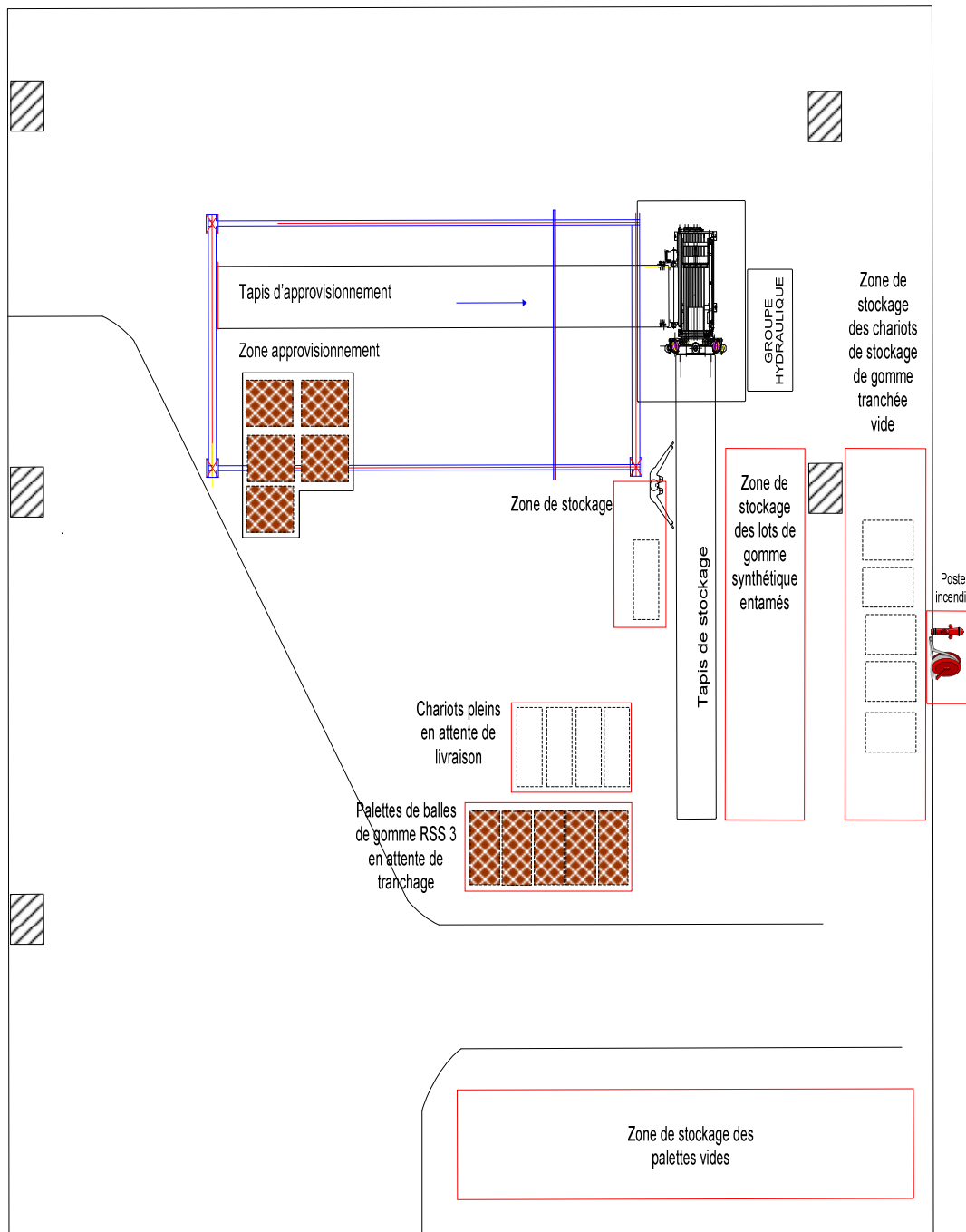


Figure 54 – Organisation du périmètre du poste tranchage.

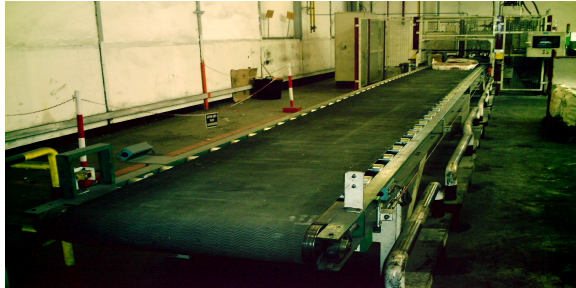


Figure 55 - Tapis d'approvisionnement.

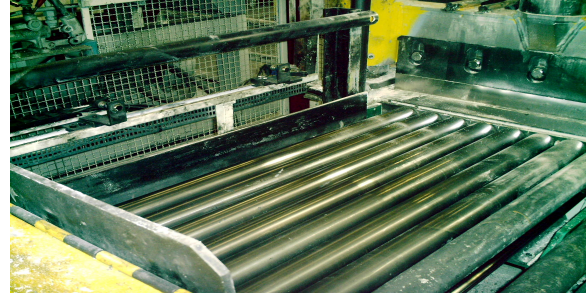


Figure 56 - Table Chariot.



Figure 57 - Vis sans fin.

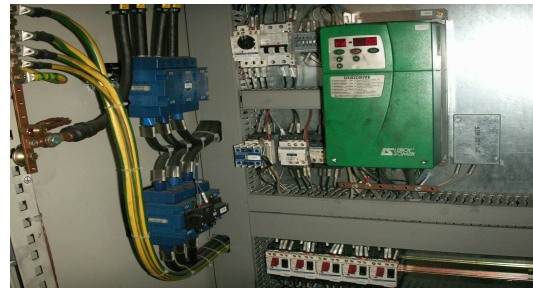


Figure 58 - Variateur, disjoncteur



Figure 59 - Automate CPU, modules entrées / sorties.



Figure 60 - Terminal opérateur

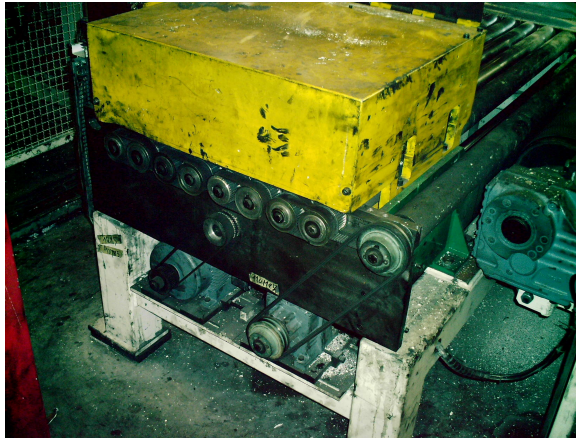


Figure 61 - Vue de derrière du chariot.



Figure 62 - Montage interne du chariot.

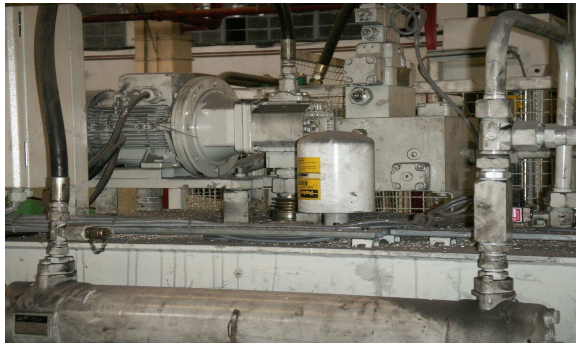


Figure 63 - Circuit de commande coupe.

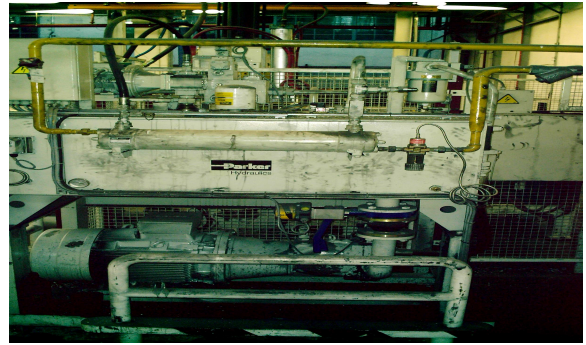


Figure 64 - Circuit de refroidissement.

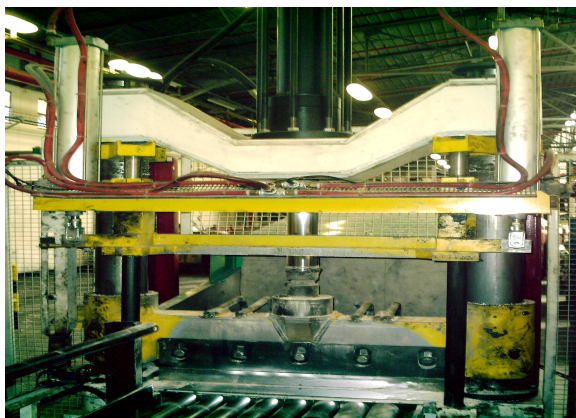


Figure 65 - Lame de coupe et presseur.

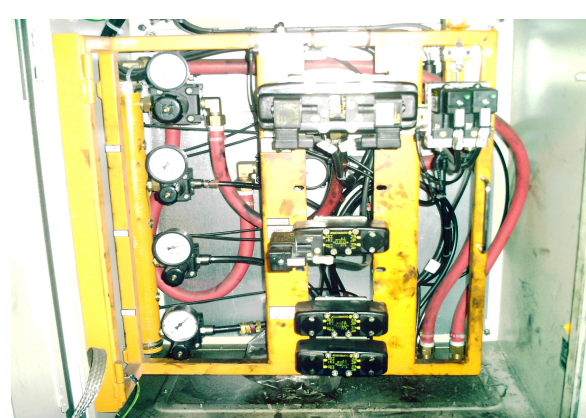


Figure 66 - Armoire pneumatique.



Figure 67 – Tapis d'évacuation.

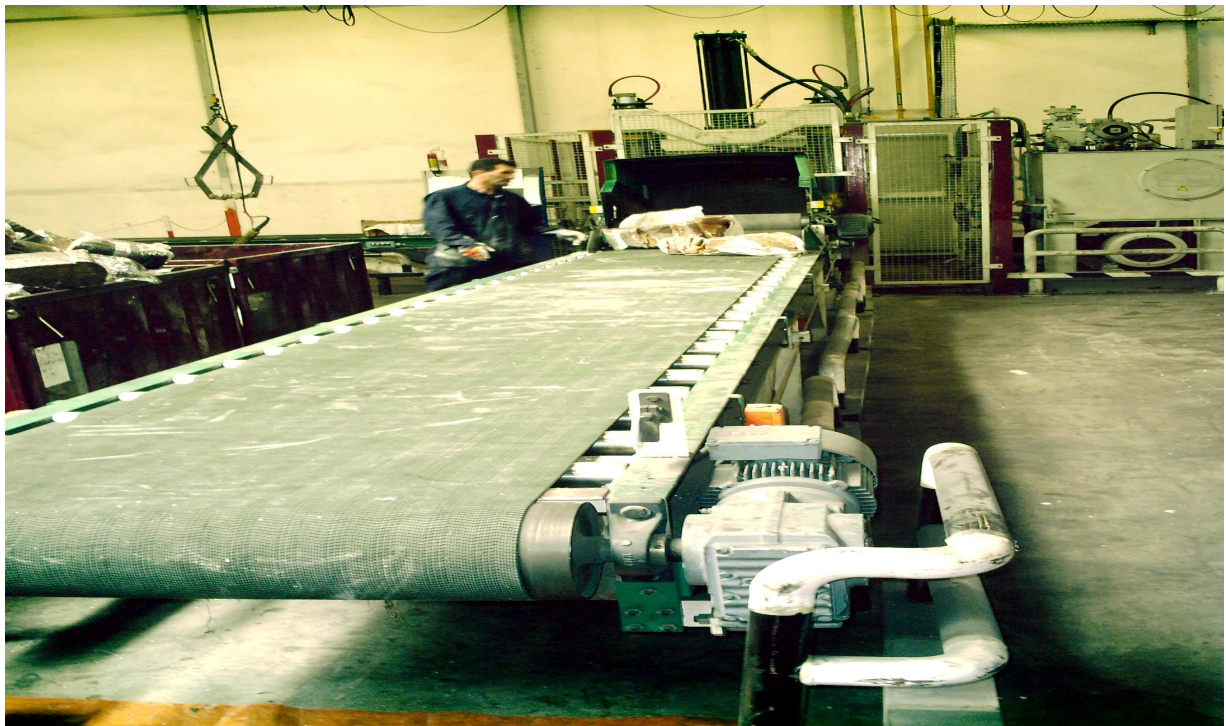


Figure 68 - Tapis de stockage.

Tableau 11 – Exemple de compte rendu des réunions AMDEC.


	AMDEC MAINTENANCE COMpte RENDU DES REUNIONS	USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -
Réunion N° = 3	Projet : Optimiser les moyens et l'organisation de la maintenance pour garantir une disponibilité maximum Système : PRESSES DE CUISSON GUILIN	
Emetteur : Mlle Narimane BENKEMOUCHE		
Participants :	Mr B. P Mr M. S Mr M. B	
Sujets traités :	Modes de défaillances des sous-ensembles : Une partie du tableau de chauffe ; soient les éléments : PPM, PPC, l'ensemble des vannes, Le groupe hydraulique, Le bloc foré, L'armoire électrique.	
Sujets reportés :		
Date de déroulement de la réunion : 17 / 04 / 2006 Heure : de 15h.20 à 16h40 Date d'émission : 18 / 04 / 2006		



Figure 69 – Partie supérieure du couvercle.



Figure 70 – Partie inférieure du couvercle.



Figure 71 – Moule pour les petites dimensions.



Figure 72 – Coté apparent de la partie centrale.



Figure 73 – Tableau de chauffe.



Figure 74 – Groupe hydraulique.

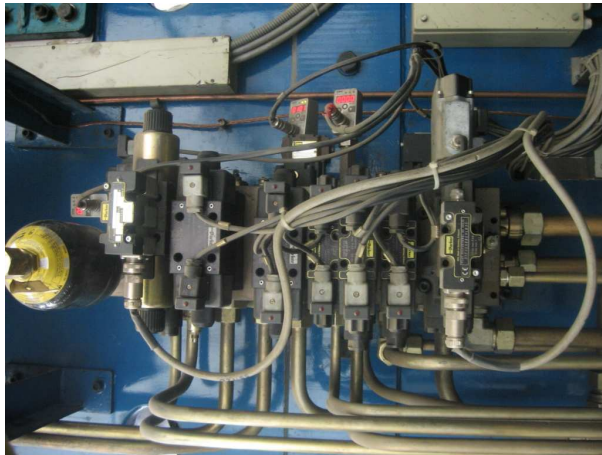


Figure 75 – Bloc foré.



Figure 76 – Armoire électrique.



Figure 77 – Centrale du vide.



Figure 78 – Potence de chargement.



Figure 79 – Potence de déchargement.



Figure 80 – Table de refroidissement.

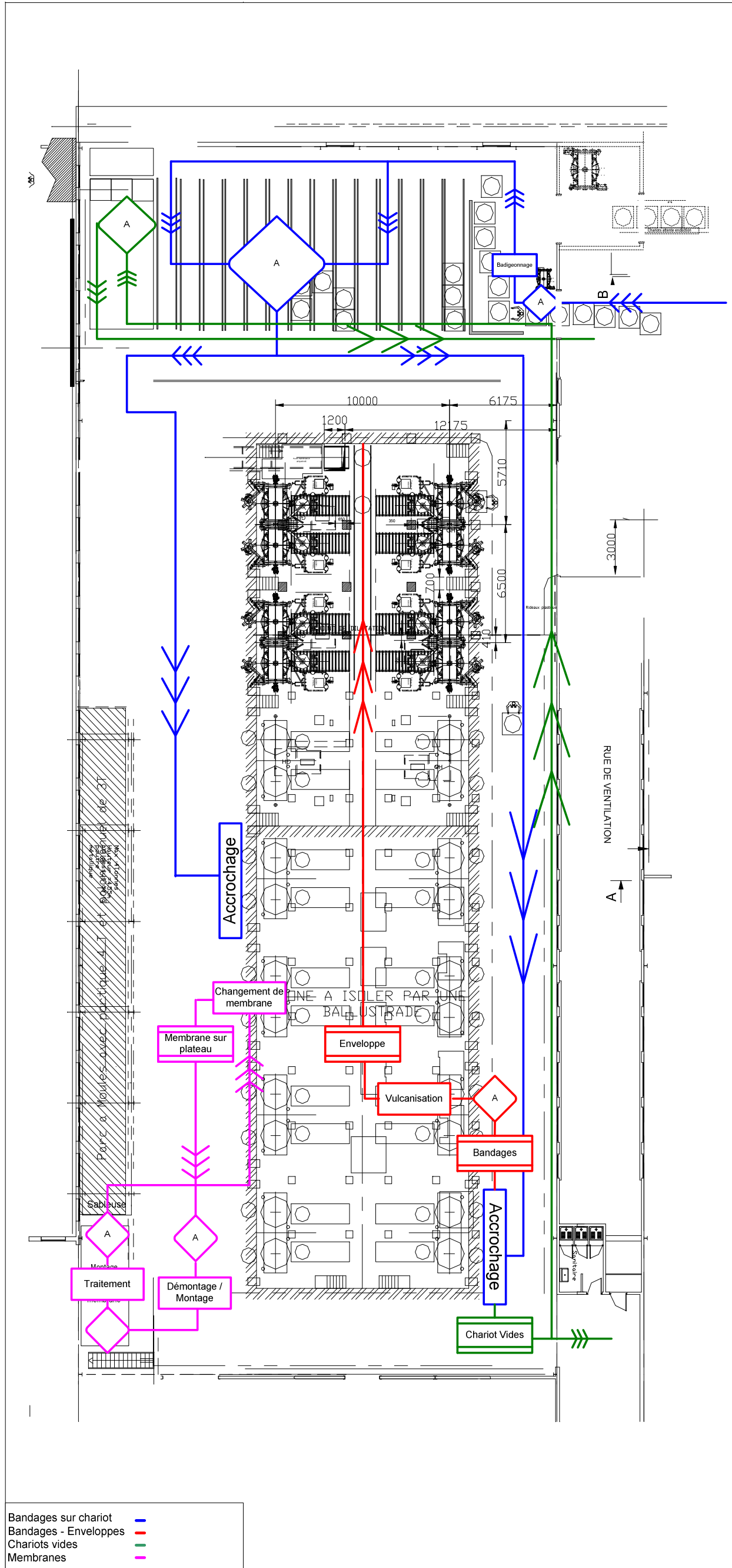


Figure 81 – Diagramme de circulation des flux dans la salle des cuissons.

Bibliographie :

Ouvrages:

- [FAU 2004] FAUCHER J, 2004, Pratique de l'AMDEC, Editions DUNOD, Paris.
- [LAN 2002] LANDY G, 2002, AMDEC : guide pratique, Editions AFNOR, Paris.
- [RIO 1994] RIOUT J, 1994, Le guide de l'AMDEC machine, Editions CETIM.
- [GRO 2005] GROUARD B et MESTON F, L'entreprise en mouvement, Editions DUNOD, Paris.
- [BEN 2005] BENKEMOUCHE N et DOUMANDJI L, Etude de la fonction maintenance, Michelin Algérie.

Articles d'encyclopédies :

- [Arc 1] RIDOUX M, AMDEC – Moyen, Techniques de l'ingénieur, traité : L'entreprise industrielle, AG 4 220.
- [Arc 2] VERNIER J-P, Fonction maintenance, Techniques de l'ingénieur, traité : L'entreprise industrielle, AG 8 300.
- [Arc 3] BALMANA G et BALMES R, Modèles de gestion des flux : présentation et choix, Techniques de l'ingénieur, traité : L'entreprise industrielle, AG 5 100.
- [Arc 4] BERTRAND M, Les automates programmables industriels, Techniques de l'ingénieur, traité : Informatique industrielle, S 8 015.
- [Arc 5] MORTUREUX Y, La sûreté de fonctionnement : méthodes pour maîtriser les risques, Techniques de l'ingénieur, traité : L'entreprise industrielle, AG 4 670.

Autres documents consultés :

[Doc] Documentation interne de Michelin.

Webographie :

[Web 1] ALBENGE O, La méthode AMDEC.
http://perso.wanadoo.fr/olivier.albenge/page_site/qualite/methode/amdec.htm

[Web 2] La méthode AMDEC.
http://www.cyber.uhp-nancy.fr/demos/MAIN-003/chap_deux

[Web 3] Comprendre la méthode AMDEC + exemple d'AMDEC.
http://www.cyber.uhp-nancy.fr/demos/QUAL-004/cha_2/cha_2_7.html

Autres sites Internet consultés :

Réalisation d'AMDEC.

<http://www.pbm-inc.ca/services006.html>

<http://www.pbm-inc.ca/index.html>

De la sûreté de fonctionnement à l'AMDEC et à l'AEEL.

<http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2002/AMDEC>

AMDEC – HACCP.

<http://www.allquality.org/modules.php?name=News&file=article&sid=6>

<http://www.allquality.org/modules.php?name=News&file=print&sid=6>

AMDEC et ses applications.

[http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/traveleves/QFS/AMDEC et_ses_applications.htm](http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/traveleves/QFS/AMDEC_et_ses_applications.htm)

AMDEC.

http://www.groupe-emergence.fr/e_p_sy/qualite/amdec.htm


Partie II :

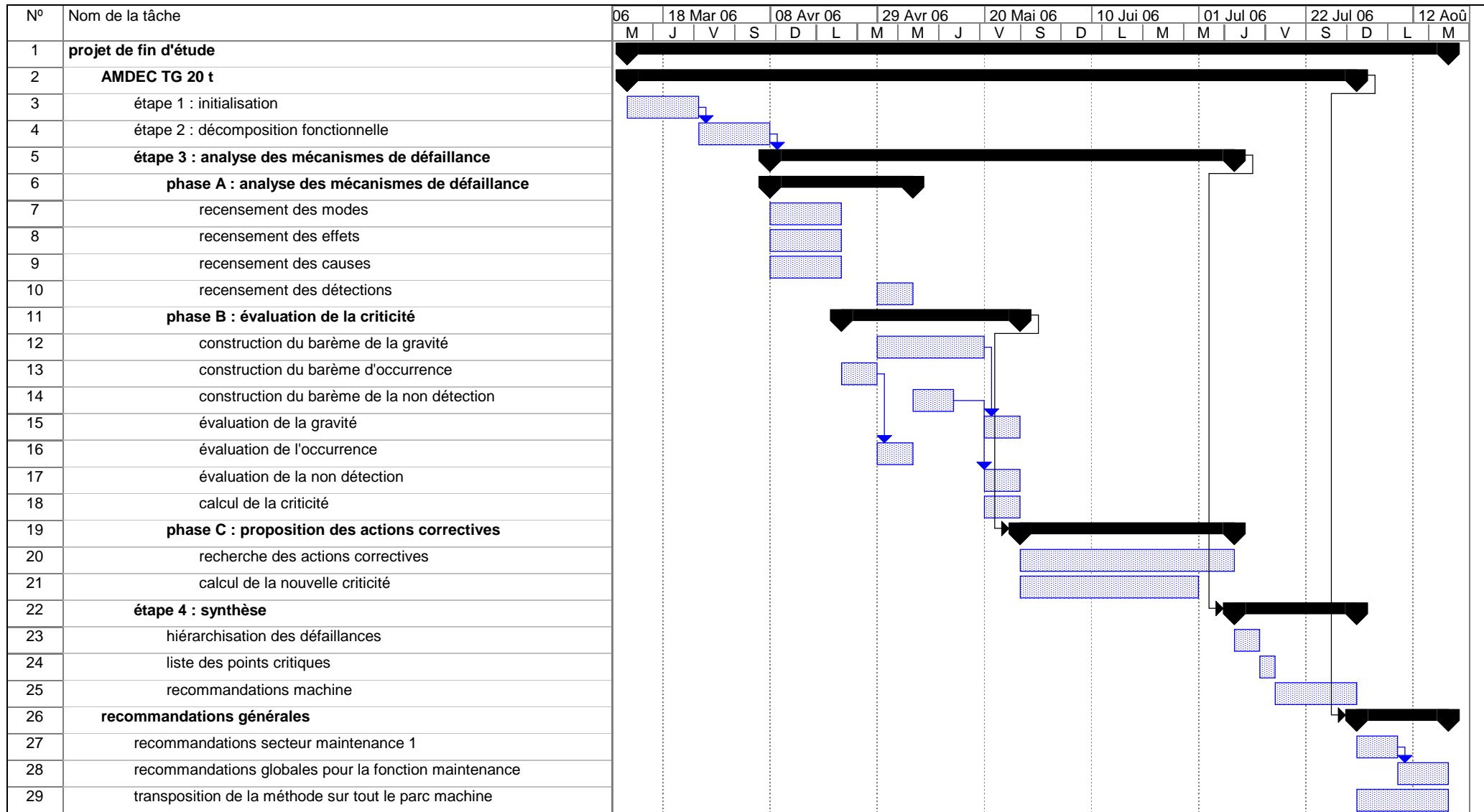
RESULTATS DE L'AMDEC

**1. RESULTATS DE L'AMDEC DE LA TRANCHEUSE
DE GOMMES 20 TONNES**

1. 1. CAHIER DES CHARGES DE L'ETUDE ET PLANNING SUIVI

Tableau 12 – Cahier des charges de l'AMDEC de la trancheuse de gommages 20 t.

	AMDEC MAINTENANCE CHAHIER DES CHARGES DE L'ETUDE	USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -
Rédactrice : Melle Lamia DOUMANDJI Statut : Stagiaire / étudiante en 5 ^{ème} année GENIE INDUSTRIEL Ecole Nationale Polytechnique Tél. : 051678809		
Atelier : mélanges Machine : trancheuse de gommages 20 tonnes		
Le projet : Optimiser les moyens et l'organisation de la maintenance Objectif de l'étude : Garantir une disponibilité maximum Causes de L'étude : Machine prototype, nouvelle, spécifique pour l'usine d'Algérie. Délais prévu : Du 11 mars 2006 jusqu'au 18 Août 2006 Niveau de détail : 4 ^{ème} niveau de découpage		
Demandeur : Mr Jacques LEBARON Statut : Responsable technique		Décideur : Mr Jaques LEBARON
Pilote technique : Mr Bernard PLAGNIOL Statut : Coach pilotage secteur		Animatrice : Melle Lamia DOUMANDJI
Participants :	Permanents	Consultants
Mr B.P Mr S.K. Mr T.B Mr Y.M Mr O.D Mr M.D Sce : DT Sce : MS1 Sce : MS1 Sce : MS1 Sce : MS1 Sce : MS1		Mr M.B Mr Y.Z Mr S.K Mr O.G Mr M.B Mr T.B Mr Y.A Sce : OP Sce : OP Sce : PLU Sce : OQA Sce : BE Sce : FAB Sce : Magasin
Fréquence des séances de travail : 4 séances / semaine Durée : 1h.30' Lieu des séances de travail : salle FP3, bureau AMS MS1, local MS1, secteur de la machine bureaux des consultants, bureau animatrice.		



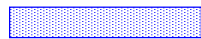
Projet : planning AMDEC trancheuse
Date : Mer 11/10/06



06	02 Sep 06			23 Sep 06			14 Oct 06			04 Nov 06			25 Nov 06			16 Déc 06			06 Jan 07			27 Jan 07			17 Fév 07			10 Mar 07			31 Mar 07			21 Avr 07			12 Mai 07			02
M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M					

Projet : planning AMDEC trancheuse
Date : Mer 11/10/06

Tâche



Jalon



Tâches externes



Fractionnement



Récapitulative



Jalons externes



Avancement



Récapitulative de projet



Échéance



1. 2. DOSSIER MACHINE


1er niveau de découpage		2ième niveau de découpage		3 ième niveau de découpage		4 ième niveau de découpage			
1	Phase approvisionnement	1.1	outils de manutention	1.1.1	préhenseur à ventouse	1.1.1.1	alimentation		
						1.1.1.2	moteur		
						1.1.1.3	filtre à air		
						1.1.1.4	tuyau		
						1.1.1.5	flexible		
						1.1.1.6	partie commande		
						1.1.1.7	membrane		
		1.2	tapis d'approvisionnement	1.2.1	palan avec une pince	1.2.2	motoréducteur frein		
						1.2.3	rouleau tendeur arrière		
						1.2.4	cellules photo électriques arrières		
				1.2.5	bande transporteuse				
				1.2.6	rouleaux auxiliaires				
				1.2.7	barrage mono faisceau				
				1.2.8	cellules photo électriques selectives				
				1.2.9	chassis				
				1.2.10	par choc				
2	phase tranchage	2.1	table chariot	2.1.1	moteur pour rouleaux	2.1.2	support des rouleaux		
						2.1.3	bagues de guidage		
						2.1.4	fins de course		
						2.1.5	ensemble à boîtier		
						2.1.6	vis sans fin		
						2.1.7	capteur de proximité		
						2.1.8	table à rouleaux		
						2.1.9	enclume		
						2.2	chariot	2.2.1	vérin pneumatique pousseur
		2.2.3	détecteur de position pousseur						
		2.3	groupe hydraulique	2.3.1	circuit de refroidissement				
		2.3.1.2				vanne thermo couple statique			
		2.3.1.3				refroidisseur			
		2.3.1.4				thermostat électrique			
		2.3.1.5				TA			
		2.3.1.6				pompe de refroidissement			
		2.3.1.7				réservoir			
		2.3.2	circuit de commande lame	2.3.2.1	pompe hydraulique	2.3.2.2	filtre huile		
						2.3.2.3	bloc foré		
						2.3.2.4	distributeur hydraulique		
						2.3.2.5	flexibles, drainage		
						2.3.2.6	vérin à double effet		
						2.3.2.7	lame		
		2.4	armoire électrique	2.4.1	sectionneur	2.4.2	disjoncteur		
						2.4.3	contacteurs		
						2.4.4	variateur de vitesse		
						2.4.5	transformateur		
						2.4.6	commutateur		
						2.4.7	prise de courant		
						2.4.8	ventilateur		
						2.4.9	filtre d'air		
						2.4.10	automate	2.4.10.1	modules d'entrées
2.4.10.3	alimentation								
2.4.10.4	unité centrale CPU								
2.5	groupe pneumatique	2.5.1	armoire pneumatique	2.5.1.1	barrête de distribution	2.5.1.2	baromètres		
						2.5.1.3	distributeur pour éjecteur		
						2.5.1.4	distributeur pour pousseur		
						2.5.1.5	distributeur pour presseur		
						2.5.1.6	détendeur de pression		
						2.5.2	presseur		
2.6	enceinte de sécurité								
3	phase évacuation et déchargement	3.1	tunnel d'évacuation	3.1.1	bande transporteuse	3.1.2	cellules photo électriques		
						3.1.3	plaque métallique		
						3.1.4	barres anti éjection		
						3.2	tapis de stockage	3.2.1	motoréducteur frein
		3.2.3	cellules photo électriques selectives						
		3.2.4	chassis						
						3.2.5	par choc		


Tableau 13 - Décomposition fonctionnelle de la trancheuse de gommess 20 t.

Tableau 14 – Fonctions des éléments non traités dans l'AMDEC.

2^{ème} niveau de découpage	3^{ème} niveau de découpage	4^{ème} niveau de découpage	Fonction principale
Table chariot	moteur pour rouleaux		entraîner les rouleaux
Groupe hydraulique	circuit de refroidissement	thermostat électrique	arrêter la machine pour une température d'huile max (90°)
		TA	commander le débit de sortie de l'eau réfrigérée
Armoire électrique	sectionneur		isolation de l'armoire
	commutateur		forçage de l'ouverture de l'enceinte
	prise de courant		alimentation pc ou baladeuse
	ventilateur		extraire la chaleur de l'armoire
	filtre d'air		dépoussiérage et refroidissement
	automate	modules d'entrées	acquisition des signaux transmis par les capteurs et les transmettre à la CPU
		modules de sortie	transmettre les signaux de sortie aux actionneurs
Groupe pneumatique	armoire pneumatique	barète de distribution	alimentation en air comprimé
		baromètre	réglage de pression
		détendeur de pression	régler la pression d'air selon les besoins des vérins pneumatiques
Enceinte de sécurité			sécurité opérateur
Tunnel d'évacuation	plaque métallique		glissement direct sur le tapis de stockage
	châssis		supporter l'ensemble
	par choc		sécurité des tapis

1. 3. GRILLES AMDEC

		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N° 1			Page 1 / 1				
Système : TRANCHEUSE DE GOMMES 20T Sous-système : OUTILS DE MANUTENTION						Phase de fonctionnement : Approvisionnement					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006							
Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
Préhenseur à ventouse	aspiration des pains , pour alimenter le tapis d'approvisionnement	pas d'aspiration	alimentation manuelle du tapis d'appro Problème ergonomique pour le trancheur	filtre d'air encrassé	bruit , pas d'aspiration des pains. démontage du filtre	0h	1	3	8	24	nettoyage du filtre	mécanicien	1h	0h	1	2	8	16
				flexible coupé	visuelle	0h	1	1	1	1	changer le flexible ou le réparer	mécanicien	1h	0h	1	1	1	1
				usure du joint	visuelle	0h	1	2	1	2	changer le joint	mécanicien	1h	0h	1	1	1	1

	ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE					USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 2				Page 2/2			
Système : TRANCHEUSE DE GOMMES 20T			Sous-système : TAPIS APPRO/STOCKAGE			Phase de fonctionnement : Approvisionnement							Date de mise à jour :15/08/ 2006					
Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Mesures préconisées	Responsable	Délai prévu	Criticité/mesures				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
cellules photo électrique sélectives (au niveau du tapis d'appro)	détecter le type de gommes régler le passage des gommes	cellules pains ou balles défectueuses	bourrage Non arrêt du tapis	grillage	voyant de détection éteint	4h	3	3	1	9	mettre des supports allongés pour éviter le contact avec la gomme	le mécanicien	8h	4h	3	2	1	6
		les deux défectueuses	bourrage , non arrêt du tapis	grillage	voyant de détection éteint	4h	3	3	1	9								
cellules photo électriques (au niveau du tapis de stockage)	arrêt tapis dès l'évacuation d'une tranche de gomme	pas de détection	non arrêt du tapis	coincé des petits morceaux de gommes sur la cellule	visuelle	1h	3	3	1	9	nettoyage systématique	trancheur /mécanicien		1h	3	3	1	9
				mauvais alignement	led rouge éteint	2h	3	5	1	15	réaliser une gorge de réglage sur le support du déflecteur	mécanicien	4h	2h	3	3	1	9
				capteur défectueux	les deux leds défectueux	1h	3	3	1	9	changer de capteur	mécanicien	1h	1h	3	2	1	6
		pas d'alimentation		usure du fil du connecteur	usure du fil du connecteur	4h	3	2	5	30	réaliser une protection du chemin de cable (modification)	électriciens	4h	4h	5	1	1	5



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N° =3

Page 1/2

Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T**

Sous-système : **TABLE CHARIOT**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Mesures préconisées	Responsable	Délai prévu	Criticité/mesures préconisées				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
vis sans fin	sa rotation conduit à la translation de l'ensemble à boitier , qui entrainera donc le chariot.	flexion et torsion	blocage du chariot cassure de l'écrou de guidage forçage du moteur courroies abimées	non détection de la présence gomme	bruit pas de rotation de vis , même avec marche moteur . Suivi par le démontage	48h	10	5	8	400	(1):changement de vis. (2):Modif automate : retours arrière du chariot.	agent automatique	(1): 6h (2): 15j	48h	10	1	8	80
ensemble à boitier	supporter l'écrou qui entraine la translation du chariot	desserage	éclatement de l'ensemble	effets vibratoire de la machine mauvais montage (fab, ou maintenance)	bruit forçage du moteur blocage chariot suivi par le démontage	48h	10	5	8	400	changement de boitier	mécanicien	4h	48h	10	1	8	80
		usure	torsion de la vis marche anormale du chariot casse des bagues de guidage.	vis tordue	bruit	48h	10	5	1	50	changement de boitier	mécanicien	4h	48h	10	5	1	50
table à rouleaux	translater la gomme vers une position de coupe	rotation bloquée	forçage du moteur , disjonction	flexion du support rouleaux , donc roulements des rouleaux usés	essai de rotation manuelle et détection d'un grincement	8h	8	3	5	120	renforcer la table par le pied , changement des roulements	AMS	2j	8h	8	1	5	40
support des rouleaux	supporter la table des rouleaux	flexion	cassure des roulements mauvais guidage des rouleaux dégradation des contacteurs	force exercée par la gomme lors de la coupe	blocage de la gomme nécessité d'un démontage du support .	8h	8	2	8	128	renforcer la table par le pied	AMS	2j	8	8	1	8	64



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N° = 3

Page 2/2

Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T**

Sous-système : **TABLE CHARIOT**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/mesures préconisées				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
bagues de guidage (douilles à billes)	maintenir le chariot sur une bonne position de guidage . Protéger les axes des frottement	usure	translation anormale du chariot (et vibration	usure de cage de billes	bruit + démontage	6h	8	5	8	320	(1) changer les bagues en bronze . (2) : Modification marche arrière chariot pour soulager bagues	Agents mécaniciens	(1) : 6h (2): 15j	8h	8	2	1	16
		casse	blocage chariot disjonction du moteur , détérioration de vis ,et des axes de guidage	choc mécanique anormal.	visuelle , bruit du chariot	6h	8	5	1	40			6h	8h	8	2	1	16
Axes de guidage	guider le chariot	casse	blocage du chariot arrêt machine	soulèvement du chariot à cause du forçage du moteur	visuelle	48h	10	2	1	20	changement des axes	agent maintenance automatique	4h	16h	10	1	1	10
fins de course	arrêter le chariot au cas de la défaillance du détecteur	dérèglage	pas de départ du chariot,ou arrêt grâce à la double sécurité	vibrations de la machine	affichage écran	1h	3	3	3	27	remettre en position avec un bon serrage	agent électro mécanicien	15mn	1	3	1	3	9
capteurs de proximité	déterminer la position du chariot	déréglé	arrêt cycle	vibrations de la machine	affichage écran	1h	3	3	3	27	remettre en position avec un bon serrage	agent électro mécanicien	15mn	1	3	1	3	9
l'enclume	le rôle de contre lame	déchirure de la réglette	usure de la réglette	mauvaise coupe (fonctionnement dégradé)	visuelle (sortie de la réglette)	4h	3	1	1	3	PDR (la changer en parallèle avec la lame)	Agent mécanicien	1j	4h	3	1	1	3



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N° =4

Page 1/1

Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T** Sous-système : **CHARIOT DE GUIDAGE.**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
2 vérins pneumatiques pour le volet éjecteur	commander le mouvement des bras de l'éjecteur	mauvaise étanchéité	arrêt de l'éjecteur	usure des joints tête de piston abimée	signalé sur le terminal opérateur	4h	3	1	3	9	changer les joints ou les vérins	mécaniciens	4h	4h	3	1	1	3
1 vérin pneumatique pour le pousseur	commander le mouvement du pousseur	fuite d'air (pas d'étanchéité)	arrêt du pousseur	(tête piston et le presse étoupe usés)	défaut pousseur signalé sur le terminal de commande essais sur le vérin.à vide	4h	3	1	3	9	changer les joints	mécaniciens	4h	4h	3	1	3	9
		fissure du chapeau arrière du vérin	usure du vérin	force de la gomme exercée sur le vérin. Dépassement de course plus de 25mm	arrêt cycle. Blocage chariot. Démontage du vérin pousseur	4h	3	3	8	72	changement du vérin . Montage d'une butée mécanique pour limiter la course	agents dépanneurs, mécaniciens	1j	4h	3	1	8	24
bras de l'éjecteur	supporter et guider l'éjecteur	inclinés vers le bas	coincée entre l'éjecteur et le pousseur	non arrêt chariot lors de la butée de la gomme	bruit , non sortie du pousseur	8h	8	2	8	128	renforcer les bras par des fers plats	mécaniciens	2h	8h	8	1	1	8
détecteur de positionnement du pousseur	démarrage ou arrêt moteur chariot démarrage ou arrêt de la tempo (calcul de la longueur gomme) un rôle transitoire dans le cycle	pas d'alimentation	pas de départ cycle	problème dans l'armoire électrique et /ou fil coupé	affichage : pas de sortie pousseur+ essai avec un capteur fiable	1h	3	2	5	30	traiter le pb électrique	électricien	1h	1h	3	1	5	15
		capteur hors service (HS)	pas de départ cycle	défectueux	par un voyant détection éteint	30mn	3	1	1	3	changer de capteur	électromécanicien	30mn	30mn	3	1	1	3
		détection dérégulée	pas de détection à l'arrivée de la gomme devant la lame . Calcul erroné d'automate arrêt cycle	non homogénéité dans la forme de la gomme	affichage :présence anormale pousseur position avant	4h	3	8	3	72	modif sur le pousseur , pour une détection pour toute forme de gomme	le mécanicien , et soudeur	8h	30mn	1	1	3	3



Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T**

Sous-système : **ARMOIRE ELECTRIQUE**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
disjoncteur magnéto thermique	protéger la ligne des courts circuits + échauffement	détérioré	court circuit au niveau de l'élément surveillé par le disjoncteur	usure du mécanisme intérieur	vérification par élimination des circuits électriques (par le multimètre)	4h	3	2	5	30	changer le disjoncteur	électricien	1h	4h	3	1	5	15
				mauvais serrage cables (entrée , sortie)	vérification par élimination des circuits électriques (par le multimètre)	1h	1	2	5	30	resserage des cables	électricien	30mn	1h	1	1	5	5
				passage d'un courant élevé dû au court circuitage du circuit	visuel (grillage du circuit récepteur) mesure par multimètre	4h	3	2	5	30	changer le disjoncteur	électricien	1h	4h	3	1	5	15
contacteur	alimenter le moteur en puissance asservissement & commande	défectueux	pas de commande de l'élément (moteur, commande...)	bobines grillées	visuelle (pas de commande)+ confirmation avec le multimètre	2h	3	2	5	30	changer les bobines ou le contacteur	électricien	1h	2h	3	1	5	15
				fusion des pôles principaux	visuelle (blocage du contacteur)	2h	3	2	1	6	changer le contacteur	électricien	1h	2h	3	1	1	3
				phase coupée	bruit du moteur + confirmation avec le multimètre	2h	3	2	5	30	régler le pb de la phase	électricien	1h	2h	3	1	5	15
variateur	fait varier la vitesse du rotation du moteur	en défaut	arrêt cycle	surcharge ou température élevée	affichage défaut au niveau du terminal + lecture sur le variateur	1h	3	5	3	45	réarmement + vérification du problème mécanique	électricien + mécanicien	1h	1h	3	3	3	27
		variateur HS	arrêt cycle	défaut physique	physique , visuelle	8h	8	1	1	8	changer de variateur	électricien	8h	8h	8	1	1	8
transformateur de tension	assurer une tension d'alimentation dans la partie commande	pas de tension en sortie	arrêt cycle pas de commande	bobines internes grillées	visuelle aussi tests : mesure de tension secondaire, et de continuité des bobines, tests à la masse	2h	3	1	5	15	changer de transformateur	électricien	1h	2h	3	1	5	15



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N° = 6

Page 1/1

Système : **Groupe HYDRAULIQUE** Sous-système : **CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Mesures préconisées	Responsable	Délai prévu	Criticité/mesures préconisées				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
filtre d'eau	filtrer l'eau des impuretés	encrassé	échauffement huile	excès d'impuretés	affichage écran et arrêt machine	1h	3	3	3	27	nettoyage	agent de maintenance	1h	1h	3	2	3	18
		percé	eau avec impuretés	usure	contrôles et visites programmées :démontage	1h	3	2	8	48	changement	agent de maintenance	1h	1h	3	1	8	24
vanne thermo - statique	commander le débit d'entrée de l'eau réfrigérée Elle est réglée par le thermo couple	blocage de la membrane	l'huile échauffée arrêt immédiat de la machine	dépôt de calcaire sur la vanne	affichage : température huile élevée a 90° : température huile très élevée	4h	3	3	3	27	nettoyage , remise en état	agent de maintenance	1h	4h	3	2	3	18
refroidisseur	refroidir l'huile par l'eau réfrigérée	serpentin percé	mélange eau huile	usure corrosion avec l'eau (présence de Ca, Mg)	visuelle sur l'indicateur de niveau + vérification qualité eau sortante	3h	3	1	1	3	(1): Réparation (2) changer le refroidisseur	mécanicien + soudeur	(1):16h (2):3h	3h	3	1	1	3
pompe de refroidissement	acheminer l'huile chaude du réservoir vers le refroidisseur	grillage moteur	échauffement huile	court circuit surcharge	vérification avec multimètre	3h	3	1	5	15	changer le moteur	électro mécanicien	3h	3h	3	1	5	15
réservoir	stockage d'huile	usure	pas d'alimentation vérin de coupe , détérioration de la pompe	dégradation du revêtement interne	détecteur de niveau d'huile	8h	8	1	1	8	soudure des trous ou changement du réservoir	électro mécanicien	8h	8h	8	1	1	8

MICHELIN		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N° = 7			Page 1/1				
Système : GROUPE HYDRAULIQUE Sous-système : CIRCUIT DE COMMANDE						Phase de fonctionnement : Tranchage							Date de mise à jour : 15/08/2006					
Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
filtre d'huile	filtrer l'huile de toutes impuretés	encrassé	l'huile ne passe plus ou très peu	excès d'impuretés collectées auprès du circuit hydraulique	fonction lente.Pas de montée vérin , ou très lente affichage sur écran	1h	3	2	3	18	nettoyer ou changer le filtre	le graisseur	1h	1h	3	1	3	9
distributeur hydraulique	gérer lamontée et descente tige vérin de coupe	pas de mouvement du tiroir	blocage d'huile pas de mouvement de la lame	panne électrique (faux contact, ou fusible sauté)	esasis multimètre sur le chapeau électrovanne	2h	3	1	5	15	régler le Pb électrique	électro mécanicien	2h	2h	3	1	5	15
				orifices bouchées par les impuretés	démontage , ou placer un mano à la sortie du distributeur	2h	3	1	5	15	déboucher le distributeur	électro mécanicien	1,5h	2h	3	1	5	15
commande de distribution	piloter le tiroir du distributeur	pas de commande	arrêt cycle	bobine grillée	vérifier l'arrivée de l'alimentation, puis le démontage	2h	3	3	8	72	changer les bobines	électricien	1h	2h	3	2	8	48
				pas d'alimentation	par multimètre	2h	3	2	5	30	régler le pb électrique	électricien	1h	2h	3	1	5	15
vérin de coupe	commandé par l'huile assure le mouvement de la lame	pas d'étanchéité	pas de coupe	joins usés	essais sur le vérin (commande d'huile à l'entrée ou sortie)	8	8	2	5	80	changer vérin ou par démontage et changement des joints	mécanicien	8h	8h	5	1	5	25
				dégradation des flexibles	visuelle	1h	3	2	1	6	changer des flexibles	mécanicien	1h	1h	3	1	1	3
				presse étoupe détériorée	fuite d'huile sur la tige de vérin	8	8	2	1	16	changer la presse étoupe ou ses joints	mécanicien	8h	8h	8	1	1	8
lame 819mm	couper les balles ou les pains	pas de descente	pas de coupe	mauvaise étanchéité (tête piston abimée, joints du vérin usés)	fuite d'huile à l'extérieur.Non qualité gomme	16h	10	1	1	10	changer le vérin	mécanicien	16h	16h	10	1	1	10
				pas jet d'huile /ou pas suffisant	démontage flexibles	6h	8	2	8	128	localiser le pb :commande , distribution	électro mécanicien	6h	8h	8	1	8	96
		casse	coupe impossible	gomme fortement polluée (existence de métaux non détectés)	visuelle + sonore	8h	8	1	1	8	Mettre un détecteur de métaux changer lame	mécaniciens	1j	0h	1	1	1	1



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N° = 8

Page 1/1

Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T**

Sous-système : **ARMOIRE PNEUMATIQUE**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
distributeurs électro magnétiques	alimentation en air : les vérins du presseur, le vérin du pousseur, les bras de l'éjecteur	arrêt	arrêt vérins	grillage bobines électriques +	visuelle(led éteint au niveau des bobines)	4h	3	2	1	6	changer les bobines	électricien	1h	4h	3	1	1	3
				usure des joints toriques du tiroir	arrivé d'air, avec commande manuelle du tiroir	4h	3	2	5	30	changer les joints	mécanicien	4h	3h	3	1	3	9
		blocage		l'humidité de l'air	démontage des distributeurs, après vérification des bobines	4h	3	2	8	48	installation d'un déshydrateur d'eau avec un huileur pour un graissage onctueux	le pneumaticien	6h	4h	5	1	8	40
		fuites d'air	rendement faible décharge pneumatique sur le réseau de distribution	raccords défectueux, ou mauvaise étanchéité du distributeur lui-même	sifflement d'air	4h	3	2	1	6	vérifier la fuite d'air avec le mano	le pneumaticien	1h	4h	3	1	1	3
détendeur de pression	acheminer l'air du réseau vers la machine	Pression insuffisante	marche dégradée	usure	indication sur présostat	4h	3	2	1	6	changer le détendeur							
		Pression importante	usure des joints pneumatiques	usure	par démontage des joints	4h	3	2	8	48	changer le détendeur	le pneumaticien	4h	4h	3	1	8	24



Système : GROUPE PNEUMATIQUE

Sous-système : PRESSEUR

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
presseur	fixation de la gomme contre l'enclume	pas de descente	coupe impossible	pas d'étanchéité vérins	fuite d'air , avec un bruit .Retours d'air dans la montée	8h	8	1	1	8	changer les joins du piston	le mécanicien ou pneumaticien	8h	8h	8	1	1	8
				fuite d'air dans les flexibles .	baisse pression sur le mano mètre	1 h	3	2	1	6	serrer les raccords ou changer les flexibles s'ils sont percés	le mécanicien ou pneumaticien	1h	1	3	1	1	3
				détecteurs de proximité de positionnement presseur HS	voyant non allumé	1h	3	2	1	6	changer le capteur	électricien	1h	1h	3	1	1	3
				détecteur de proximité déréglé	mauvaise fixation du support , contre écrou desséré	30mn	1	3	1	3	protection du capteur	électricien	8h	30mn	1	2	1	2
				pas de pression pneumatique problème distributeur	vérification par la commande manuelle sur le distributeur	2h	3	2	5	30	voir défauts distributeurs	pneumaticien	2h	2h	3	1	5	15
		mauvaise descente	mauvaise fixation de la gomme	mauvaise fixation des supports	descente à cheval, coincée + bruit	16h	10	1	1	10	réaliser un chantier de démontage de l'ensemble et de remise en état	l'équipe de maintenance	4h	16h	10	1	1	10
				pression pneumatique insuffisante	détection manomètre	4h	3	2	1	6	Etanchéité du circuit pneumatique	pneumaticien	4h	4h	3	1	1	3
				fuite d'air interne dans la tête du piston	vérification vérin	4h	3	2	5	30	changer les 2 joints	pneumaticien	4h	4h	3	1	5	15
				déséquilibre de pression entre les 2 vérins	visuelle	4h	3	2	1	6	régler le pb de pression dans le vérin	pneumaticien	4h	4h	3	1	1	3



Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T** Sous-système : **AUTOMATE**

Phase de fonctionnement : Tranchage

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Mesures préconisées	Responsable	Délai prévu	Criticité/mesures préconisées				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
l'unité centrale (CPU)	traitement des données. Les mémoriser	programme inexistant	perte du programme dans la CPU	accumulateur HS avec interruption de l'électricité	par un voyant indicateur de l'état de l'accumulateur	8h	8	1	1	8	changer l'accumulateur suivant la durée précisée par le constructeur	Le TMS , ou l'agent automaticien	8h	8h	8	1	1	8
		arrêt cycle	arrêt machine	c'est la modification du temps arret machine	Au milieu de l'étape étalonnage, machine s'arrête (visuelle)	8h	8	3	3	72	Etudier les paramètres d'étalonnage (les tempos)	Le TMS , ou l'agent automaticien	4h	8h	8	1	3	24
				valeur de coupe calculée par la CPU négative	led automate allumé . Signal défaut au niveau de la CPU	8h	8	3	5	120	réajuster la valeur de la tempo (en valeur positive) démarrage du cycle	Le TMS , ou l'agent automaticien	4h	8h	8	1	5	40
Terminal Opérateur	y introduire le nombre de coupes signaler les défauts de la machine commander arrêt, marche machine possibilité de travail en mode MR (maintenance réglable),	arrêt	arrêt cycle	défauts matériels (HARD)	affichage anormal	2h	3	1	8	24	faire une aspiration systématique sur le terminal opérateur	l'agent maintenance	2h	0h	1	1	5	5
				pas de communication avec la CPU	affichage d'un message "erreur communication DH+"	4h	3	3	3	27	refaire la configuration de la vitesse de communication et le verrouillage de la fenêtre de configuration par un mot de passe	l'automaticien	2h	0h	1	1	3	3



Système : **TRANCHEUSE DE GOMMES 20T**

Sous-système : **TUNNEL EVACUATION**

Phase de fonctionnement : Evacuation & déchargement

Date de mise à jour : 15/08/2006

Eléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Mesures préconisées	Responsable	Délai prévu	Criticité/mesures				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
cellules photo électrique (liées au tunnel d'évacuation)	démarrage du tapis de stockage	pas de détection	débordement sur le tapis de stockage	coincement des petits morceaux de gommes sur la cellule	visuelle	30mn	3	5	1	15	un nettoyage systématique	électro-mécanicien	30mn	30mn	3	3	1	9
				mauvais alignement	led orange éteint	2h	3	5	1	15	réaliser une gorge de réglage sur le support du déflecteur	mécanicien	4h	2h	3	3	1	9
				capteur défectueux	led vert éteint	1h	3	3	1	9	protection métallique	mécanicien	4h	2h	3	2	1	6
		pas d'alimentation		usure du fil du connecteur	vérification par élimination circuits électriques	4h	3	2	5	30	réaliser un chemin de cable de protection	électriciens	4h	4h	3	1	1	3
barres anti éjection	amortir la projection des gommes une fois coupées	cassure	déformation du toit d'évacuation risque de non sécurité opérateur	la force de la gomme éjectée	visuelle . Usure des barres, et du toit .	4h	3	3	1	9	remplacer avec des fers ronds de diamètre 40 courbés .	serrurier	8h	4h	3	1	1	3

1. 4. DOSSIER SYNTHESSES

Tableau 15 – Liste des points critiques de la trancheuse de gommages 20 t.

Eléments critiques	3^{ième} niveau de découpage	2^{ième} niveau de découpage
vis sans fin		Table chariot
bagues de guidage		
ensemble à boîtier		
support des rouleaux		
bras éjecteur		Chariot
vérin pousseur		
détecteur de position pousseur		
lame de coupe	Circuit de commande	Groupe hydraulique
vérin hydraulique		
commande de distribution		
mémoire centrale CPU	automate	Armoire électrique

Tableau 16 – Liste des pièces de rechange commandées pour la trancheuse de gommés 20 t.

Pièce	Désignation
Arbre diam	
Bague de guidage	
Boîtier pour écrous FEM-E-S	
Chariot pour guidage KUE20	KWE
Colonne de guidage	
Connecteur confectionnable M12 à 4 pôles	
Courroie Power Grip GT 5MR	Long 350, larg 25 Long 475, larg25 Long750, larg25
Ecrou simple à bride FEM-E-S	
Ensemble boîtier à roulement libre	DIN625
Ensemble boîtier à palier fixes	+ roulements à contact obliques
Linear Sets ouvert avec douilles à billes	Super B Ø30
Palier à semelle en fonte	
Palier coulisseau tendeur	
Poulie GT 32-5MR Alésage Ø14 H7,	clavetage normal NF E22-175 Ø70x2,9 long 900
Rail TKD 20	
Rouleau type Transroll zingué	Ø70x 2,9 long 900
Roulements protégés type 6005 2RS	25x47x12
Vis à bille de précision	Ø40 pas 10 à droite.

Tableau 17 - Modifications établies au cours de l'AMDEC pour la trancheuse de gommages 20 t.

Eléments de la machine	La modification
Table chariot	Montage d'un pied (L=630mm, Ø=60mm) pour le support de l'effort de flexion de la table.
Barres anti-éjection	Le renforcement et le cintrage des barres pour résister aux déformations subies lors de l'éjection des gommages
La lame	Ajout des plaques en poly-amides de forme conique pour le guidage et le centrage de la gomme, afin d'assurer une coupe complète.
Terminal opérateur	Un nouveau paramétrage pour l'affichage des défauts actuels seulement. Verrouillage de la fenêtre de configuration par un mot de passe.
Cellules photo électriques	Mettre des supports métalliques allongés pour la protection contre tout contact brusque avec la gomme.
Chemin de câble	Protection du chemin de câble

Tableau 18 - Plan de maintenance préventive pour la trancheuse de gommages 20 t.

ATELIER	CODE MACHINE	MACHINE	SOUS ENSEMBLE	POINTS A CONTRÔLER	INTERV.	N° FICHE PS	FREQ.	TEMPS (h) TRAVAIL	TEMPS (h) ARRÊT MACHINE	DOCUMENT DE RÉFÉRENCE
ZA	TRA20T	Trancheuse	Armoire électrique	souffler l'armoire et panel view	FMO	IPZA01	17	1	1	XXXXXXXXXX
				Vérification des connexion,						
			lame de coupe	Etat de la lame et contre lame,	FMO	IQZA01	26	0,5	0,5	
				Fuite presse étoupe (vérin hydro),	FMO	IPZA22	26	1	1	
				Fuite tuyauterie(distributeur-vanne),						
				Fixation des colliers (surtuyauteries),						
			Vérification des détecteurs de niveaux,							
			groupe pneumatique	Vérif l'état des vérins presseurs,	FMO	IPZA03	4	4	2	
				Fixation des flexibles pneumatiques						
				Vérification et tarrage presostat d'air						
				Vérif fixation des supports vérins presseur						
				Réglage de la pression pneumatique						
				Perger le déshydrateur d'eau						
			table chariot	Vérif fuite d'air sur l'armoire pneumatique	FMO	IPZA04	4	3	2	
				Vérif fixation des rouleaux						
				Vérif de la vis sans fin						
				Vérif des axes de guidage /douilles à billes						
				Vérif de l'état des courroies et des poulies						
				Vérif des vérins pneumatiques						
				Vérif du fonctionnement de l'ensemble						
				Vérif de la course du chariot						
			Vérif des bras de l'éjecteur							
			groupe hydraulique	Nettoyage ou changement de filtre d'eau, d'huile	FMO	IPZA05	52	8	8	
nettoyage de la vanne thermostatique										
Vérification des pression hydraulique sur :										
la pompe et le bloc foret										
Vérification des connexion des électro-										
vannes des distributeur										
vérif détecteur niveau d'huile										
Réglage les deux alarmes des température										
tapis intro tapis stockage	Control des moto réducteurs freins	FMO	IPZA06	4	2	1				
	Vérifier la protection des cellules/alignem									
	Vérification des parallélisme rouleaux									
	Vérif fixation des rouleaux auxiliaires									
	Vérif de l'état de la bande transporteuse									
tapis évacuation	Vérif du barrage mono/ cordon d'arrêt d'urgence	FMO	ISZA01	9	0,5	0,5				
	Vérif la protection cellules/alignement	FMO	IPZA07	4	0,5	0,5				
	Vérif l'état du tapis	FAB	IQZA02	2	1	1				
Nettoyage entre tapis évac et stockage										


Tableau 19 - Plan de formation pour la maintenance de la trancheuse de gommages 20 t.

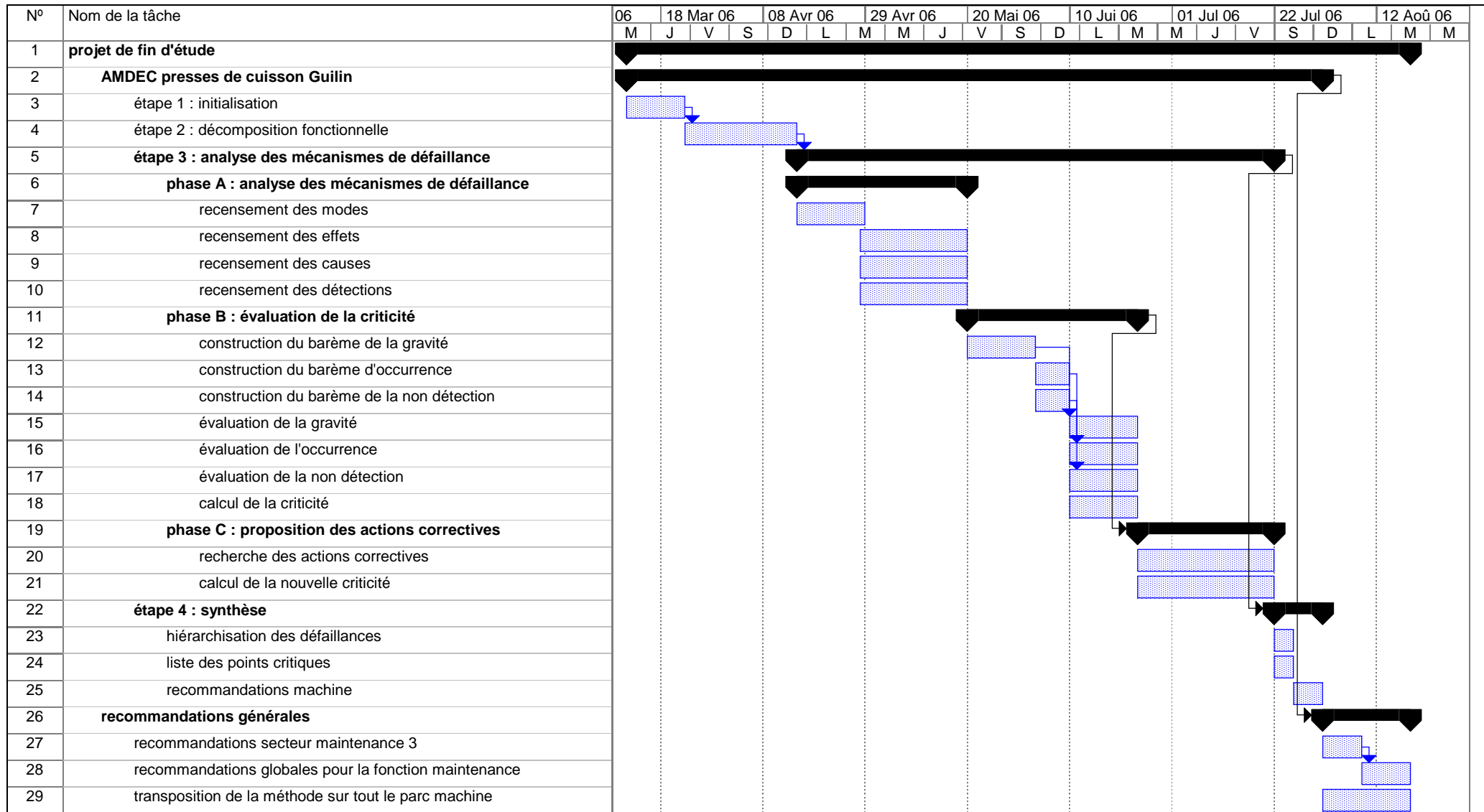
Domaine de formation	Le contenu
Partie sécurité machine	- la localisation des arrêts d'urgence, les schémas, plan de sécurité machine.
Fonctionnement global machine	- le fonctionnement global. - le cycle et les étapes de tranchage. - découpage machine et analyse fonctionnelle. - la compréhension du grafcet machine ainsi que le grafcet des 3 étapes du cycle.
Alimentation de la machine en énergies	- pneumatique (air comprimé). - hydraulique (huile et eau réfrigérée). - électrique.
Partie automatique et électrique	- exploitation du terminal opérateur pour la lecture des défauts affichés qui facilite la recherche des causes premières. - l'utilisation du logiciel de paramétrage: Panel Builder Version 32. - la maintenance des variateurs de vitesse (partie télécommande et puissance) - la maintenance des automates SLC 500 et l'utilisation du logiciel RS Logix. - le fonctionnement des lignes de puissance et de commande.
Partie pneumatique	- lecture du schéma pneumatique. le fonctionnement des vérins, et des distributeurs.
Partie Hydraulique :	- lecture du schéma hydraulique. - l'affûtage des lames, le tarage des pompes, le changement des vérins et des distributeurs.
Autres	- le centrage des tapis, le graissage.

2. RESULTATS DE L'AMDEC DES PRESSES DE CUISSON GUILIN

2. 1. CAHIER DES CHARGES DE L'ETUDE ET PLANNING SUIVI

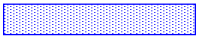


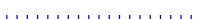





Tableau 20 – Cahier des charges de l'AMDEC des presses de cuisson Guilin.

	<p align="center">AMDEC MAINTENANCE CHAHIER DES CHARGES DE L'ETUDE</p>	<p align="right">USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -</p>
<p>Rédactrice : mlle Narimane BENKEMOUCHE Statut : stagiaire / étudiante en 5^{ième} année génie industriel école nationale polytechnique Tél. : 078 37 84 89</p>		
<p>Atelier : CUISSON Machine : presses de cuisson GUILIN</p>		
<p>Le projet : Optimiser les moyens et l'organisation de la maintenance Objectif de l'étude : Garantir une disponibilité maximum Causes de L'étude : Machines prototypes, nouvelles, future goulot (2007) Délais prévu : Du 11 Mars 2006 jusqu'au 18 Août 2006 Niveau de détail : 3^{ième} niveau de découpage</p>		
<p>Demandeur : Mr Jacques LEBARON Statut : Responsable technique</p>		<p>Décideur : Mr Jaques LEBARON</p>
<p>Pilote technique : Mr Bernard PLAGNIOL Statut : Coach pilotage secteur</p>		<p>Animatrice : Mlle Narimane BENKEMOUCHE</p>
<p>Participants :</p>	<p align="center">Permanents</p>	<p align="center">Consultants</p>
<p>Mr B. P DT Mr M. S Scce : MS3 Mr M. B Scce : BE</p>		<p>Mr F. A Scce : MS3 Mme R. L Scce : OQ Mr leTOI Scce : OP Mr O. H Scce : B.E</p>
<p>Fréquence moyenne des réunions : 3 réunions / semaine Durée : 1h.30' Lieu des réunions : salles FP2, FP3, local MS3</p>		

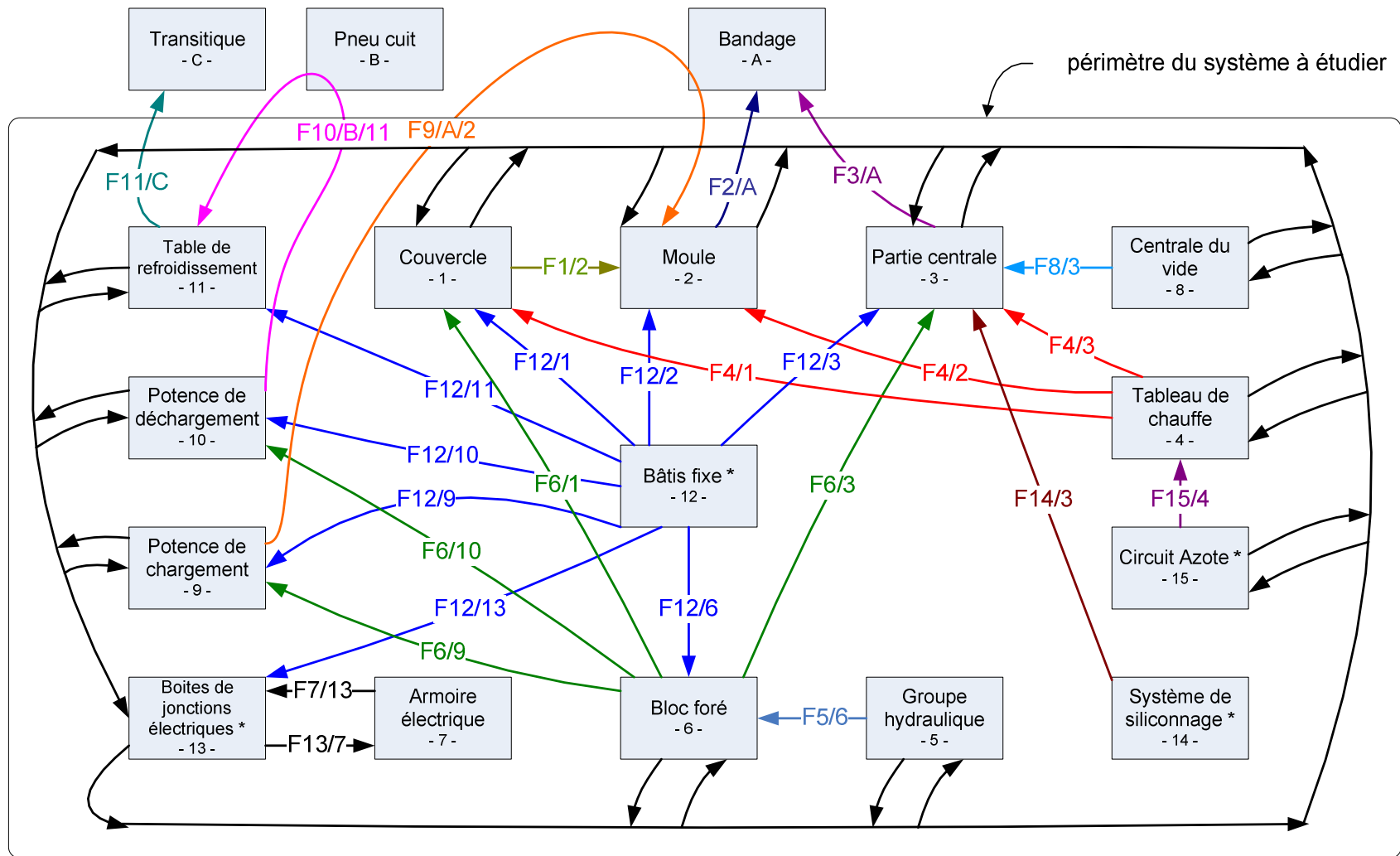


Projet : planning AMDEC presses Date : Mer 11/10/06	Tâche		Jalon		Tâches externes	
	Fractionnement		Récapitulative		Jalons externes	
	Avancement		Récapitulative de projet		Échéance	

02 Sep 06			23 Sep 06			14 Oct 06			04 Nov 06			25 Nov 06			16 Déc 06			06 Jan 07			27 Jan 07			17 Fév 07			10 Mar 07			31 Mar 07			21 Avr 07			12 Mai 07			02 Jun 07		
J	V	S	D	L	M	M	J	V	V	S	D	L	M	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V			

Projet : planning AMDEC presses Date : Mer 11/10/06	Tâche		Jalon		Tâches externes	
	Fractionnement		Récapitulative		Jalons externes	
	Avancement		Récapitulative de projet		Échéance	

2. 2. DOSSIER MACHINE



* blocs fonctionnels omis de l'AMDEC

Figure 82 - Schéma des blocs fonctionnels de la presse de cuisson Guilin.

Tableau 21 – Fonctions des blocs de 1^{er} niveau de découpage pour les presses de cuissons Guilin.

liaison fonctionnelle	fonctions
F 12 / i	porter et / ou maintenir en place et équilibre le bloc i.
F 1 / 2	porter le moule et assurer son ouverture et fermeture, assurer la position moule par le verrouillage des plots, assurer le serrage du moule, chauffer les coquilles supérieure et inférieure du moule (transmission par contact aux plateaux de chauffe supérieure et inférieure ou circule la vapeur à 18 bar).
F 2 / A	former, mouler et vulcaniser le bandage de l'extérieure, par le biais de la frette (cylindre moule) ou circule la vapeur à 18 bar, et coquilles supérieure et inférieure du moule.
F 3 / A	former, mouler et vulcaniser le bandage de l'intérieure, par le biais de la membrane ou circule : - vapeur ou Azote pour le galbage (prise membrane), - vapeur à 16 bar et eau chaude à 19 bar et 158°C : cycle bithermique, - eau chaude à 19 bar et 158°C : cycle monothermique.
F 4 / 1	alimenter les plateaux de chauffe en vapeur 18 bar selon les consignes du mode de fonctionnement et la régulation du cycle de production.
F 4 / 2	alimenter la frette du moule en vapeur 18 bar selon les consignes du mode de fonctionnement et la régulation du cycle de production.
F 4 / 3	alimenter la membrane en : - vapeur ou Azote pour le galbage (prise membrane), - vapeur à 16 bar et eau chaude à 19 bar et 158°C : cycle bithermique, - eau chaude à 19 bar et 158°C : cycle monothermique; selon les consignes du mode de fonctionnement et la régulation du cycle de production.
F 5 / 6	assurer l'alimentation du bloc fores en huile selon les consignes du mode de fonctionnement et la régulation du cycle de production.
F 6 / i	gérer la distribution de l'huile vers les vérins hydrauliques.
F 13 / 7 F 7 / 13	alimenter l'ensemble de la presse en électricité par le biais des boites de jonctions électriques, assurer la réception des données d'entrées à partir des récepteurs : capteur, transmetteur,... traiter les données d'entrée grâce à l'unité centrale, assurer la transmission des données de sortie vers les actionneurs : distributeurs, électrovannes,...
F 9 / A / 2	charger le bandage du poste cru vers le moule
F 10 / B / 11	décharger le bandage du moule vers la table de refroidissement
F 11 / C	refroidir le pneu cuit partiellement pendant deux cuissons (suite de cuisson avec température interne)
F 8 / 3	assurer le vide dans la membrane selon les consignes du mode de fonctionnement et la régulation du cycle de production
F 14 / 3	siliconer le moule et la membrane pour éviter pollution et collage bandage et moule
F 15 / 4	alimenter le tableau de chauffe en Azote selon les consignes de moulage

1 ier niveau de découpage		2 ième niveau de découpage		3 ième niveau de découpage	
1	COUVERCLE	1.1	bloc porteur mobile		
		1.2	plateau de chauffe supérieur		
		1.3	plateau de chauffe inférieur		
		1.4	plot de verrouillage		
		1.5	vérin pneumatique de verrouillage		
		1.6	capteur de position vérin de verrouillage (de proximité)		
		1.7	vérin hydraulique de montée / descente du bloc porteur		
		1.8	vérin hydraulique de serrage		
		1.9	capteur de position couvercle : haute/basse (de proximité)		
		1.10	moteur		
		1.11	barre de sécurité		
2	MOULE	2.1	frette		
		2.2	porte secteur		
		2.3	secteur		
		2.4	coquille supérieur		
		2.5	coquille inférieur		
		2.6	vérin hydraulique SMO (secteurs moule)		
		2.7	capteur de position vérin SMO (de proximité)		
		2.8	flexible vérin SMO		
3	PARTIE CENTRALE	3.1	vérin hydraulique PMS (plateau membrane supérieur)		
		3.2	capteur BALLUFF de déplacement vérin PMS		
		3.3	vérin hydraulique PMI (plateau membrane inférieur)		
		3.4	flexible vérin PMS		
		3.5	flexible vérin PMI		
		3.6	membrane		
		3.7	flexible membrane PTFE		
		3.8	diffuseur (anciennes presses)		
		3.9	support et outillage partie centrale		
4	TABLEAU DE CHAUFFE	4.1	sonde de détection de température		
		4.2	tuyauterie : rigide + bouteille à sonde de détection de température		
		4.3	flexible plateaux		
		4.4	flexible frette		
		4.5	rotule BARCO		
		4.6	coffret pneumatique PPM	4.6.1	manocontact SPM, (sécurité pression membrane) \ 0,18 bar : nouvelles presses \ 0,08 bar : anciennes presses
				4.6.2	manocontact SPG (sécurité pression galbage) \ 0,70 bar
				4.6.3	capteur de pression membrane ROSEMOUNT : réchauffe /galbage /vide \ [-0,8, 25] bar
				4.6.4	transmetteur WIKA de pression plateaux \ [0, 25] bar
				4.6.5	transmetteur WIKA de pression frette \ [0, 25] bar
				4.6.6	transmetteur WIKA de pression membrane à SAUFI \ [0, 25] bar
		4.7	coffret pneumatique PPC	4.7.1	électrovanne
				4.7.2	circuit pneumatique
4.8	ensemble des vannes	4.8.1	vannes tout ou rien : Ø E [10 , 20, 32, 40] mm		
		4.8.2	vanne d'isolation à volant		
		4.8.3	vanne d'isolation 1/4 tour		
5	GROUPE HYDRAULIQUE	5.1	moteur de la pompe		
		5.2	pompe		
		5.3	vanne d'isolation 1/4 tour + contact		
		5.4	réservoir d'huile		
		5.5	filtre		
		5.6	armoie électrique		
		5.7	distributeur		
		5.8	régulateur de pression		
		5.9	circuit de refroidissement	5.9.1	tuyauterie : flexible
				5.9.2	filtre dans vanne de régulation
				5.9.3	vanne électrostatique
				5.9.4	électrovanne
				5.9.5	moto-pompe de recyclage
				5.9.6	échangeur de chaleur
5.10	ensemble de détection	5.10.1	thermostat		
		5.10.2	sonde détection température de l'huile		
		5.10.3	sonde détection niveau de l'huile		
5.11	tuyauterie	5.11.1	flexible		
		5.11.2	tuyauterie rigide		
6	BLOC FORE	6.1	tuyauterie : rigide		
		6.2	distributeur hydraulique		
		6.3	régulateur		
		6.4	pressostat digital		
		6.5	limiteur de pression		
7	ARMOIRE ELECTRIQUE	7.1	panel view		
		7.2	balise de signalisation		
		7.3	automate	7.3.1	alimentation
				7.3.2	unité centrale
				7.3.3	carte d'entrée
				7.3.4	carte de sortie
		7.4	dispositif électrique de commande	7.4.1	alimentation
				7.4.2	transformateur
				7.4.3	contacteur
				7.4.4	bouton poussoir
				7.4.5	commutateur
7.5	dispositif électrique de protection / sécurité	7.5.1	disjoncteur		
		7.5.2	préventa		
		7.5.3	sectionneur		
8	CENTRALE DU VIDE	8.1	moteur de la pompe à vide		
		8.2	pompe à vide		
		8.3	tuyauterie		
		8.4	armoie électrique		
		8.5	transmetteur de pression		
		8.6	régulateur		
		8.7	détecteur de niveau		
		8.8	filtre		
		8.9	vanne thermostatique		
		8.10	vanne de régulation		
9	POTENCE DE CHARGEMENT	9.1	pince		
		9.2	doigt de centrage		
		9.3	vérin pneumatique d'ouverture / fermeture des pinces		
		9.4	rotule		
		9.5	palpeur		
		9.6	capteur présence pneu cru		
		9.7	vérin pneumatique d'entrée / sortie potence (rotation)		
		9.8	butée + ralentisseur		
		9.9	vérin hydraulique de montée / descente potence		
		9.10	valve de charge		
		9.11	ensemble de détection	9.11.1	capteur de position vérin d'ouverture / fermeture des pinces (de proximité)
		9.11.2	capteur de position vérin d'entrée / sortie de la potence de chargement (de proximité)		
		9.11.3	capteur de position haute / basse de la potence de chargement (de proximité)		
10	POTENCE DE DÉCHARGEMENT	10.1	pince		
		10.2	doigt de centrage		
		10.3	vérin pneumatique d'ouverture / fermeture des pinces		
		10.4	rotule		
		10.5	palpeur		
		10.6	capteur présence pneu cuit		
		10.7	vérin pneumatique d'entrée / sortie potence (rotation)		
		10.8	butée + ralentisseur		
		10.9	vérin hydraulique de montée / descente potence		
		10.10	ensemble de détection	10.10.1	capteur de position vérin d'ouverture / fermeture des pinces (de proximité)
		10.10.2	capteur de position vérin d'entrée / sortie de la potence de déchargement (de proximité)		
		10.10.3	capteur de position haute / basse de la potence de déchargement (de proximité)		
11	TABLE DE REFROIDISSEMENT	11.1	rouleaux + porte rouleaux		
		11.2	capteur de position pneus (optique) / interrupteur photoélectrique		
		11.3	butée		
		11.4	vérin pneumatique d'entrée / sortie des butées		

légende

à ne pas traiter dans l'AMDEC

Tableau 22 - Décomposition fonctionnelle de la presse de cuisson Guillin.

2. 3. GRILLES AMDEC



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : COUVERCLE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité / actions correctives							
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C			
vérin pneumatique de verrouillage	générer un mouvement rectiligne pour verrouiller ou déverrouiller le couvercle	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle	tuyau arraché	détecteur visuelle	30'	3	1	10	30											
				joint usé		2h	4	1	10	40											
				distributeur HS		2h	4	1	10	40											
				plot cisailé		10h	8	1	10	80	mise en PDR (min=2,max=4), voir si le nouveau modèle est adaptable aux anciennes presses	MS3	4h	6	1	10	60				
				étrangleur déréglé		20'	2	1	10	20											
				piston vérin arraché		2h	4	1	10	40											
		course lente	retard de cycle			joint usé	visuelle	0h	1	1	7	7									
						distributeur HS		0h	1	1	10	10									
						plot tordu		0h	1	1	7	7									
						étrangleur déréglé		0h	1	1	7	7									
		course incomplète	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H			tuyau arraché	détecteur visuelle	30'	3	1	10	30									
						joint usé		2h	4	1	10	40									
distributeur HS	2h					4		1	10	40											
plot cisailé	10h					8		1	10	80	mise en PDR (min=2,max=4), voir si le nouveau modèle est adaptable aux anciennes presses	MS3	4h	6	1	10	60				
capteur de position vérin de verrouillage (de proximité)	générer un signal électrique pour l'automate selon la position de la tige du vérin de verrouillage	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	HS	visuelle panel view	2h	7	1	10	70	former le personnel à l'automatique (niveau1) [forçage par mode manuel pour sauver une cuisson]	personnel + DT		2h	4	1	10	40			



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : COUVERCLE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité / actions correctives						
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C		
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre le bloc porteur mobile	course lente	retard de cycle	joint usé	visuelle	0h	1	1	7	7										
				fuite tuyauterie		0h	1	1	7	7										
				distributeur usé		0h	1	1	10	10										
				course incomplète	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view	3(1)h	7	1	10	70								
			fuite tuyauterie			8h		8	1	10	80	étudier la mise en place d'une tuyauterie identique sur toutes les presses + mise en PDR commander des clés à oeil ouvertes et clés à pipe s'assurer que tous les raccords implantés soient codifiés	BE + MS3	3h	5	1	10	50		
			joint du piston usé			16h		10	1	10	100	former le personnel à l'hydraulique établir un mode opératoire pour la mise en sécurité machine revoir les moyens de manutention (potence sur CEF ou palan)	BE + DT + personnel	12h	8	1	10	80		
			niveau d'huile très bas			1h		7	1	1	7									
			échauffement d'huile	3h	7	3	1	21												
			pas d'alimentation électrique pour le distributeur	2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE	1h	7	1	10	70					



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : COUVERCLE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité / actions correctives						
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C		
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre le bloc porteur mobile	course incomplète	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	dérèglement des détecteurs	visuelle panel view	30'	7	3	7	147	mettre un régleur machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	DT + FAB / OQ		30'	7	1	7	49		
vérin hydraulique de serrage	générer un mouvement rectiligne du plateau de chauffe inférieur afin de serrer ou desserrer le moule	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view pressostat	2h	7	1	10	70										
				fuite tuyauterie		2h	4	1	10	40										
				niveau d'huile très bas		1h	7	1	7	49										
				échauffement d'huile		7h	8	1	10	80	rajouter une détection supplémentaire avec : seuil < détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur + faire un nettoyage systématique	BE + MS3	0h	1	1	1	1			
		pas d'alimentation électrique pour le distributeur	4h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE	4h	7	1	10	70						
		course lente	retard de cycle	visuelle	joint usé	0h	1	1	10	10										
					fuite tuyauterie	0h	1	1	10	10										
distributeur usé	0h				1	1	10	10												
fuite vérin	0h				1	1	10	10												
capteur de position couvercle haute / basse (de proximité)	générer un signal électrique pour l'automate selon la position du bloc porteur mobile	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	dérèglement	visuelle panel view	30'	7	1	7	49										
				pas d'alimentation		4h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE	4h	7	1	10	70			



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : MOULE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives						
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C		
vérin hydraulique SMO	générer un mouvement rectiligne pour faire sortir les secteurs de la frette: ouverture des secteurs ou faire rentrer les secteurs dans la frette : fermeture des secteurs	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view	6(4)h	8	1	10	80	former le personnel à l'hydraulique	DT + personnel		3h	5	1	10	50		
				fuite tuyauterie		6(4)h	8	1	10	80	étudier la mise en place d'une tuyauterie identique sur toutes les presses + mise en PDR commander des clés à oeil ouvertes et clés à pipe s'assurer que tous les raccords implantés soient codifiés	BE + MS3		3h	5	1	10	50		
				joint usé		4h	7	1	7	49										
				niveau d'huile très bas		1h	7	1	7	49										
				échauffement d'huile		4h	7	1	10	70	rajouter une détection supplémentaire :seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur + faire un nettoyage systématique	BE + MS3		0h	1	1	1	1	1	



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : MOULE

Phase de fonctionnement : fonctionnement normal

Date de mise à jour : 20 / 04 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
vérin hydraulique SMO	générer un mouvement rectiligne pour faire sortir les secteurs de la frette: ouverture des secteurs ou faire rentrer les secteurs dans la frette : fermeture des secteurs	course incomplète	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	échauffement d'huile	visuelle panel view	4h	7	1	10	70	rajouter une détection supplémentaire :seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur + faire un nettoyage systématique	BE + MS3		0h	1	1	1	1
				pas d'alimentation électrique pour le distributeur		2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE		2h	7	1	10	70
				dérèglement des détecteurs		30'	7	3	7	147	mettre un régleur machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	DT + FAB / OQ		30'	7	1	7	49
capteur de position vérin SMO (de proximité)	générer un signal électrique pour l'automate selon la position du vérin SMO	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	dérèglé	visuelle panel view	30'	7	1	7	49								
				HS		30'	7	1	10	70	former le personnel à l'automatique (niveau 1) [forçage par mode manuel pour sauver une cuisson]	personnel + DT		30'	3	1	10	30
				pas d'alimentation		4h	8	1	10	80	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE		2	7	1	10	70
		signal intempestif	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	court-circuit	visuelle panel view	8(4)h	9	1	10	90								



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : MOULE

Phase de fonctionnement : fonctionnement normal

Date de mise à jour : 20 / 04 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
flexible vérin SMO	établir la liaison hydraulique entre les deux chambres du vérin et la tuyauterie du bloc fore	fuite	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	usure	visuelle	6(4)h	8	1	10	80	demande d'approvisionnement + demande de codification PDR former le personnel à l'hydraulique (shunter la tuyauterie SMO)	MS3 + personnel + DT		2h	7	1	10	70
				joint usé		2h	4	1	7	28								
				mauvais réglage de pression		7(4)h	8	1	10	80	vérification systématique de la pression hydraulique sur pressostat digital (bloc foré) insister sur le bon déroulement des inspections préventives			MS3	0h	1	1	7



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 3

Page 1 / 6

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : PARTIE CENTRALE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives							
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C			
vérin hydraulique PMS	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre le PMS	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view	2h	4	1	10	40											
				fuite tuyauterie		8h	8	1	10	80	étudier la mise en place d'une tuyauterie identique sur toutes les presses + mise en place PDR commander des clés à oeil ouvertes et clés à pipe s'assurer que tous les raccords implantés soient codifiés	BE + MS3	3h	5	1	10	50				
				joint usé		3h	5	1	7	35											
				niveau d'huile très bas		1h	7	1	7	49											
				échauffement d'huile		4h	7	1	10	70	rajouter une détection supplémentaire seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur faire un + nettoyage systématique	BE + MS3	0h	1	1	1	1	1			
				pas d'alimentation électrique pour le distributeur		2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE	2h	7	1	10	70				



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 3

Page 2 / 6

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : PARTIE CENTRALE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
vérin hydraulique PMS	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre le PMS	course lente	retard de cycle selon moment, possibilité de H	joint sur presse étoupe usé	visuelle	36h	10	1	7	70	préparer partie centrale en PDR étudier l'accessibilité des vérins dans la partie centrale	MS3 + BE		20'	10	1	7	70
				fuite tuyauterie		3h	5	1	7	35								
				distributeur usé		2h	4	1	10	40								
				régulateur HS		2h	4	1	10	40								
				régulateur dérégulé		30'	2	1	10	20								
vérin hydraulique PMI	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre le PMI	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view	2h	4	1	10	40								
				fuite tuyauterie		8h	8	1	10	80	étudier la mise en place une tuyauterie identique sur toutes les presses mise en place PDR commander des clés à oeil ouvertes et clés à pipe s'assurer que tous les raccords implantés soient codifiés	BE + MS3	3h	5	1	10	50	
				joint usé		3h	5	1	7	35								
				pas d'alimentation électrique pour le distributeur		2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	MS3 + BE	2h	7	1	10	70	



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 3

Page 3 / 6

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : PARTIE CENTRALE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives							
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C			
flexible vérin PMS	/ établir la liaison hydraulique entre les deux chambres du vérin PMS et la tuyauterie du bloc fore / faciliter l'accès à la partie centrale	fuite	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	usure	visuelle	8h	8	1	7	56											
				mauvais réglage de pression		2h	4	1	10	40											
flexible vérin PMI	/ établir la liaison hydraulique entre les deux chambres du vérin PMI et la tuyauterie du bloc fore / faciliter l'accès à la partie centrale	fuite	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	usure	visuelle	8h	8	1	7	56											
				mauvais réglage de pression		2h	4	1	10	40											
membrane	/ mouler le pneu cru en exerçant une pression dedans pour le plaquer à l'intérieur du moule contre les deux coquilles et les secteurs. / vulcaniser le pneu cru depuis l'intérieur par l'échange des quantités de chaleur	perçage	défaut de qualité arrêt de cycle	contact avec les secteurs	visuelle (presse ouverte) panel view	20'	7	5	10	350	revoir cycle réchauffe presse sur l'automate	BE	20'	7	1	10	70				
				contact avec pinces potences (détection uniquement visuelle)		20'	7	5	10	350	étudier la possibilité de modifier le plateau membrane (frein sur plateau pour éviter le contact)	BE	20'	7	1	10	70				
				pas de vide		20'	7	1	10	70	insister sur l'application du préventif de la fonction vide	MS3	20'	7	1	7	49				



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : PARTIE CENTRALE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives					
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C	
membrane	/ mouler le pneu cru en exerçant une pression dedans pour le plaquer à l'intérieur du moule contre les deux coquilles et les secteurs. / vulcaniser le pneu cru depuis l'intérieur par l'échange des quantités de chaleur	perçage	défaut de qualité arrêt de cycle	manocontact(2) HS	visuelle (presse ouverte) panel view	1h	7	5	10	350	changer le type (qualité) des manocontacts (meilleure MTBF) [en cours]	BE		1h	7	1	10	70	
				mauvaise qualité des membranes		20'	7	3	10	210	insister sur l'application du mode opératoire pour assouplissement membrane	MS3		1h	7	1	10	70	
				vanne passante		2h	4	1	10	40									
		usure	défaut qualité	visuelle	fin de durée de vie	20'	3	10	1	30									
					mauvais assouplissement	20'	7	3	10	210	insister sur l'application du mode opératoire pour assouplissement membrane	MS3		20'	7	1	10	70	
					contact avec potences	20'	2	3	1	6									
					contact avec partie chaude	20'	2	1	1	2									
					déformation	défaut qualité	mauvaise qualité (fournisseur)	visuelle	20'	7	1	1	7						
		défaut d'aspect	défaut qualité	mauvaise qualité (fournisseur)	visuelle	20'	7	1	1	7									
		éclatement	pneu H si presse en cuisson danger pour l'environnement	visuelle auditive impossibilité d'ouverture presse fin de cuisson car pression membrane	fuite interne sur vannes tout ou rien circuit membrane	2h	7	1	10	70	insister sur l'application du préventif du tableau de chauffe	MS3		2h	7	1	7	49	
					capteur de pression HS	1h	7	1	10	70									



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 3

Page 5 / 6

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : PARTIE CENTRALE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives					
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C	
flexible membrane PTFE	/ établir la liaison hydraulique entre la tuyauterie du tableau de chauffe et la partie centrale / résister aux températures et pressions requises / faciliter l'accès à la partie centrale	fuite	défaut de qualité	mauvaise qualité des flexibles	visuelle	16h	10	1	7	70	étudier la possibilité de mettre des raccords rapides au niveau des deux bouts du flexible étudier l'accessibilité des flexibles PTFE au niveau de la partie centrale	BE		10h	8	1	7	56	
				usure des joints		16h	10	1	7	70									
capteur BALLUFF de déplacement vérin PMS	générer un signal électrique pour l'automate selon la position de la tige du vérin PMS	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité H	capteur détérioré	panel view visuelle	16h	10	1	10	100	revoir le perçage de la dalle pour évacuer les fluides et changer les capteurs mettre en place des fiches pour connection capteur / armoire, pour un remplacement rapide	BE		3h	5	1	10	50	
				pas d'alimentation		4h	6	1	10	60									
				connecteur arraché		3h	5	1	10	50									
		signal intempestif	H si position PMS en cote C	capteur dérégulé	visuelle à l'emboîtement mesurable	8(4)h	8	1	10	80	insister sur l'application du mode opératoire pour étalonnage capteur former le personnel	MS3 + DT + personnel		2h	4	1	10	40	




Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : TABLEAU DE CHAUFFE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
sonde de détection de température	générer un signal électrique pour l'automate selon la température des fluides dans la bouteille à sonde	pas de signal	cuisson non conforme	sonde détériorée	visuelle panel view prise de mesure	6h	7	1	10	70	insister sur le préventif mettre des prises pour faciliter le changement	MS3 + BE	1h30'	4	1	7	28	
				fil arraché		6h	7	1	10	70								
				pas d'alimentation		6h	7	1	10	70								généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires
		signal erroné	cuisson non conforme	sonde détériorée	prise de mesure panel view	6h	7	1	10	70	insister sur l'application du préventif mettre des prises pour faciliter le changement	MS3 + BE	2h	4	1	7	28	
tuyauterie : rigide + bouteille à sonde de détection de température	/ guider les fluides / éviter les pertes de quantité de chaleurs / résister aux températures et pressions requises	fuite	pb de régulation (fuite importante à l'entrée) plus tard dégradation du tableau de chauffe	mauvaise qualité matériaux	visuelle	2h	4	1	7	28								
				mauvaise soudure		6h	7	1	7	49								
				joint usé		2h	4	1	7	28								
		obstruction	cuisson non conforme	corrosion	prise de mesure	8h	8	1	10	80	étudier la faisabilité du détartrage de la tuyauterie à moyen terme (5 ans)	BE	4h	6	1	10	60	
flexible plateaux	/ établir la liaison hydraulique entre la tuyauterie du tableau de chauffe et les plateaux / éviter les pertes de quantités de chaleur / résister aux températures et pressions requises	fuite	pb de qualité selon degré fuite possibilité arrêt machine	choc lors contact avec potence déchargement	visuelle sonore détection SAUFI (baisse T°, si fuite importante) voyon rouge+ balise de signalisation (rouge permanent)	3h	7	1	7	49								
				usure prématurée (mauvaise qualité)		3h	7	3	7	147								revoir la qualité des flexibles (fournisseur)

	ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE					USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 4					Page 5 / 8				
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"					Sous-système : TABLEAU DE CHAUFFE					Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006					
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives						
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C		
coffret PPM																				
mancontact SPG (sécurité pression galbage) 0,70 bar	/ afficher la pression / envoyer un signal à l'automate après détection du seuil : P = 0,7 bar et couper le circuit régulation membrane	fuite	détection anormale	membrane usée	panel view détection SAUFI	4h	7	3	10	210	changer le type(qualité) des mancontacts (meilleure MTBF) (en cours)	BE + MS3		2h	7	1	10	70		
		obstruction	détection anormale	impureté fluide	panel view détection SAUFI	4h	7	1	10	70	assurer la qualité des fluides requise	fluides		4h	7	1	10	70		
capteur de pression membrane ROSEMOUNT : réchauffe /galbage /vide \ [-0,8, 25] bar	envoyer un signal à l'automate selon la pression de réchauffe, de galbage et de vide dans la membrane	pas de signal	arrêt de cycle et selon moment H (fin cuisson)	pas d'alimentation	panel view détection SAUFI OSCAR	2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	BE + MS3		2h	7	1	10	70		
				HS		2h	7	1	10	70										
				carte d'acquisition HS		2h	7	1	10	70										
		signal erroné	pb qualité : selon moment H (fin cuisson)	carte acquisition HS	panel view détection SAUFI OSCAR	2h	7	1	10	70										
		obstruction	détection anormale	impureté fluide	panel view détection SAUFI OSCAR	2h	7	1	10	70	assurer la qualité des fluides requise	fluides		2h	7	1	10	70		
		fuite	détection anormale	raccord mal serré	panel view détection SAUFI OSCAR	1h	3	1	7	21										
transmetteur de pression plateaux [0, 25] bar	envoyer un signal à l'automate selon la pression dans les plateaux	pas de signal	pb de qualité en cours de cuisson arrêt de cycle	pas d'alimentation	panel view	2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	BE + MS3		2h	7	1	10	70		
				HS		2h	7	1	10	70										
				carte acquisition HS		2h	7	1	10	70										

MICHELIN		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 4				Page 7 / 8			
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"				Sous-système : TABLEAU DE CHAUFFE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006					
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
coffret PPC																		
électrovanne	ouvrir ou fermer le circuit pneumatique par la détection d'un signal électrique (commandée par un électroaimant)	pas de signal	arrêt de cycle et H	tête (connecteur) d'électrovanne détériorée / desserrée	tests électriques après pannes	1h	7	1	10	70								
				câble d'alimentation coupé		2h	7	1	10	70								
				HS		2h	7	1	10	70								
		fuite	si fuite importante possibilité d'arrêt / retard de cycle	joint usé	auditive manuelle	1h	7	1	10	70	insister sur le préventif	MS3		1h	7	1	7	49
électrovanne mal fixée	1h			7		1	10	70	insister sur le préventif	MS3		1h	7	1	7	49		
circuit pneumatique	établir les liaisons pneumatiques entre les électrovannes, le distributeur et les vannes	fuite	si fuite importante possibilité d'arrêt / retard de cycle	raccord mal serré	auditive manuelle	1h	7	1	7	49								
				flexible percé		2h	7	1	10	70	insister sur le préventif	MS3		1h	7	1	7	49
		pincement	si pincement importante possibilité d'arrêt / retard de cycle	mal placé	visuelle	1h	3	1	10	30								
Ensemble des vannes																		
vannes tout ou rien : Ø € [10 , 20, 32, 40] mm	ouvrir ou fermer le circuit de vapeur, eau chaude	fuite d'air sur membrane	mauvaise régulation	membrane percée / poreuse	auditive manuelle	2h	5	1	7	35								
		fuite du fluide (vapeur, eau chaude)	mauvaise régulation pb de qualité si fuite importante	joint usé	auditive manuelle	1h	3	1	7	21								
				raccord mal serré		30'	2	1	7	14								
				presse étoupe usé		1h	3	1	7	21								
		fuite interne	mauvaise régulation pb de qualité si fuite importante	clapet usé	détection SAUFI mauvaise régulation	2h	5	1	10	50								
				clapet grippé		2h	5	1	10	50								
				ressort dérégulé		2h	5	1	10	50								
		obstruction	mauvaise régulation	impureté fluide	détection SAUFI mauvaise régulation	2h	5	1	10	50								

MICHELIN		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 4				Page 8 / 8			
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"				Sous-système : TABLEAU DE CHAUFFE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006					
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
Ensemble des vannes																		
vanne d'isolation à volant	isoler une partie du circuit du tableau de chauffe	fuite externe	pollution de l'environnement	joint usé	auditive manuelle	1h	3	1	7	21								
				raccord mal serré		1h	3	1	7	21								
				presse étoupe usé		1h	3	1	7	21								
		fuite interne	pas d'isolation du circuit	clapet usé	séparation des circuits	1h	3	1	7	21								
				tige grippée		1h	3	1	7	21								
		obstruction	mauvaise régulation	impureté fluide	détection SAUFI mauvaise régulation	2h	4	1	10	40								
vanne d'isolation 1/4 tour	isoler une partie ou tout le circuit du tableau de chauffe	fuite externe	pollution de l'environnement	joint usé	auditive manuelle	1h	3	1	7	21								
				raccord mal serré		30'	2	1	7	14								
				presse étoupe usé		2h	4	1	10	40								
		fuite interne	pas d'isolation du circuit	joint du boisseau sphérique usé	séparation des circuits	2h	4	1	10	40								
		obstruction	mauvaise régulation	impureté fluide	détection SAUFI mauvaise régulation	2h	4	1	10	40								



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 5

Page 3 / 6

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : GROUPE HYDRAULIQUE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives					
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C	
régulateur de pression	réguler la pression dans le circuit	mauvaise régulation	mauvais réglage	ressort usé	détection manomètre pressostat	2h	4	1	10	40									
		fuite externe	pollution	joint sur bride usé	visuelle	1h	3	1	7	21									
				bride mal serrée		30'	2	1	7	14									
Circuit de refroidissement																			
tuyauterie : flexible	établir les liaisons hydrauliques dans le circuit	fuite	pollution échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	mauvaise qualité flexible	visuelle panel view	1h	3	1	7	21									
				surpression		1h	3	1	7	21									
				usure prématurée		1h	3	1	7	21									
filtre dans vanne de régulation	éliminer les impuretés du fluide circulant dans le circuit	colmatage	échauffement d'huile	impuretés du fluide	panel view	1h	3	1	7	21									
		mauvais filtrage	encrassement de l'échangeur	filtre percé	pas de détection	1h	3	1	7	21									
vanne électrostatique	réguler le débit de l'eau réfrigérée en fonction de la température de l'huile	pas de signal	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	signal erroné de la sonde de température	panel view	2h	7	1	10	70									
électrovanne	ouvrir ou fermer le circuit pneumatique par la détection d'un signal électrique (commandée par un électroaimant)	pas de signal	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	signal erroné de la sonde de température (thermostat)	panel view	1h	7	1	10	70	rajouter une détection supplémentaire seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur + faire un nettoyage systématique	BE + MS3	0h	1	1	1	1	1	




Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : GROUPE HYDRAULIQUE

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006


Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
électrovanne	ouvrir ou fermer le circuit pneumatique par la détection d'un signal électrique (commandée par un électroaimant)	pas de signal	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	pas d'alimentation électrique	panel view	1h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	BE + MS3		1h	7	1	10	70
moto-pompe de recyclage	débiter l'huile sous pression du circuit du réservoir vers le circuit de refroidis-sement et assurer le retour	pas de rotation	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	pas d'alimentation	panel view	2h	4	1	10	40								
				moteur / pompe détérioré		6h	8	1	10	80	rajouter une détection supplémentaire :seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur faire un nettoyage systématique	BE + MS3	0h	1	1	1	1	
		échauffement anormal	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	grippage de la pompe	disjonction manuelle	6h	8	1	10	80	rajouter une détection supplémentaire seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur faire un nettoyage systématique	BE + MS3	0h	1	1	1	1	


		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 5			Page 6 / 6					
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"		Sous-système : GROUPE HYDRAULIQUE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006								
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives					
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C	
sonde détection niveau de l'huile	générer un signal électrique pour l'automate selon le niveau de l'huile dans le réservoir	signal erroné (niveau très bas détecté / bâche pleine)	arrêt de cycle possibilité de H	sonde HS	panel view afficheur (nouvelles presses)	2h	7	1	10	70									
		signal erroné (niveau très bas non détecté)	échauffement d'huile (arrêt de cycle) manque de débit	sonde HS	pas de détection	2h	7	1	10	70									
Tuyauterie																			
flexible	établir les liaisons hydrauliques dans le circuit	fuite	pollution , H	mauvaise qualité des flexibles	visuelle	3h	7	1	7	49									
				usure des joints		2h	4	1	7	28									
tuyauterie rigide	guider les fluides	fuite	pollution	absence support ty pour éliminer les vibrations	visuelle	24h	10	1	10	100	remettre les supports sur les anciennes presses et les mettre sur les nouvelles standardiser	BE + MS3		10h	8	1	7	56	

MICHELIN		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 7				Page 1 / 3			
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"		Sous-système : ARMOIRE ÉLECTRIQUE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006							
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
panel view	interface entre l'opérateur et l'automate : assure la visualisation et la commande	pas d'affichage	arrêt de cycle	pas d'alimentation	visuelle	2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	BE + MS3		2h	7	1	10	70
				panel HS		2h	4	1	10	40								
balise de signalisation	signaler le mode de fonctionnement	pas de signal	pas d'incidence															
Automate																		
alimentation	/ alimenter l'automate en électricité / stabiliser le courant	pas d'alimentation	arrêt de cycle H	pas d'alimentation réseau	visuelle	4h	8	8	10	640	voir sonelgaz	central						
unité centrale	/ stocker le programme / exécuter le programme / traiter les informations d'entrée-sortie / échanger les informations avec : SAUFI cartes d'entée cartes de sortie	détérioration	arrêt de cycle H	composants HS	visuelle	4h	8	1	10	80	disponibilité PDR former le personnel en automatique	MS3 + DT + personnel		2h	4	1	10	40
		blocage du programme	arrêt de cycle H	défaut de conception	visuelle panel view	4h	8	1	10	80	disponibilité PDR former le personnel en automatique	MS3 + DT + personnel		2h	4	1	10	40
carte d'entrée	interface : transmettre l'information des capteurs de position et des détecteurs vers l'unité centrale	détérioration	arrêt de cycle H	composants HS	visuelle panel view	4h	8	1	10	80	disponibilité PDR former le personnel en automatique	MS3 + DT + personnel		2h	4	1	10	40
carte de sortie	interface : transmettre l'information de l'unité centrale vers les récepteurs	détérioration	arrêt de cycle H	composants HS	visuelle panel view	4h	8	1	10	80	disponibilité PDR former le personnel en automatique	MS3 + DT + personnel		2h	4	1	10	40

MICHELIN		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 7				Page 2 / 3			
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"				Sous-système : ARMOIRE ÉLECTRIQUE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006					
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
Dispositif électrique de commande																		
alimentation	/ alimenter l'armoire en électricité / stabiliser le courant	pas d'alimentation	arrêt de cycle	pas d'alimentation réseau	visuelle	2h	4	1	10	40								
				disjonction		1h	3	1	10	30								
		alimentation anormale	arrêt de cycle	panne réseau	pas de détection	2h	4	1	10	40								
transformateur	élever / abaisser la tension	court-circuit	arrêt de cycle	transfo HS	visuelle (disjonction)	3h	5	1	10	50								
		pas d'alimentation	arrêt de cycle	transfo HS	visuelle	3h	5	1	10	50								
contacteur	commander le circuit à distance	court-circuit	arrêt de cycle	contacteur HS	visuelle (disjonction)	4h	8	1	10	80								
		usure	arrêt de cycle	bobine HS	visuelle par tests	1h	3	1	10	30								
				composants mécaniques défectueux		1h	3	1	10	30								
bouton poussoir	valider les opérations : / vide membrane / mise en service / commande des opérations	court-circuit	arrêt de cycle	bouton HS	disjonction	4h	8	1	10	80								
		usure	arrêt de cycle	composants mécaniques défectueux	visuelle / par tests	1h	3	1	10	30								
commutateur	sélectionner le mode de fonctionnement	court-circuit	arrêt de cycle	commutateur HS	visuelle / par tests	4h	8	1	10	80								
		usure	arrêt de cycle	composants mécaniques défectueux	visuelle / par tests	1h	3	1	10	30								

MICHELIN		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 7				Page 3 / 3			
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"				Sous-système : ARMOIRE ÉLECTRIQUE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006					
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
Dispositif électrique de protection																		
disjoncteur	interrupteur mani d'un déclencheur : protéger les circuit contre les variations électriques	court-circuit	arrêt de cycle	disjoncteur HS	visuelle / par tests	4h	8	1	10	80								
		usure	arrêt de cycle	composants mécaniques défectueux	visuelle / par tests	1h	3	1	10	30								
préventa	relais de sécurité	court-circuit	arrêt de cycle	préventa HS	visuelle / par tests	4h	8	1	10	80								
		usure	arrêt de cycle	composants défectueux	visuelle / par tests	1h	3	1	10	30								
sectionneur	isoler la machine de la source d'énergie	court-circuit	arrêt de cycle	sectionneur HS	visuelle / par tests	4h	8	1	10	80								
		usure	arrêt de cycle	composants mécaniques défectueux	visuelle / par tests	1h	3	1	10	30								

		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 8			Page 1 / 2							
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"		Sous-système : CENTRALE DU VIDE				Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006										
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives							
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C			
moteur de la pompe à vide	générer un couple de rotation pour entraîner la pompe à vide	pas de rotation	arrêt cycle	pas d'alimentation	visuelle disjonction panel view	0h	1	1	10	10											
				moteur grillé		0h	1	1	10	10											
		échauffement anormal	usure prématurée du moteur	effort mécanique important	disjonction manuelle	0h	1	1	10	10											
		rotation anormale	régulation anormale	effort mécanique important	auditive visuelle	0h	1	1	10	10											
pompe à vide	générer le vide en aspirant l'air	fuite (externe:eau)	pollution	joint sur bride usé	visuelle	0h	1	1	10	10											
				bride mal serrée		0h	1	1	10	10											
		obstruction	aspiration faible	corps étranger dans le circuit	visuelle panel view	1h	3	1	10	30											
		bruit anormal	détérioration prématurée de la pompe	usure mécanique	auditive	0h	1	1	10	10											
		pas d'aspiration	arrêt cycle	pompe HS	panel view visuelle	0h	1	1	10	10											
				moteur HS		0h	1	1	10	10											
		aspiration faible	arrêt cycle	pompe détériorée	panel view visuelle (membrane)	0h	1	1	10	10											
				capteur de pression déréglé		0h	1	1	10	10											
		arrêt intempestif	arrêt cycle	moteur HS	panel view visuelle	0h	1	1	10	10											
				accouplement détérioré		0h	1	1	10	10											
tuyauterie	guider le fluide	fuite	aspiration faible	raccord mal serré	panel view manuelle	2h	4	1	10	40											
armoie électrique	assurer la régulation par la commande électrique	pas d'alimentation	arrêt de cycle	pas d'alimentation réseau	visuelle	1h	7	1	10	70	maintenance réseau interne + externe sonelgaz	central									
transmetteur de pression	transmettre la pression au régulateur	pas de signal	arrêt de cycle	transfo HS	panel view	3h	5	1	10	50											
				pas d'alimentation		2h	7	1	10	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	BE + MS3	2h	7	1	10	70				

		ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ				USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -					Tableau N°= 8			Page 2 / 2				
Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"				Sous-système : CENTRALE DU VIDE		Phase de fonctionnement : mode production					Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006							
Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
transmetteur de pression	transmettre la pression au régulateur	obstruction	régulation anormale	impuretés dans le circuit	panel view	2h	4	1	10	40								
		fuite	pollution	raccord mal serré	visuelle	0h	1	1	10	10								
régulateur	commander la vanne de régulation	mauvaise régulation	régulation anormale	régulateur HS	panel view	0h	1	1	10	10								
détecteur de niveau	détecter le niveau de condensa	pas de détection	régulation anormale (niveau toléré)	détecteur HS	visuelle panel view	2h	7	1	10	70								
		détection anormale	régulation anormale (niveau toléré)	détecteur mal réglé	visuelle panel view	0h	1	1	10	10								
filtre	éliminer les impuretés du fluide circulant dans le circuit	colmatage	échauffement de la pompe	impuretés du fluide	visuelle manuelle	1h	3	1	7	21								
		mauvais filtrage	encrassement du circuit de la pompe	filtre percé	pas de détection	1h	3	1	7	21								
		fuite	pollution	raccords mal serrés	visuelle	1h	3	1	7	21								
vanne thermostatique	assurer la régulation de l'eau réfrigérée	pas de régulation	échauffement de la pompe	vanne mal réglée	manuelle	0h	1	1	10	10								
		régulation anormale	échauffement de la pompe	vanne mal réglée	manuelle	0h	1	1	10	10								
vanne de régulation	ouvrir ou fermer le circuit du vide	fuite externe	pollution	raccords mal serrés	visuelle	0h	1	1	10	10								
		fuite interne	mauvaise régulation (H)	vanne usée	manuelle (échauffement)	3h	10	1	10	100	rajouter une vanne supplémentaire redondante	BE		0h	1	1	10	10
		pas de fonctionnement	mauvaise régulation (H)	vanne usée	manuelle (échauffement)	3h	10	1	10	100				0h	1	1	10	10
				vanne obstruée		2h	10	1	10	100				0h	1	1	10	10
				vanne grippée		3h	10	1	10	100				0h	1	1	10	10



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 9

Page 1 / 4

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : POTENCE DE CHARGEMENT

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives				
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C
pince	prendre le bondage ou le pneu cru	tordage	Problème qualité et arrêt machine (maintenance : tordage important)	chocs avec plateau membrane suite au mauvais réglage	visuelle	3h	7	1	10	70	mettre un régleur machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	DT + FAB / OQ		0h	1	1	7	7
		coincement	arrêt de cycle	grippage causé par fuite vapeur	visuelle panel view	30'	2	1	7	14								
				mauvais graissage		30'	2	1	7	14								
		déréglage	problème qualité et arrêt machine	mauvais serrage	visuelle	30'	2	1	7	14								
chocs (amortisseur mal réglé)	30'			2		1	7	14										
doigt de centrage	centrer la potence sur le PMS	coincement	Problème qualité	mauvais graissage	visuelle	30'	2	1	7	14								
vérin pneumatique d'ouverture / fermeture des pinces	tirer ou pousser les pinces	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle	tuyau arraché	visuelle panel view	15'	2	1	10	20								
				joint usé		3h	5	1	10	50								
				distributeur HS		2h	4	1	10	40								
				tige tordue		3h	5	1	10	50								
				étrangleur déréglé		15'	2	1	10	20								
				piston vérin arraché		3h	5	1	10	50								
				grippage pinces		30'	2	1	7	14								
		course lente	retard de cycle selon moment	joint usé	visuelle	3h	5	1	10	50								
				étrangleur déréglé		15'	2	1	10	20								
		course incomplète	arrêt de cycle	tuyau arraché	détecteur visuelle panel view	15'	2	1	10	20								
grippage pinces	30'			2		1	7	14										



Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : POTENCE DE CHARGEMENT

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives					
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C	
butée + ralentisseur	protéger la potence et amortir les chocs	cassure	Problème de qualité possibilité de H	mauvais réglage	visuelle panel view	4h	7	1	10	70	renforcer la butée mettre un réglage machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	BE + DT + FAB / OQ		0h	1	1	7	7	
		tordage	Problème de qualité possibilité de H	mauvais réglage	visuelle panel view	2h	4	1	7	28									
vérin hydraulique de montée / descente potence	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre la potence	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view	2h	7	1	10	70									
				fuite tuyauterie		0h	1	1	7	7									
				joint presse étoupe usé		6h	8	1	10	80	préventif	MS3		0h	1	1	7	7	
				niveau d'huile très bas		1h	7	1	1	7									
				échauffement d'huile		4h	7	1	10	70	rajouter une détection supplémentaire :seuil<détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur faire un nettoyage systématique	BE + MS3		0h	1	1	1	1	
				pas d'alimentation électrique pour le distributeur		2h	4	1	10	40									
				valve de charge dérégulée ou HS		2h	4	1	10	40									
				course lente		retard de cycle	joint piston usé	visuelle	6h	8	1	10	80	assurer la disponibilité de la PDR	MS3		6h	8	1



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 10

Page 1 / 4

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : POTENCE DE DÉCHARGEMENT

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives					
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C	
pince	prendre le pneu cuit	tordage	problème de qualité et arrêt machine (maintenance tordage important)	chocs avec plateau membrane suite au mauvais réglage	visuelle	3h	7	1	10	70	mettre un régleur machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	DT + FAB / OQ		0h	1	1	7	7	
		coincement	arrêt de cycle	grippage causé par fuite vapeur et fumée	visuelle panel view	30'	2	1	7	14									
				mauvais graissage		30'	2	1	7	14									
		dérèglage	problème de qualité et arrêt machine (maintenance tordage important)	mauvais serrage	visuelle	30'	2	1	7	14									
				chocs (amortisseur mal réglé)		30'	2	1	7	14									
encrassement	coincement	fumée	visuelle panel view	30'	2	1	7	14											
doigt de centrage	centrer la potence sur le PMS	coincement	problème de qualité	mauvais graissage	visuelle	30'	2	1	7	14									
vérin pneumatique d'ouverture / fermeture des pincés	tirer ou pousser les pincés	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle	tuyau arraché	visuelle panel view	15'	2	1	10	20									
				joint usé		3h	5	1	10	50									
				distributeur HS		2h	4	1	10	40									
				tige tordue		3h	5	1	10	50									
				étrangleur dérèglé		15'	2	1	10	20									
				piston vérin arraché		3h	5	1	10	50									
				grippage pincés		30'	2	1	7	14									
		course lente	retard de cycle selon moment	joint usé	visuelle	3h	5	1	10	50									
				étrangleur dérèglé		15'	2	1	10	20									
		course incomplète	arrêt de cycle	tuyau arraché	détecteur visuelle panel view	15'	2	1	10	20									
grippage pincés	30'			2		1	7	14											



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ

USINE : MICHELIN Algérie - Hussein Dey -

Tableau N°= 10

Page 3 / 4

Système : PRESSE DE CUISSON GUILIN 67"

Sous-système : POTENCE DE DÉCHARGEMENT

Phase de fonctionnement : mode production

Date de mise à jour : 15 / 08 / 2006

Éléments	Fonctions	Modes de défaillance	Effets potentiels	Causes possibles	Détections	Cotation de la criticité					Actions correctives	Responsable	Délai prévu	Criticité/ actions correctives						
						TA	G	O	ND	C				TA	G	O	ND	C		
butée + ralentisseur	protéger la potence et amortir les chocs	cassure	Problème qualité et possibilité H	mauvais réglage	visuelle panel view	4h	7	1	10	70	renforcer la butée mettre un régleur machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	BE + DT + FAB / OQ		0h	1	1	7	7		
		tordage	Problème qualité et possibilité H	mauvais réglage	visuelle panel view	2h	4	1	7	28										
vérin hydraulique de montée / descente potence	générer un mouvement rectiligne pour faire monter ou descendre la potence	pas de mouvement : pas de course	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view (affichage défaut)	2h	7	1	10	70										
				fuite tuyauterie		0h	1	1	7	7										
				joint presse étoupe usé		6h	8	1	10	80	préventif	MS3		0h	1	1	7	7		
				niveau d'huile très bas		1h	7	1	1	7										
				échauffement d'huile		4h	7	1	10	70	rajouter une détection supplémentaire : seuil < détection pour une meilleure surveillance mettre en place 1 filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur faire un nettoyage systématique	BE + MS3		0h	1	1	1	1	1	
				pas d'alimentation électrique pour le distributeur		2h	4	1	10	40										

2. 4. DOSSIER SYNTHESSES

Tableau 23 – Liste des points critiques pour les presses de cuisson Guilin.

Éléments critiques	2^{ème} découpage	1^{er} découpage
vérin pneumatique de verrouillage		couvercle
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur		
capteur de position vérin de verrouillage		
capteur de position couvercle haute / basse		
vérin hydraulique de serrage		
flexible vérin SMO		moule
vérin hydraulique SMO		
capteur de position vérin SMO		
vérin hydraulique PMS		partie centrale
vérin hydraulique PMI		
membrane		
capteur BALLUFF de déplacement vérin PMS		
flexible membrane PTFE		
sonde de détection de température		tableau de chauffe
manocontact SPM	coffret pneumatique PPM	
manocontact SPG		
capteur de pression membrane ROSEMOUNT		
transmetteur de pression plateaux		
transmetteur de pression frette		
transmetteur de pression membrane	coffret pneumatique PPC	
électrovanne		
circuit pneumatique		
sonde de détection niveau de l'huile		
flexible plateaux		
flexible frette		
tuyauterie : rigide + bouteille à sonde de détection de température		
électrovanne	circuit de refroidissement	
moto-pompe de recyclage		
thermostat	ensemble de détection	
tuyauterie rigide		groupe hydraulique
tuyauterie		
unité centrale	automate	blocc foré
carte d'entrée		
carte de sortie		
panel view		
transmetteur de pression		centrale du vide
vanne de régulation		
vérin hydraulique de montée / descente potence		potence de chargement
pinces		
butée + ralentisseur		
vérin hydraulique de montée / descente potence		potence de déchargement
pinces		
butée + ralentisseur		

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques		
PDR + mesures nécessaires pour la mise en PDR										
vérin pneumatique de verrouillage / COUV	pas de mouvement	arrêt de cycle	plot scisaillé	détecteur visuelle	80	mise des plots en PDR (min=2,max=4) voir si nouveau modèle des plots est adaptable aux anciennes presses	60			
	course incomplète									
flexible vérin SMO / MOUL	fuite	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	usure	visuelle	70	demande d'approvisionnement + demande de codification PDR	70			
vérin hydraulique PMS / P.CEN	course lente		joint sur presse étoupe usé	visuelle		70	mise d'une partie centrale en PDR s'assurer que tous les raccords implantés soient codifiés	70	diminution considérable du temps d'arrêt, cependant il est resté supérieure à 16 h	
	vérin hydraulique PMI / P.CEN		pas de mouvement	fuite tuyauterie		visuelle panel view	80	étudier la mise en place une tuyauterie identique sur toutes les presses + mise en PDR s'assurer que tous les raccords implantés soient codifiés		50
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV			course incomplète							
			vérin hydraulique SMO / MOUL						pas de mouvement	
course incomplète										
tuyauterie / B.FOR	fuite	arrêt si fuite importante (SMO)	vibration (manque de pattes de fixation : installation, maintenance)		visuelle panel view				80	
unité centrale / A.ELE	détérioration	arrêt de cycle H	composants HS	visuelle	80	assurer la disponibilité PDR	40			
	blocage du programme		défaut de conception	visuelle panel view						
carte d'entrée / A.ELE	détérioration		composants HS	visuelle panel view						
carte de sortie / A.ELE	détérioration		composants HS	visuelle panel view						
vérin hydraulique de montée / descente potence / P.CHA	course lente	retard de cycle	joint piston usé	visuelle	80		80	la PDR est indispensable pour ce cas, si elle n'est pas présente, la criticité augmentera considérablement		
	vérin hydraulique de montée / descente potence / P.DEC	course lente		retard de cycle					visuelle	

Tableau 24 - Rubrique des recommandations concernant la PDR et les mesures nécessaires pour la mise en PDR.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques	
Formation à l'automatique									
capteur de position vérin de verrouillage / COUV	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	HS	visuelle panel view	70	former le personnel à l'automatique : Niveau 1 Forçage par mode manuel pour sauver une cuisson (cas des capteurs) Le branchement et la mise en marche du CPU (charger le programme et configurer les paramètres) Le branchement des interfaces d'entrée et sortie	40		
capteur de position vérin SMO / MOUL							30		
unité centrale / A.ELE	détérioration	arrêt de cycle H	composants HS	visuelle	80		40		
	blocage du programme		défaut de conception	visuelle panel view	80				
carte d'entrée / A.ELE	détérioration		composants HS	visuelle panel view	80				
carte de sortie / A.ELE	détérioration		composants HS	visuelle panel view	80				
Formation à l'hydraulique									
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV	pas de mouvement	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	distributeur HS	visuelle panel view	70		former le personnel à l'hydraulique : connaissances du métier et techniques de base pour les machines du secteur	70	
	course incomplète		joint du piston usé		100	80			
vérin hydraulique SMO / MOUL	pas de mouvement		distributeur HS		80	50			
	course incomplète								
flexible vérin SMO / MOUL	fuite		usure	visuelle		70			

Tableau 25 - Rubrique des recommandations concernant la formation du personnel.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques
Documentation								
capteur de position vérin de verrouillage / COUV	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	pas d'alimentation	visuelle panel view	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	70	Les schémas en place aident l'intervenant dans son diagnostic, et évite la perte de temps en les recherchant en cours de pannes, cependant le gain en temps dépend des compétences de chaque intervenant
capteur de position couvercle haute / basse / COUV								
capteur de position vérin SMO / MOUL								
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV	pas de mouvement		pas d'alimentation électrique pour le distributeur	visuelle panel view pressostat				
vérin hydraulique de serrage / COUV	course incomplète							
vérin hydraulique SMO / MOUL	pas de mouvement							
vérin hydraulique PMS / P.CEN	course incomplète		visuelle panel view					
vérin hydraulique PMI / P.CEN	pas de mouvement							
sonde de détection de température / T.CHA	pas de signal	cuisson non conforme		visuelle panel view prise de mesure				
mancontact SPM / T.CHA	pas de détection	arrêt de cycle et selon moment H (fin cuisson)	pas d'alimentation	panel view détection SAUFI				
mancontact SPG / T.CHA								
capteur de pression membrane ROSEMOUNT / T.CHA	pas de signal				pb de qualité en cours de cuisson arrêt de cycle	panel view détection SAUFI OSCAR		
transmetteur de pression plateaux / T.CHA								
transmetteur de pression frette / T.CHA		panel view						

Tableau 26 - Rubrique des recommandations concernant la documentation.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques
Documentation								
transmetteur de pression membrane / T.CHA	pas de signal	arrêt de cycle et selon moment H (fin cuisson)	pas d'alimentation	balise de signalisation panel view détection SAUFI OSCAR	70	généraliser et mettre à jour les schémas dans les armoires	70	Les schémas en place aident l'intervenant dans son diagnostic, et évite la perte de temps en les recherchant en cours de pannes, cependant le gain en temps dépend des compétences de chaque intervenant
électrovanne / G.HYD		échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)		panel view				
thermostat / G.HYD		arrêt de cycle possibilité de H						
panel view / A.ELE	pas d'affichage	arrêt de cycle		visuelle				
transmetteur de pression / C.VID	pas de signal	arrêt de cycle		panel view				

Tableau 27 - Suite de la rubrique des recommandations concernant la documentation.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques
Outillage								
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV	pas de mouvement	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	fuite tuyauterie	visuelle panel view	80	commander des clés à oeil ouvertes et clés à pipe	50	
	course incomplète							
vérin hydraulique SMO / MOUL	pas de mouvement							
	course incomplète							
vérin hydraulique PMS / P.CEN	pas de mouvement							
vérin hydraulique PMI / P.CEN								
Méthodes								
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV	pas de mouvement	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	joint usé au niveau presse étoupe tige	visuelle panel view	100	voir la faisabilité de changer les joints sans démonter le vérin	70	
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV	course incomplète	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	joint du piston usé	visuelle panel view	100	établir un mode opératoire pour la mise en sécurité machine revoir les moyens de manutention (palan ou potence sur CEF)	80	
Organisation								
vérin hydraulique montée/descente du bloc porteur / COUV	course incomplète	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	déréglage des détecteurs	visuelle panel view	147	mettre un régleur machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	49	
vérin hydraulique SMO / MOUL								
pince / P.CHA	tordage	Problème qualité et arrêt machine (maintenance : tordage important)	chocs avec plateau membrane suite au mauvais réglage	visuelle	70		7	
pince / P.DEC								

Tableau 28 - Trois rubriques des recommandations concernant respectivement : l'outillage, les méthodes et l'organisation.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques	
Modification par rajout d'éléments									
vérin hydraulique de serrage / COUV	pas de mouvement	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	échauffement d'huile	visuelle panel view pressostat	70	rajouter une détection supplémentaire : seuil<détection normale, pour une meilleure surveillance mettre en place un filtre par groupe à l'entrée de chaque refroidisseur + faire un nettoyage systématique	1		
vérin hydraulique SMO / MOUL	course incomplète			visuelle panel view					
vérin hydraulique PMS / P.CEN	pas de mouvement								
électrovanne / G.HYD	pas de signal	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	signal erroné de la sonde de température (thermostat)	panel view					
moto-pompe de recyclage / G.HYD	pas de rotation	échauffement d'huile (possibilité de H, arrêt de cycle)	moteur / pompe détérioré	panel view	80				
	échauffement anormal		grippage de la pompe	disjonction manuelle					
	pas de débit	élévation de la température (arrêt cycle)	pompe HS	panel view					
vérin hydraulique de montée / descente potence / P.CHA	pas de mouvement	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	échauffement d'huile	visuelle panel view	70				
vérin hydraulique de montée / descente potence / P.DEC									
vanne de régulation / C.VID	fuite interne	mauvaise régulation (H)	vanne usée	manuelle (échauffement)	100			rajouter une vanne supplémentaire redondante	10
	pas de fonctionnement		vanne usée						
			vanne obstruée						
			vanne grippée						

Tableau 29 - Rubrique des recommandations concernant les modifications par ajout d'éléments.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques		
Préventif										
capteur de position couvercle haute / basse / COUV	signal intempestif	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H cycle anormal	court-circuit sur la ligne de détection	visuelle panel view	90	inspecter le cablage et s'assurer de son bon déroulement	63			
flexible vérin SMO / MOUL	fuite	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	mauvais réglage de pression	visuelle	80	vérification systématique de la pression hydraulique sur pressostat digital (bloc foré) S'assurer du bon déroulement des inspections préventives	7			
membrane / P.CEN	usure	défaut qualité	mauvais assouplissement		visuelle (presse ouverte) panel view	210	application du mode opératoire pour assouplissement membrane	70		
	perçage	défaut de qualité arrêt de cycle	mauvaise qualité des membranes							
	éclatement	pneu H si presse en cuisson danger pour l'environnement	fuite interne sur vannes tout ou rien circuit membrane	visuelle auditive impossibilité d'ouverture presse fin de cuisson car pression membrane	70	application du préventif pour le tableau de chauffe	49			
	capteur BALLUFF de déplacement vérin PMS / P.CEN	signal intempestif	H si position PMS en cote C	capteur dérégulé	visuelle à l'emboitage mesurable	80	application du mode opératoire pour étalonnage capteur former le personnel	40		
sonde de détection de température / T.CHA	pas de signal	cuisson non conforme	sonde détériorée	visuelle panel view prise de mesure	70	application du préventif	28			
	signal erroné			prise de mesure						
mancontact SPM / T.CHA	détection anormale	arrêt de cycle et selon moment H (fin cuisson)	fuite sur le serpentin ou sur la rempe de prise de pression	panel view détection SAUFI					49	
mancontact SPG / T.CHA										

Tableau 30 - Rubrique des recommandations concernant le préventif.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques
Préventif								
électrovanne / T.CHA	fuite	si fuite importante possibilité d'arrêt / retard de cycle	joint usé	auditive manuelle	70	application du préventif	49	
			électrovanne mal fixée					
circuit pneumatique / T.CHA	fuite		flexible percé					
vérin hydraulique de montée / descente potence / P.CHA	pas de mouvement	arrêt de cycle selon moment, possibilité de H	joint presse étoupe usé	visuelle panel view	80		7	
vérin hydraulique de montée / descente potence / P.DEC								

Tableau 31 - Suite de la rubrique des recommandations concernant le préventif.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques
Qualité des éléments								
membrane / P.CEN	perçage	défaut de qualité arrêt de cycle	mancontact(2) HS	visuelle (presse ouverte) panel view	350	changer le type (qualité) des mancontacts (meilleure MTBF) [en cours]	70	
flexible plateaux / T.CHA	fuite	pb de qualité selon degré fuite possibilité arrêt machine	usure prématurée (mauvaise qualité)	visuelle sonore détection SAUFI (baisse T°, si fuite importante) voyon rouge+ balise de signalisation (rouge permanent)	147	revoir la qualité des flexibles (fournisseur)	49	
			usure des joints			remplacer ces types de flexibles par des flexibles sans joints sur toutes les presses (disponibles)		
flexible frette / T.CHA	fuite	pb de qualité selon degré fuite possibilité arrêt machine	usure prématurée (mauvaise qualité)	visuelle sonore détection SAUFI (baisse T°, si fuite importante) voyon rouge+ balise de signalisation (rouge permanent)	147	revoir la qualité des flexibles (fournisseur)		
			usure des joints			remplacer ces types de flexibles par des flexibles sans joints sur toutes les presses (disponibles)		
mancontact SPM / T.CHA	pas de détection	arrêt de cycle et selon moment H (fin cuisson)	HS : détérioré (on ne le règle pas)	panel view détection SAUFI	210	changer le type(qualité) des mancontacts (meilleure MTBF) [en cours]	70	
	détection anormale		membrane usée					
	fuite		HS : détérioré (on ne le règle pas)					
mancontact SPG / T.CHA	pas de détection		membrane usée					
	détection anormale							
	fuite							

Tableau 32 - Rubrique des recommandations concernant la qualité des éléments.

élément / sous ensemble	mode de défaillance	effet	cause	détection	criticité	Recommandations	nouvelle criticité	remarques
Modifications								
vérin hydraulique PMS / P.CEN	course lente	retard de cycle selon moment, possibilité de H	joint sur presse étoupe usé	visuelle	70	étudier l'accessibilité des vérins au niveau de la partie centrale	70	l'accessibilité du vérin réduirait considérablement le temps d'arrêt estimé à 36 h mais resterait probablement au delà de 16 h
membrane / P.CEN	perçage	défaut de qualité arrêt de cycle	contact avec les secteurs	visuelle (presse ouverte) panel view	350	revoir le cycle réchauffe de presse sur l'automate		
			contact avec pinces potences (détection uniquement visuelle)			étudier la possibilité de modifier le plateau membrane (frein sur plateau pour éviter le contact)		
flexible membrane PTFE / P.CEN	fuite	défaut de qualité	mauvaise qualité des flexibles	visuelle	70	étudier la possibilité de mettre des raccords rapides au niveau des deux bouts du flexible étudier l'accessibilité des flexibles PTFE au niveau de la partie centrale	56	
capteur BALLUFF de déplacement vérin PMS / P.CEN	pas de signal	arrêt de cycle selon moment, possibilité H	capteur détérioré	panel view visuelle	100	revoir le perçage de la dalle pour évacuer les fluides et changer les capteurs	50	
	signal intempestif	H si position PMS en cote C		visuelle à l'emboitage mesurable		mettre en place des fiches pour la connection du capteur et l'armoire électrique pour un remplacement rapide		
sonde de détection de température / T.CHA	pas de signal	cuisson non conforme	sonde détériorée	visuelle panel view prise de mesure	70	mettre des fiches (prises) pour faciliter le changement	28	
	signal erroné			prise de mesure				
tuyauterie : rigide + bouteille à sonde de détection de température / T.CHA	obstruction	cuisson non conforme	corrosion	prise de mesure	80	étudier la faisabilité du détartrage de la tuyauterie à moyen terme (5 ans)	60	
tuyauterie rigide / G.HYD	fuite	pollution	absence support tuyauterie pour éliminer les vibrations	visuelle	100	remettre les supports sur les anciennes presses et les mettre sur les nouvelles presses	56	
butée + ralentisseur / P.CHA	cassure	Problème de qualité possibilité de H	mauvais réglage	visuelle pannel view	70	renforcer la butée mettre un réglage machine + inspections systématiques (FAB / qualité)	7	
butée + ralentisseur / P.DEC								

Tableau 33 - Rubrique des recommandations concernant les modifications.