

Année Universitaire : 2021-2022



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Mise en place de la maintenance préventive sur un parc de pompes Facilities

Lieu : AGC KENITRA

Référence : 21 /2022-MGI

Présenté par :

BAOUCH Lahcen

Soutenu Le 20 Juillet 2022 devant le jury composé de :

- **Pr. HAMEDI Lhabib (Encadrant FST)**
- **Mr. BENMOUMENE Mohammed Abdelmalek (Encadrent société)**
- **Pr. ABARKAN Mouna (Examinatrice)**
- **Pr. KAMMOURI ALAMI Salaheddine (examinateur)**

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement, mon encadrant pédagogique HAMEDDI Lhabib, pour avoir accepté de m'encadrer, pour sa disponibilité constante, et ses remarques précieuses. Également Pr. CHAFI Anas coordonnateur du Master Génie Industriel, et toute l'équipe pédagogique qui était chargée de nous enseigner durant ces deux années.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance, et mes plus vifs remerciements à mon maître, BENMOUMENE Abdelmalek Responsable Facilities, un des anciens combattants d'AGC, pour la qualité de son encadrement, accompagnement, et surtout le temps qu'il m'a consacré durant ces 5 mois malgré sa préoccupation.

Aux opérateurs, les leaders gap, les superviseurs, les techniciens, vous avez aussi marqué votre touche dans ce rapport à travers vos informations, votre temps, vos suggestions, vous étiez très serviables et professionnels, je vous remercie infiniment.

Mes amis, je ne vous ai pas oublié, vous étiez toujours à mes côtés pour m'orienter vers le bien et le meilleur, vous m'avez toujours supporté et soutenu, je vous suis très reconnaissant.

Résumé

Pour réaliser une étude structurée de base scientifique, nous avons fait appel à plusieurs méthodes, dont les principales : Pareto ou ABC pour déterminer les pompes critiques et pour déterminer les organes critiques d'un équipement, diagramme pieuvre pour l'analyse fonctionnelle et l'A.M.D.EC pour l'analyse des modes de défaillance.

Notre tâche consiste à classer les pompes critiques et à chercher sur les dossiers techniques de chaque pompe, dresser la feuille d'AMDEC et établir le diagramme de Pareto qui a réparti les éléments de la pompe de plus critique.

Enfin, on a établi un planning de maintenance préventive et créer une application pour une bonne gestion de la maintenance qui permet de calculer les indicateurs de performance : la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité.

Mots clés : Pompe centrifuge, fiabilité, maintenabilité, disponibilité, criticité, Pareto, Pieuvre, AMDEC et planning de maintenance.

Abstract

To carry out a structured study with a scientific basis, we used several methods, the main ones being: Pareto or ABC to determine the critical pumps and to determine the critical organs of an equipment, octopus diagram for the functional analysis and the A.M.D.EC for failure mode analysis.

Our task is to classify the critical pumps and to search on the technical files of each pump, draw up the FMECA sheet and establish the Pareto diagram which has distributed the elements of the most critical pump.

Finally, we established a preventive maintenance schedule and created an application for good maintenance management that allowed us to calculate performance indicators: reliability, maintainability and availability.

Table des matières

Remerciements	1
Résumé	1
Liste des Figures.....	1
Liste des Tableaux.....	1
Liste des acronymes	1
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise.....	2
Introduction	2
1. AGC Class Europe	2
2. Historique	2
3. AGC Automotive Induver Morocco (AAIM).....	3
3.1. Organigramme	4
3.2. Départements de l'entreprise	4
3.3. Produits et clients.....	6
3.4. Processus de fabrication	8
3.4.1. Ligne laminée (Winshield) :	8
3.4.2. Ligne trempée (Backlite & Sidelite) :	8
3.4.3. AVO (Added Value Operation).....	10
4. Problématique.....	11
5. Digramme GANTT	11
Conclusion.....	12
Chapitre 2 : Rappel sur la maintenance et les outils utilisés.....	13
Introduction	13
1. Maintenance	13
1.1. Définition de la maintenance :.....	13
1.2. Les formes de la maintenance :	13
1.3. Différents types de maintenance préventive.....	14
1.4. Les indicateurs de performances	14
1.4.1. La fiabilité :	14
1.4.2. La maintenabilité.....	15
1.4.3. Disponibilité :	15
2. Les outils utilisés	15
2.1. Méthode AMDEC.....	15
2.1.1. Etape 1 : Initialisation :	16
2.1.2. Etape 2 : Analyse fonctionnelle.....	16
2.1.3. Etape 3 : Analyse des défaillances.....	16
2.1.4. Etape 4 : Cotation de criticité	17
2.1.5. Etape 5 : Actions menées :	18

2.2. Diagramme de Pareto	18
Chapitre 3 : Classification des équipements critiques	19
Introduction :	19
1. Méthode de classification d'AGC	19
2. Parc machines	20
3. Circuits hydrauliques	21
4. Analyse Pareto des pompes critiques :	26
Conclusion	29
Chapitre 4 : Etude AMDEC et la création de gamme de maintenance préventive	30
Introduction	30
1. Application de l'AMDEC :	30
1.1. Initialisation de l'AMDEC :	30
1.1.1. Définition de système :	30
1.1.2. Groupe de travail :	30
1.2. Analyse fonctionnelle :	31
1.3. Analyse de la criticité des composants du circuit hydraulique :	32
1.4. Hiérarchisation des organes importants :	34
1.4.1. Calcul des pourcentages cumulés :	34
1.4.2. Diagramme Pareto :	35
1.4.3. Gamme de maintenance préventive d'un système motopompe	35
Conclusion	38
Chapitre 5 : Gestion contrôlée de la maintenance : application en VBA	39
Introduction	39
1. Elaboration de plan de maintenance	39
2. Présentation de l'application	39
2.1. Identification Windows	40
2.2. Fenêtre d'accueil	41
2.3. Afficher Planning	41
2.3.1. Check liste	42
2.3.2. Documentation	42
2.4. Fenêtre d'ajouter intervention	43
2.5. Fenêtre des indicateurs de performance	44
2.6. Fenêtre de l'envoi du rapport	45
2.7. Fenêtre de changement d'équipement	47
Conclusion	47
Conclusion générale	48
Bibliographie	
Annexes	

Liste des Figures

Figure 1 : Domaine d'activité d'AGC	2
Figure 2 : Historique d'AGC	3
Figure 3 : Organigramme du personnel AGC Kénitra	4
Figure 4 : Organigramme de département Facilities	6
Figure 5 : Parebrises	6
Figure 6 : Lunettes arrière	7
Figure 7 : vitres latérales	7
Figure 8 : Cycle de fabrication pare-brise	8
Figure 9 : Cycle de fabrication Vitres latérales et Lunettes arrière	8
Figure 10 : Processus de production	8
Figure 11 : Sérigraphie du verre	9
Figure 12 : Désappairage, lavage, assemblage et dégazage	9
Figure 13 : Collage embase et autoclave	10
Figure 14 : Types de maintenance	13
Figure 15 : La démarche AMDEC	16
Figure 16 : Schéma explicatif d'analyse des défaillances	16
Figure 17 : Courbe ABC	18
Figure 18 : Circuit des pompes primaires et secondaires 5/10 °C	22
Figure 19 : Circuit des Pompes primaires -1/4 et Pompes secondaires -1/4	22
Figure 20 : Circuit des pompes secondaires tour, pompes de refroidissement autoclave, pompes primaires tour et pompe de pulvérisation	24
Figure 21 : Circuit des pompes eau chaude, pompes HP osmoseur, pompes de distribution eau déminéralisé, pompes surpresseur et pompes l'eau brute osmoseur	25
Figure 22 : Diagramme de Pareto des familles des pompes	27
Figure 23 : Dessin d'ensemble de pompe centrifuge WILO	29
Figure 24 : Décomposition fonctionnelle de système	30
Figure 25 : Diagramme pieuvre de moteur électrique	31
Figure 26 : Diagramme pieuvre de la pompe centrifuge	32
Figure 27 : Analyse Pareto des organes du système moto-pompe	35
Figure 28 : Planning des interventions préventives	39
Figure 29 : Les dossiers de l'application	40
Figure 30 : UserForme Identification windows	40
Figure 31 : UserForme Fenêtre d'accueil	41
Figure 32 : Feuille planning	41
Figure 33 : Exemple de check liste	42
Figure 34 : Exemple de documentation	42
Figure 35 : UserForme d'Ajouter l'intervention	43
Figure 36 : Tableau de sauvegarde les interventions déjà effectuée	43
Figure 37 : Rapport d'intervention	44
Figure 38 : Histogramme de Taux de défaillance	44

Figure 39 : Histogramme MTTR	45
Figure 40 : Histogramme Disponibilité	45
Figure 41 : UserForme d'Envoyer rapport	46
Figure 42 : Rapport fin de semaine	47
Figure 43 : UserFoem de changement de l'équipement	47

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Fiche signalétique AAIM.....	3
Tableau 2 : GANTT	12
Tableau 3 : Tableau de criticité.....	17
Tableau 4 : Niveau de criticité et les actions correctives à engager	17
Tableau 5 : Tableau de la méthode de classification d'AGC.....	20
Tableau 6 : Parc pompes	21
Tableau 7 : criticités et pourcentage cumulé.....	26
Tableau 8 : Pièces détachées d'une pompe centrifuge.....	28
Tableau 9 : Décomposition de système.....	30
Tableau 10 : Fonction principale et contrainte de moteur électrique.....	31
Tableau 11 : Fonction principale et contrainte de la pompe	32
Tableau 12 : Feuille d'A.M.D.E.C.....	32
Tableau 13 : Pourcentages cumulées	34
Tableau 14 : Gamme de maintenance préventive	36
Tableau 15 : Outillages	38

Liste des acronymes

AAIM : AGC Automotive Morocco ;

AVO : Added Value Operation ;

PVB : PolyVinyle de Butyral ;

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité ;

MTBF : Mean Time Between Failure ;

MTTR : Mean Time To Repair ;

GEG : Groupe d'Eau Glacée ;

CTA : Centrale de traitement d'air ;

UAP : Unité autonome de production ;

VBA : Visual Basic for Applications ;

Introduction générale

Le secteur automobile a toujours figuré parmi les principales préoccupations de l'industrie marocaine, à travers leurs diverses activités. La fabrication des véhicules nécessite l'eau et l'énergie, et dans le cas de la fabrication de verre. C'est le service Facilities qui prend en charge la distribution de l'eau et de l'énergie selon la demande de l'usine.

Dans le but d'amélioration des performances des équipements Facilities, le responsable Facilities d'AAIM a pris en charge de mettre en place la maintenance préventive sur le parc de pompes. Pour ce faire, ce manuscrit s'articule sur la création de gamme de maintenance et l'élaboration d'un planning de maintenance préventive, en plus d'établir une amélioration aux niveaux technique et informatique.

Le présent rapport comporte 5 chapitres, présentant le détail des travaux qui ont été menés pour implanter, une maintenance préventive.

Le 1er chapitre dressera une présentation générale d'AAIM en tant qu'organisme d'accueil ainsi qu'une description du service Facilities suivi des tâches à effectuer le long de notre projet.

Le 2ème chapitre est destiné à la définition de la maintenance, types et les relations pour calculer les indicateurs de performance (MTBF, λ , MTTR et la disponibilité), ensuite une définition des méthodes que nous avons utilisées.

Le 3ème chapitre comporte une classification des équipements afin d'identifier les équipements critiques et donc de disposer d'un stock de pièces de rechange.

Le 4ème chapitre comporte l'application de la méthode A.M.D.E.C sur le système Motopompe afin de proposer les tâches préventives.

Dans le 5ème chapitre porte sur l'élaboration d'un planning de maintenance et présente une application que nous avons conçue à l'aide de langage VBA Excel. Elle a pour but de créer et d'extraire des check-lists, calculer et afficher les indicateurs de performance (Taux de défaillance, la disponibilité et MTTR) qui en continu afin de faciliter la prise de décisions par le responsable du service Facilities.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise

Introduction

Ce chapitre est consacré intégralement à un aperçu général sur le groupe AGC Automotive Europe, son historique, son organisation générale et ses clients et fournisseur. Il décrit les étapes du processus de fabrication du verre laminé et du verre trempé. De plus, il se focalise en détail sur le département Facilities & utilities.

1. AGC Class Europe

AGC Glass Europe est la branche verrière européenne d'AGC Japon. AGC Glass Europe développe, transforme et commercialise des produits verriers qui sont utilisés dans différents domaines :

- La construction : maisons, immeubles...
- L'automobile : tout type de vitrage, pare-brise...
- Industries spécialisées : transports, électroménager...

Le groupe AGC compte 200 sociétés dans plus de 30 pays. Employant plus de 54.000 personnes, il est centré sur 4 segments principaux :



Figure 1 : Domaine d'activité d'AGC

2. Historique

AGC Glass Europe s'affirme comme l'héritier de la longue tradition verrière belge. Celle qui a notamment vu naître en 1914, grâce au procédé d'étirage d'Emile Foucault, la première fabrication mécanique de verre au monde. Elle influencera l'industrie verrière en supplantant le soufflage à bouche, jusqu'alors universellement employé pour la fabrication du verre à vitres.

L'ensemble de l'historique d'AGC Europe se présente sur la figure suivante :

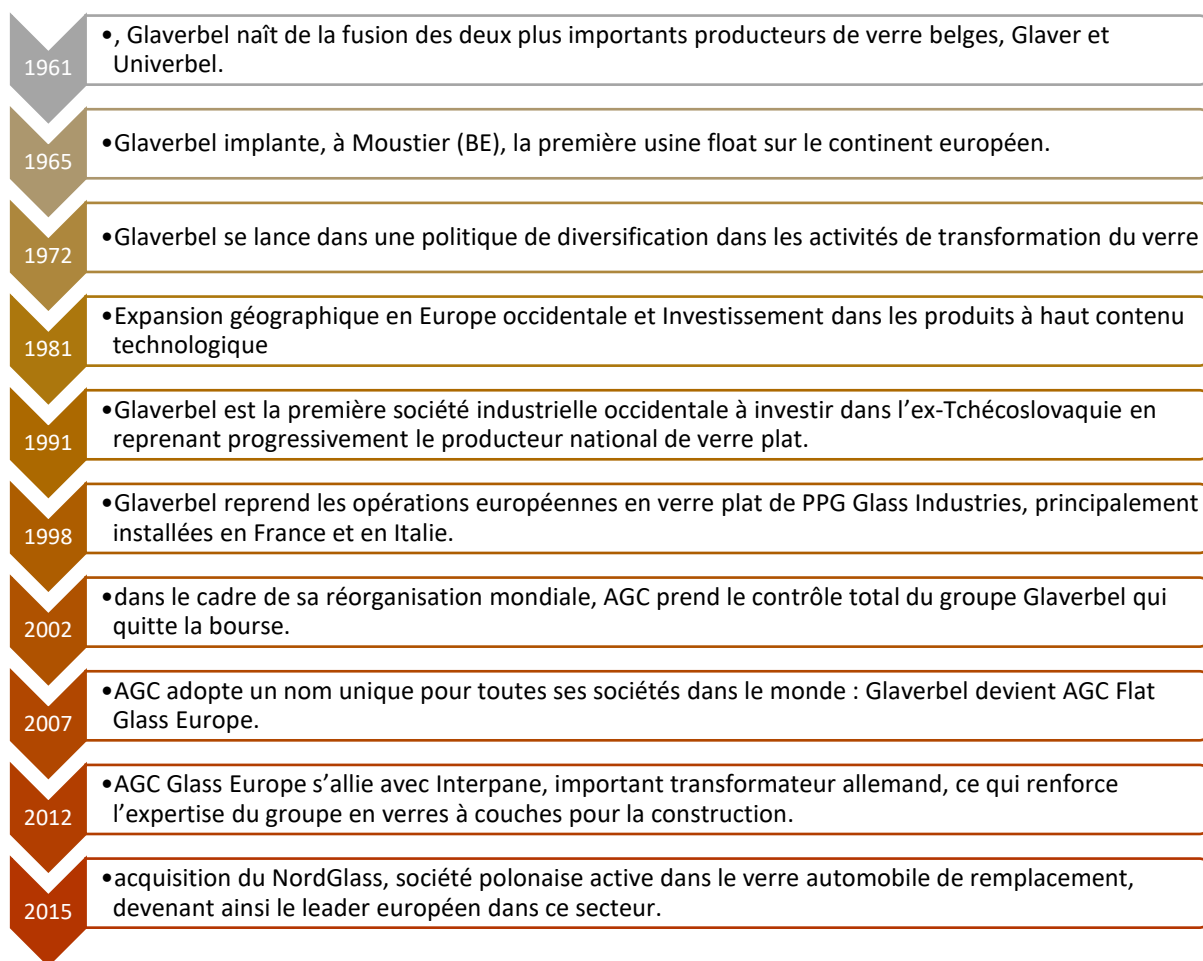


Figure 2 : Historique d'AGC

3. AGC Automotive Induver Morocco (AAIM)

Ce projet d'usine est né de l'accord conclu entre AGC Automotive Europe et Induver, producteur de verre marocain, en vue d'établir une joint-venture pour la production de verre automobile. Cette initiative marque les premières opérations du groupe AGC en Afrique. AGC Automotive Induver Morocco produira du verre trempé pour lunettes arrière et vitres latérales ainsi que du verre feuilleté pour pare-brise. Elle disposera d'une capacité permettant de fournir environ 1.100.000 carsets par an. Elle emploiera alors environ 600 personnes.

Tableau 1 : Fiche signalétique AAIM

Nom de la société	AGC Automotive Induver Morocco
Forme juridique	SARL
Secteur d'activité	Industrie Automobile
Les produits	Lunettes arrière, vitres latérales, pare-brise

Adresse	Atlantic free zone, Km 4 commune Amer Safliia 14 000 Kenitra-Maroc
Année de création	2017
Destination	Le marché mondial
Directeur général	Mr. MOHAMED SLIMANI
Capital	1,18 MDH
Effectif employé	Environ 600 personnes
Superficie	27 000 m ³ dont 8300 m ³ couvertes
Site Web	www.agc.com

3.1. Organigramme

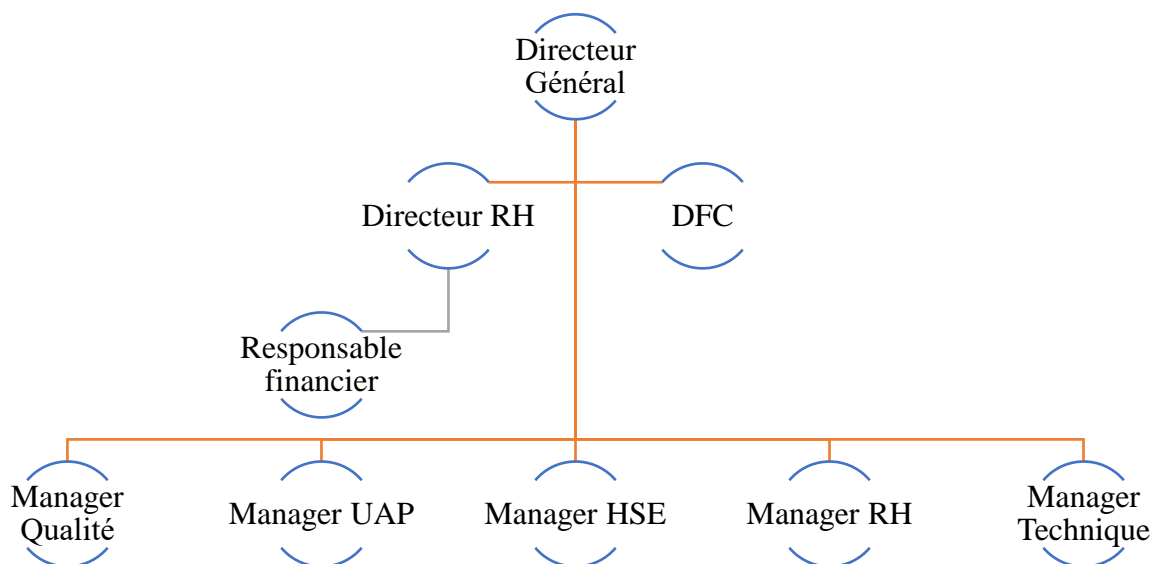


Figure 3 : Organigramme du personnel AGC Kénitra

3.2. Départements de l'entreprise

- **Service « AGC Excellence System »**

Plus connu sous l'abréviation : AES, ce département ou encore « système référentiel » regroupe tous les standards utilisés par AGC. Ce département est donc lié à toutes les autres structures de l'entreprise. Sa principale fonction est d'assurer l'amélioration de la productivité tout en réduisant les coûts.

- **Service financier**

Les personnes responsables de ce département (principalement le comptable) gèrent plusieurs types de factures dont les factures d'import/export de matières premières, de frais généraux et de « non-production » (c'est-à-dire tout ce qui se rapporte à l'entreprise en dehors de la

production). La gestion financière d'AGC se fait à l'aide du logiciel Oracle, et des fichiers Excel.

- **Service Ressources Humaines**

Ce service a pour principale mission le recensement des besoins d'AGC en personnel, la gestion des salaires, l'embauche, la formation et le développement.

- **Service Contrôle de Production & Logistiques (PC&L)**

Le service Logistique est géré par une équipe dont la mission est d'assurer les demandes clients tout en se basant sur le lissage des activités de l'atelier de production. Ils ont également pour mission la gestion des flux des pièces en interne allant de la réception jusqu'à l'expédition. Finalement, ils doivent assurer les approvisionnements des matières premières tout en optimisant les stocks de matières et les coûts de transport.

- **Service de Production**

Le département production regroupe 3 UAP et il est responsable de production feuilletée et trempée plus un atelier AVO. Il est toujours en contact avec le service qualité. Parmi ses tâches : la planification de l'atelier, la prévision des besoins en ressources (machines et opérateurs), la gestion et la fourniture des outils et produits courants nécessaires à la production et l'installation des outillages, appareils et machines nécessaires.

- **Service Qualité**

Ce département est supervisé par un responsable de qualité, un responsable client, un responsable qualité-système et un responsable fournisseur. Le département qualité a pour principal souci la satisfaction des clients, et la minimisation des coûts.

- **Service Développement**

Il prend en charge le développement et l'évolution d'applications informatiques, l'élaboration des solutions fonctionnelles et techniques adéquates, la réalisation des prototypes et l'assurance de la pérennité et l'adaptation des applications.

- **Service maintenance**

Ils sont chargés de toutes les réparations au sein de l'usine afin d'assurer le bon déroulement de la production ainsi que le bon fonctionnement des équipements.

- **Service Facilities**

Mon stage a été effectué au sein de ce département, Il est composé d'un manager Mr H.Elyamani, responsable Mr A.Benmoume et 6 techniciens. Il définit comme l'ensemble des services et prestations liés à la bonne gestion opérationnelle et stratégique de l'entreprise. Ce Service a pour principale mission :

- ✓ Piloter les sous-traitants Facilities pour assurer le bon fonctionnement des machines Facilities
- ✓ Assurer la couverture 24h/24h pour le dépannage et la veille au bon fonctionnement des machines
- ✓ Animer les indicateurs de performance machines Facilities
- ✓ Documenter les interventions correctives
- ✓ Accompagner dans la préparation des investissements et les nouveaux projets
- ✓ Réaliser le programme de maintenance préventive et assurer son animation
- ✓ Préparation des checks liste de maintenance préventive

L'organigramme de département :

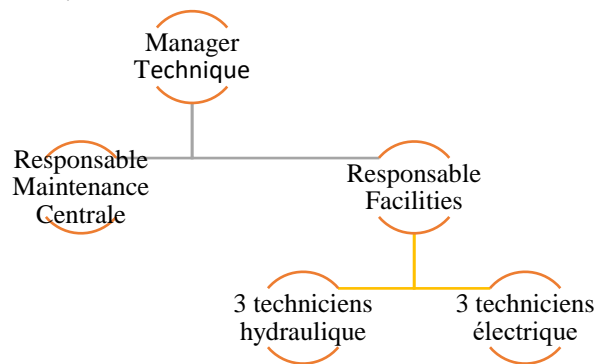


Figure 4 : Organigramme de département Facilities

3.3.Produits et clients

- La société AGC Automotive Kenitra conçoit de composants majeurs du siège automobile à savoir : les parebrises, les lunettes arrière et les vitres latérales.
- Les parebrises (**Winshield**) : C'est un assemblage deux plaques de verre soudées à chaud grâce à une feuille de plastique (le PVB, PolyVinyle de Butyral)



Figure 5 : Parebrises

- Les lunettes arrière (**Backlite**) : La lunette, aussi appelée vitre arrière, est généralement fabriquée en verre trempé. La lunette arrière est équipée d'un essuie-glace et dans tous les cas, le verre est chauffant pour pouvoir dégivrer la glace.



Figure 6 : Lunettes arrière

- Les vitres latérales (**Sidelite**) : Généralement et comme pour la lunette arrière, les vitres latérales de beaucoup de véhicules sont encore constituées de verre trempé.



Figure 7 : vitres latérales

AAIM se lance dans les projets principaux suivants :

Windshield	Vitres latérales	Lunettes arrière
<ul style="list-style-type: none"> • PSA P24 • PSA P21 • RENAULT HJB • PEUGEOT F3 	<ul style="list-style-type: none"> • PSA P24 • PSA P21 • RENAULT HJB • RENAULT BJK • RENAULT KFB • SEAT (SE380) • NISSAN H60 	<ul style="list-style-type: none"> • RENAULT HJB • RENAULT • RENAULT • RENAULT • SEAT 380 • BMW

3.4. Processus de fabrication

3.4.1. Ligne laminée (Winshield) :

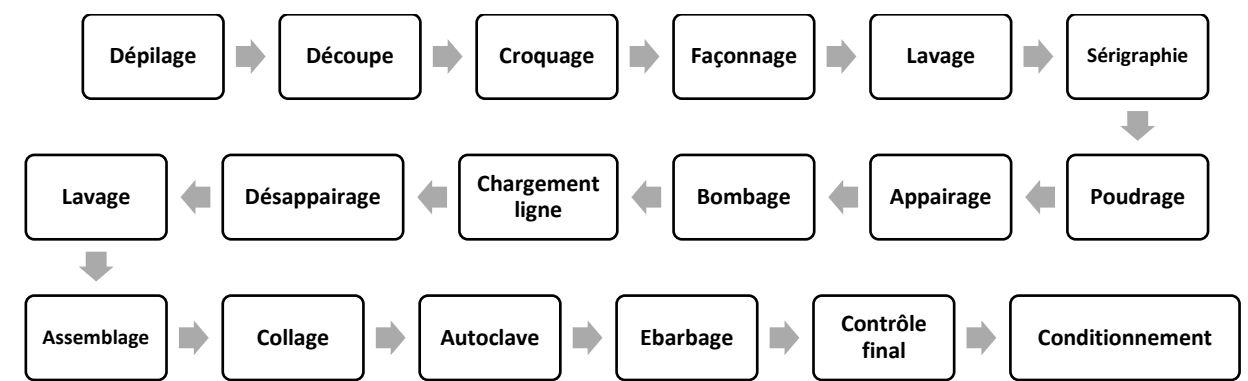


Figure 8 : Cycle de fabrication pare-brise

3.4.2. Ligne trempée (Backlite & Sidelite) :

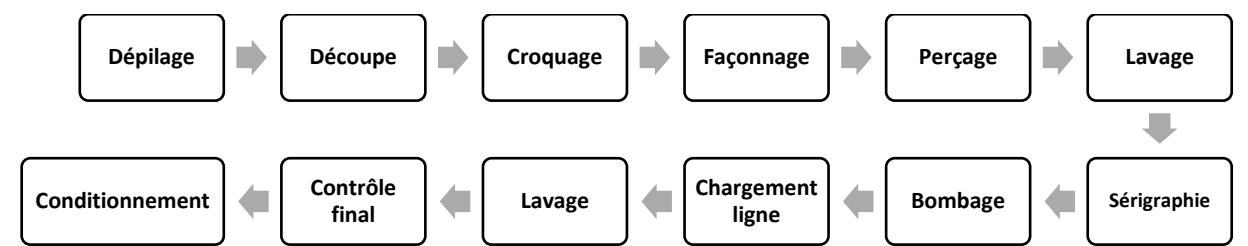


Figure 9 : Cycle de fabrication Vitres latérales et Lunettes arrière

- **Dépilage** : les primitifs (feuilles de verre plats calibrées) seront chargés sur une ligne de production par un robot menu de ventouses aspirantes.
- **Découpe** : découpe de chaque primitif en forme.
- **Croquage** : on sépare la feuille découpée de la chute de verre.
- **Façonnage** : cette étape consiste à supprimer l'arrête coupante de la feuille grâce à des meules diamant avec possibilité de perçage à la demande client

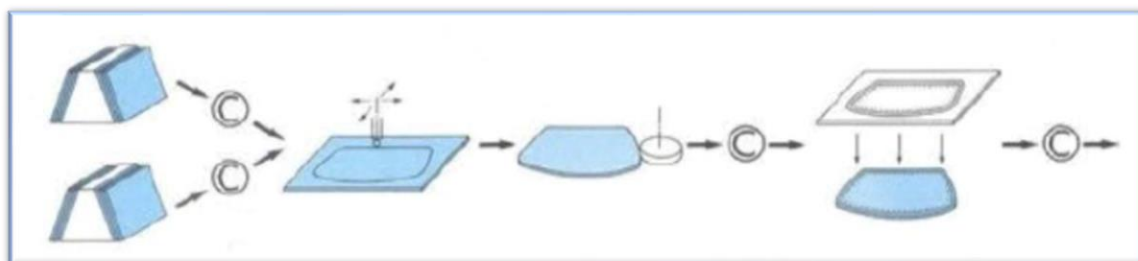


Figure 10 : Processus de production

- **Perçage** : cette opération consiste à faire un trou dans la feuille.

- **Lavage /séchage** : la feuille sera lavée à l'eau de forage ensuite rincée à l'eau déminéralisée puis séchée par passage en soufflerie d'air chaud
- **Sérigraphie** : une solution liquide réalisée par mélange d'email et de medium est déposée à la périphérie de la face 4 du parebrise, elle contribue au design et à la protection du collage sur la carrosserie.

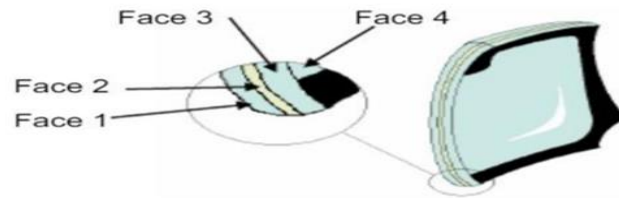


Figure 11 : Sérigraphie du verre

- **Poudrage** : les faces de contact des deux feuilles de verre reçoivent une fine pellicule de poudre à base de carbonate de calcium
- **Appairage** : les deux feuilles de verre sont superposées et appairées précisément par des butées amovibles
- **Dépose de l'ensemble sur squelette** : les deux feuilles appairées sont déposées sur un squelette (moule).
- **Bombage** : au fur et à mesure de la progression du squelette à l'intérieur du four à une température de 600°, le verre monte en température se ramollit et s'affaisse sous l'effet de son propre poids pour venir épouser les formes du squelette.

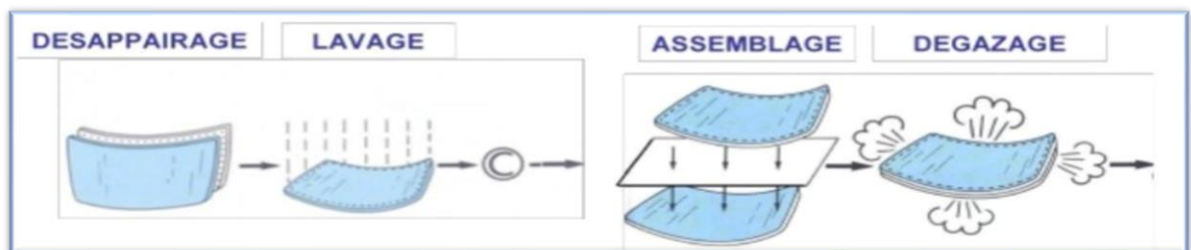


Figure 12 : Désappairage, lavage, assemblage et dégazage

- **Chargement ligne** : les stockeurs mobiles provenant de la ligne four sont placés en entrée de ligne d'assemblage. Les bombés sont ainsi déchargés afin d'alimenter la ligne.
- **Désappairage** : les deux feuilles de verre constituant le bombé sont désappairées automatiquement et déposées à la suite sur le convoyeur de ligne

- **Lavage/séchage /refroidissement** : les feuilles sont lavées ensuite séchées par passage en soufflerie d'air chaud elles sont par la suite refroidies à la température adéquate d'assemblage, avant entrée en salle blanche.
- **Assemblage** : cette étape est réalisée en salle d'assemblage et consiste en l'insertion d'une feuille de plastique « PVB » entre les deux feuilles de verre constituant le parebrise.
- **Mise sous vide et chauffe** : le produit assemblé est introduit dans des poches élastomères qui seront mises sous vide et chauffées à une température proche de 120°.

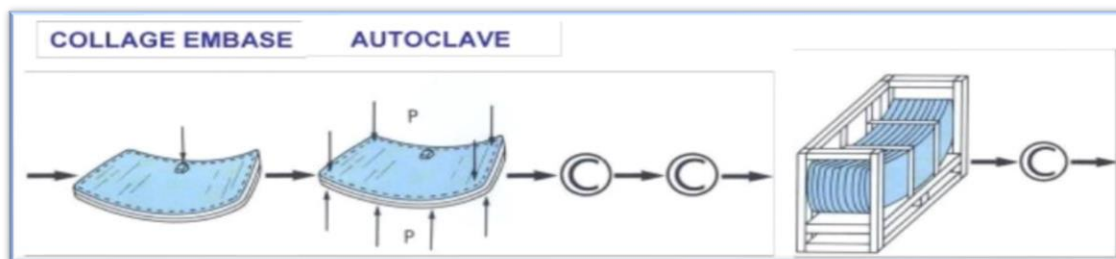


Figure 13 : Collage embase et autoclave

- **Collage embase** : l'application de l'embase rétroviseur est réalisée automatiquement. Celle-ci est collée sur le parebrise par le film de PVB sous l'effet de pression.
- **Autoclave** : l'opération d'autoclavage consiste en une montée en pression et une montée en température puis une descente de température et pression jusqu'à obtention des conditions ambiantes.
- **Ebarbage/contrôle optique** : le débordement de PVB à la périphérie du parebrise obtenu après passage à l'autoclavage est éliminé, pendant ce même temps un contrôle visuel visant à détecter les défauts optiques est réalisé.
- **Contrôle final** : un contrôle d'aspect final est réalisé sur tous les produits. Les éventuels défauts sont détectés lors du passage en tunnel de contrôle sous éclairage spécifique.
- **Conditionnement** : en fin de ligne d'assemblage, les parebrises sont stockés sur containers.

3.4.3. AVO (Added Value Operation)

Comme son nom l'indique, l'AVO est la dernière étape effectuée sur un produit avant de l'envoyer au client. Les opérations effectuées sont diverses mais relativement simples. Elles consistent principalement à coller des joints, ou des spacers mais aussi à appliquer et

à souder des connecteurs ou à coller des pions. De plus ces opérations ne font aussi bien sur des pare – brise que sur des lunettes arrière ou des vitres latérales.

4. Problématique












La mission de ce stage est de créer les gammes de maintenance, d'établir un plan de la maintenance préventive d'un parc de pompes à l'aide de la méthode AMDEC, de trouver les appareils de mesure dont nous avons besoin pour effectuer toutes les tâches et créer une application en Excel VBA pour bien gérer ces tâches. Pour ce faire, il nous a été demandé de :

- ⇒ Décrire le rôle de chaque équipement
- ⇒ Classifier les équipements critiques selon plusieurs critères (effet sur la qualité, quantité...).
- ⇒ Chercher sur les pièces de rechange pour chaque équipement.
- ⇒ Réaliser l'analyse fonctionnelle pour les équipements à l'aide du diagramme pieuvre.
- ⇒ Etude A.M.D.E.C
- ⇒ Créer les gammes de maintenance.
- ⇒ Organiser ces gammes sous forme d'un plan de maintenance préventive.
- ⇒ Chercher sur les appareils de mesure dont nous avons besoin.
- ⇒ Créer une application en Excel (VBA) pour gérer les tâches.

5. Diagramme GANTT

Nous avons décomposé le travail selon plusieurs tâches et pour parvenir à respecter le planning, j'ai fait recours à la méthode GANTT présentée dans le diagramme au-dessous (tableau 2).

Tableau 2 : GANTT

ID	Taches	Début	Fin	NB jours	2022-02-15		2022-04-01		
					2022-02-15	2022-03-01	2022-04-01	2022-05-01	2022-06-01
1	Connaitre l'organisme d'accueil	2022-02-15	2022-02-18	4.0 d.					
2	Comprendre le procédé de fabrication	2022-02-21	2022-02-28	6.0 d.					
3	Comprendre le circuit hydraulique dans l'usine	2022-03-01	2022-03-04	4.0 d.					
4	Extraire les plaques signalétiques des pompes et moteurs	2022-03-08	2022-03-11	4.0 d.					
5	Organisation des réunions avec les membres	2022-03-11	2022-03-16	4.0 d.					
6	Classification des équipements par la méthode d'AGCs	2022-03-18	2022-03-22	2.5 d.					
7	Cherche sur les dossiers techniques de chaque pompes	2022-03-23	2022-04-04	9.0 d.					
8	Étude A.M.D.E.C et création de gamme de maintenance	2022-04-05	2022-05-06	24.0 d.					
9	Élaboration de planning de maintenance préventive	2022-05-09	2022-05-11	3.0 d.					
10	Création d'une application de gestion de la maintenance	2022-05-13	2022-06-17	26.0 d.					
11	Implémentation	2022-06-20	2022-06-22	3.0 d.					

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le groupe AGC, ses différents services, aussi que le processus de fabrication de verre automobile, nous avons également précisé les tâches à effectuer le long de notre projet.

Chapitre 2 : Rappel sur la maintenance et les outils utilisés

Introduction

Dans ce chapitre nous avons représenté un rappel sur la maintenance en général, et donné quelques détails sur les outils utilisés dans notre projet.

1. Maintenance

1.1. Définition de la maintenance :

L'Association Française de la Normalisation AFNOR, définit la maintenance comme étant « L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.[1]

1.2. Les formes de la maintenance :

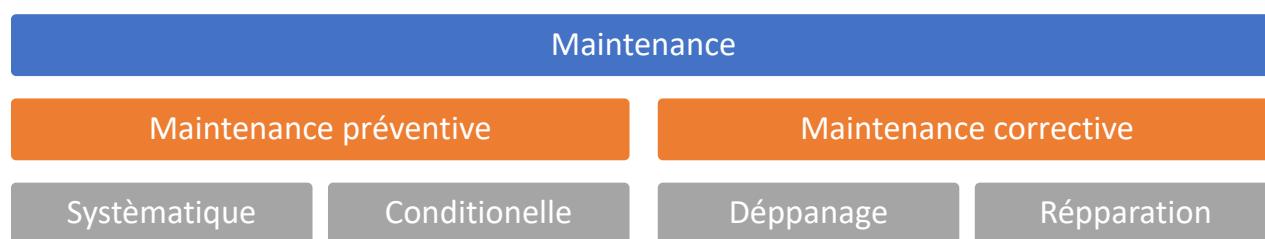


Figure 14 : Types de maintenance

La maintenance corrective est appelée aussi **curative** (terme non normalisé) : une maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

On peut distinguer 2 types d'opérations de maintenance corrective :

- ⇒ Dépannage : C'est une action physique exécutée pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.
- ⇒ Réparation : Actions physiques exécutée pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne

La maintenance préventive exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

Dans la définition de maintenance préventive, nous incluons l'ensemble des contrôles, visites et interventions de la maintenance effectuées préventivement.

- ⇒ La maintenance préventive comprend :

- ⇒ Les contrôles ou visites systématiques,
- ⇒ Les remplacements systématiques,
- ⇒ Les actions et les remplacements effectués à la suite de contrôles ou visites,
- ⇒ La maintenance conditionnelle ou contrôle non destructifs.

1.3. Différents types de maintenance préventive

Maintenance préventive Systématique : La *maintenance préventive* est effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage. Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète.

Conditions d'applications : Cette méthode nécessite la connaissance des comportements du matériel, les usures, les modes de dégradations et le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries (MTBF).

Maintenance préventive Conditionnelle : La *maintenance préventive conditionnelle* est basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue.[2]

1.4. Les indicateurs de performances

1.4.1. La fiabilité :

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné ou « caractéristique d'un bien exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné » (NF X 50-500).

La fiabilité peut se caractériser par la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) qui représente la moyenne des temps entre deux défaillances.

$$MTBF = \frac{\sum \text{Temps de fonctionnement}}{\text{Nombre de périodes de bon fonctionnement}}$$

Indicateurs de fiabilité (Taux de défaillance λ)

Appelé également taux de panne, il est égal à l'unité de temps sur la MTBF :

$$\lambda = \frac{\text{nombre total de défaillances pendant le service}}{\text{duree total de bon fonctionnement}}$$

λ est donc le nombre de défaillances par unité de temps de bon fonctionnement. λ est aussi la probabilité de défaillance du matériel par unité de temps de bon fonctionnement.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

1.4.2. La maintenabilité

Dans les conditions d'utilisation données lesquelles il a été conçu, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits (NF X 60-010)

Indicateurs de la maintenabilité MTTR

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR (Mean Time To Repair) ou encore Moyenne des Temps Techniques de Réparation.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Temps d'interventions pour panne}}{\text{Nombre de pannes}}$$

La maintenabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs comme :

- Facteurs liés à l'équipement : Documentation (Aptitude au démontage ...)
- Facteurs liés au constructeur : Conception (Facilité d'obtention des PdR ...)
- Facteurs liés à la maintenance : Préparation et formation des personnels (Moyens adéquats ...)

1.4.3. Disponibilité :

L'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des condition données, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée (NF X 60-500).

Indicateurs de la disponibilité

C'est une combinaison des deux notions précédentes (fiabilité et maintenabilité). La disponibilité est par définition la probabilité pour que le matériel soit en état d'accomplir une fonction requise.

$$Do = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

2. Les outils utilisés

2.1. Méthode AMDEC

Est une méthode qualitative et inductive qui définit une règle ou une loi à partir de l'expérience : un raisonnement inductif visant à identifier les risques de pannes potentielles contenues dans un avant-projet de produit ou de système, quelles que soient les technologies, de façon à les supprimer ou aux maîtriser. (Norme AFNOR X 60-510 de décembre 1986).[3]

L'AMDEC a pour objectif, dans une démarche inductive rigoureuse, d'identifier les défaillances dont les conséquences peuvent affecter le fonctionnement d'un système et de les hiérarchiser selon leur niveau de criticité afin de les maîtriser. On obtient en sortie l'ensemble

des dysfonctionnements potentiels associés à leur criticité (fréquence d'apparition, gravité des effets et probabilité de détection de la défaillance) ainsi que les plans d'action à mettre en œuvre afin de diminuer la criticité en faisant varier un des trois facteurs.

AMDEC moyen-de-produit : s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure...

Les étapes de la méthode AMDEC :



Figure 15 : La démarche AMDEC

2.1.1. Etape 1 : Initialisation :

- ⇒ Définition de système et des objectifs à atteindre ;
- ⇒ Constitution du groupe de travail ;
- ⇒ Mise au point de supports de l'étude ;

2.1.2. Etape 2 : Analyse fonctionnelle

Le but de l'analyse fonctionnelle est de déterminer d'une manière assez complète les fonctions principales et les fonctions contraintes d'un produit.

- ⇒ FP : sont les fonctions pour lesquelles le système a été conçu, donc pour satisfaire les besoins de l'utilisateur.
- ⇒ FC : répondent aux interrelations avec le milieu extérieur.

2.1.3. Etape 3 : Analyse des défaillances

Il s'agit d'identifier :



Figure 16 : Schéma explicatif d'analyse des défaillances

2.1.4. Etape 4 : Cotation de criticité

Le tableau de criticité est donné par :

Tableau 3 : Tableau de criticité

FREQUENCE : F	
1	1 défaillance maxi par an
2	1 défaillance maxi par trimestre
3	1 défaillance maxi par mois
4	1 défaillance maxi par semaine
NON DETECTION : N	
1	Visite par opérateur
2	Détection aisée par un agent de maintenance
3	Détection difficile
4	Indécelable
GRAVITE (INDISPONIBILITE) : G	
1	Pas d'arrêt de la production
2	Arrêt ≤ 1 heure
3	1 heure < arrêt ≤ 1 jour
4	Arrêt > 1 jour

Le calcul de la criticité se fait, pour chaque combinaison cause / mode / effet, à partir des niveaux atteint par les critères de cotation. La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation.

$$C = F \times G \times N$$

Tableau 4 : Niveau de criticité et les actions correctives à engager

NIVEAU DE CRITICITE	ACTIONS CORRECTIVES A ENGAGER
1 ≤ C < 10 Criticité négligeable	Aucune modification de conception Maintenance corrective
10 ≤ C < 20 Criticité moyenne	Amélioration des performances de l'élément Maintenance préventive systématique
20 ≤ C < 40 Criticité élevée	Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle
40 ≤ C < 64 Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

2.1.5. Etape 5 : Actions menées :

Les actions menées consistent à :

- ⇒ Classer les problèmes rencontrés ;
- ⇒ Proposer l'amélioration ;

2.2. Diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Ce diagramme et son utilisation sont aussi connus sous le nom de « règle des 20/80 » ou méthode ABC.[4]

Pour construire on construit le diagramme de Pareto, il faut :

1. On répartit les données dans les catégories ;
2. Les catégories sont classées dans l'ordre décroissant, puis faire le total des données ;
3. Calculer les pourcentages pour chaque catégorie (fréquence / total) puis calculer les pourcentages cumulés ;
4. Déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique ;
5. Placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche ;
6. Lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés.

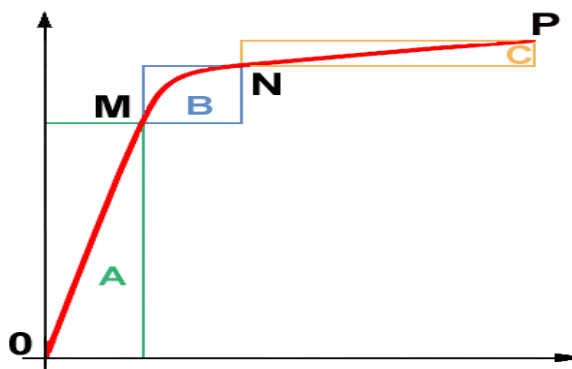


Figure 17 : Courbe ABC

L'intérêt du diagramme de Pareto est de montrer que dans un premier temps il est plus « payant » d'attaquer les premières causes de défauts, plutôt que de chercher à élucider les causes qui n'apparaissent que très rarement. On discrimine aisément les quelques essentiels parmi les nombreux autres.

Chapitre 3 : Classification des équipements critiques

Introduction :

Ce stage de fin d'études s'est déroulé au sein du *local technique utilities* sur un parc de pompes. Dans ce chapitre, nous décrivons plus en détail le circuit hydraulique et on fait l'analyse de Pareto pour classer les équipements les plus risqués selon plusieurs critères. Après avoir les équipement critique, nous avons cherché ses pièces de rechange et son dessin d'ensemble.

1. Méthode de classification d'AGC

Dans le cadre de la volonté de service maintenance au sein de AGC, de classer les équipements et de maîtriser au mieux l'apparition de leurs défaillances.

La notion de la criticité revêt un caractère fondamental en maintenance. Plusieurs méthodes sont utilisées. Pour mesurer la criticité, on a choisi une méthode multicritère qu'était spécifiquement élaborée par AGC AUTOMOTIVE pour bien déterminer les équipements critiques.

Cette méthode consiste à évaluer les critères suivants :

- Effet sur la qualité : **(Effet Qualité)**
 - 0 : Pas de baisse de la qualité ;
 - 1 : Immédiatement ou facilement détectable ;
 - 4 : Baisse de qualité tardive et à peine détectable ;
- Effet sur la quantité : **(Effet Quantité)**
 - 0 : La vitesse de production ne diminue pas ;
 - 1 : La vitesse de production réduite jusqu'à 1/8 ;
 - 2 : Diminution de la vitesse jusqu'à [1/8 ; 1/2] ;
 - 3 : La vitesse de production inférieure à 1/2 au plus ;
- Coût de réparation : **(Coût R)**
 - 0 : 0 €
 - 1 : [1 ; 300] €
 - 2 : [301 ; 2000] €
 - 3 : 2000 € ou plus
- Temps de réparation : **(Temps R)**
 - 0 : Pas de temps nécessaire ;
 - 8 : [0 ; 2] heure ;
 - 9 : [2 ; 8] heure ;
 - 10 : 8 ou plus ;

- Complexité de la réparation : (**Complexité R**)
 - 0 : L'opérateur peut le faire ;
 - 1 : Le technicien de service peut le faire ;
 - 3 : Un expert en maintenance ou sous-traitent ;
- La fiabilité de machine : (**Fiabilité Machine**)
 - 1 : Haute fiabilité ;
 - 2 : Fiabilité moyenne ;
 - 3 : Faible fiabilité ;
- Existence d'une pompe de secours : (**Existence pompe secours**)
 - 0 : Deux pompes ;
 - 1 : Une pompe ;
 - 2 : Pas de pompe ;

Calcul

La colonne somme :

$$\text{Somme} = \text{Complexité R} + \text{Coût R} + \text{Temps R} + \text{EffetQualité} + \text{EffetQuantité}$$

La colonne criticité :

$$\text{Criticité} = \text{Somme} \times \text{Fiabilité} \times \text{Existence pompe Secours}$$

Tableau 5 : Tableau de la méthode de classification d'AGC

Marque	Référence Pompe (Numéro série)	Réf moteur	Désignation	Complexité R	Coût R	Temps R	Effet Quantité	Effet Qualité	Somme	Fiabilité Machine	Existence pompe secours	Criticité
X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Après la définition des critères de classification de l'équipement présentés dans le tableau 5, et pour remplir ce tableau, il faut bien comprendre le circuit hydraulique afin de connaître les équipements impactés par ces pompes, afin de déterminer les membres à affecter à chaque équipement et d'organiser avec eux des réunions dans le but de savoir les impacts et les effets de cet équipement sur la qualité et la quantité de produit.

2. Parc machines

Le local technique utilities dispose de 45 pompes, réparties sur 15 familles qui ont les mêmes Références Pompe et mêmes Références moteur, c'est-à-dire même types et même caractéristiques « débit, puissance et hauteur manométrique »,

Le tableau 6 montre les familles et le nombre de pompes pour chaque famille.

Tableau 6 : Parc pompes

Familles	Nb de pompes
Pompes secondaires 5/10°C	3 pompes en parallèle
Pompes secondaires -1/4	2 pompes en parallèle
Pompes primaires 5/10	3 pompes en parallèle
Pompes primaires -1/4	2 pompes en parallèle
Pompes primaires tour réf (30 /36°)	3 pompes en parallèle
Pompes secondaires tour réf (30 /36°)	3 pompes en parallèle
Pompes de refroidissement autoclave	2 pompes en parallèle
Pompes de pulvérisation tour	2 pompes
Pompes Eau chaude sanitaire	3 pompes en parallèle
Pompe supprimeur	3 pompes en parallèle
Pompes eau brute osmoseur	2 pompes en parallèle
Pompe distribution eau déminéralisée	2 pompes en parallèle
Pompe HP osmoseur	4 pompes
Pompe joker supprimeur	1 pompe
Nettoyage osmoseur	1 pompe

Pour plus d'information concernant les familles des pompes Voir ANNEXE 2.

3. Circuits hydrauliques

⇒ Pompes primaires 5/10 °C

Les 3 pompes primaires 5/10°C pompent et refoulent l'eau dans le ballon (circuit fermé), on utilise pour le refroidissement d'eau par les 2 Groupes Eau Glacée (GEG) 5°C, s'il y a un problème dans cette famille, la température d'eau dans le ballon va augmenter.

⇒ Pompes secondaires 5/10 °C

Les 3 pompes secondaires 5/10°C pompent et refoulent l'eau dans le ballon (circuit fermé), utilisées pour la climatisation, laboratoire, refroidissement des équipements critiques à l'intérieur de l'usine (scanner, CTA « Central de traitement d'air » ...), s'il y a un problème dans cette famille, la production s'arrête.

La figure 18 montre le circuit des pompes primaires et secondaires.

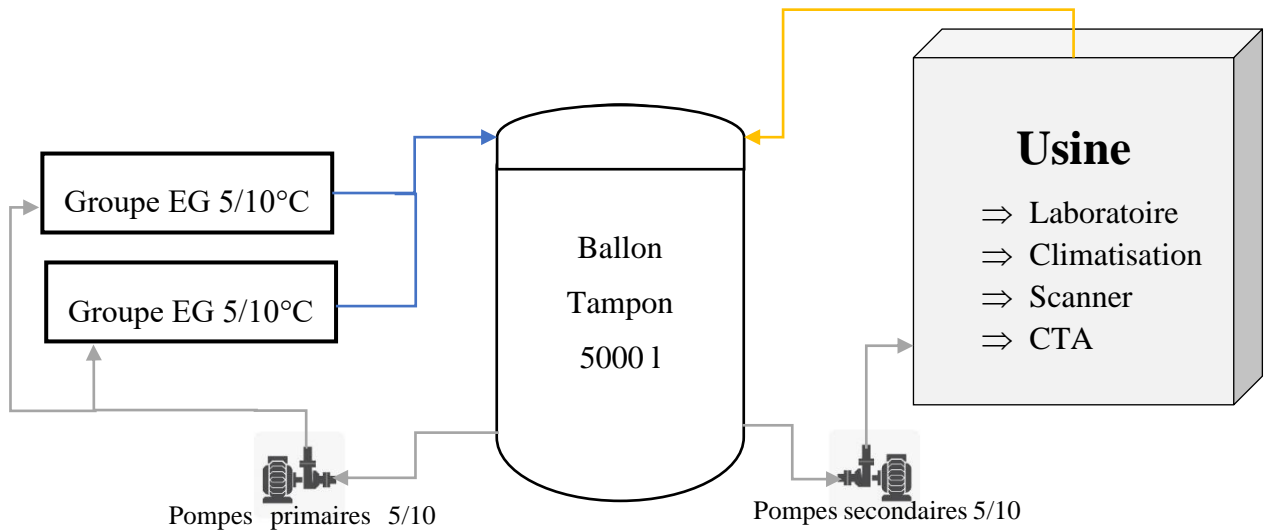


Figure 18 : Circuit des pompes primaires et secondaires 5/10 °C

Dans le ballon il y a un mélange d'eau froide des deux groupes EG⁵, et de l'eau qui sort de l'usine.

⇒ Pompes primaires -1/4 °C

Le rôle et l'intérêt de ces pompes sont les mêmes que les pompes primaires 5/10°C, utilisées pour les 2 groupes EG -1/4.

⇒ Pompes secondaires -1/4 °C

Le rôle et l'intérêt de ces pompes sont les mêmes que les pompes secondaires 5/10°C. La différence est que ces pompes sont utilisées pour salle blanche et le table PVB (une table contenant des feuilles de plastique « PVB » et dont la température ne doit pas dépasser 3 °C). La figure 19 montre le circuit des deux familles primaire et secondaire -1/4.

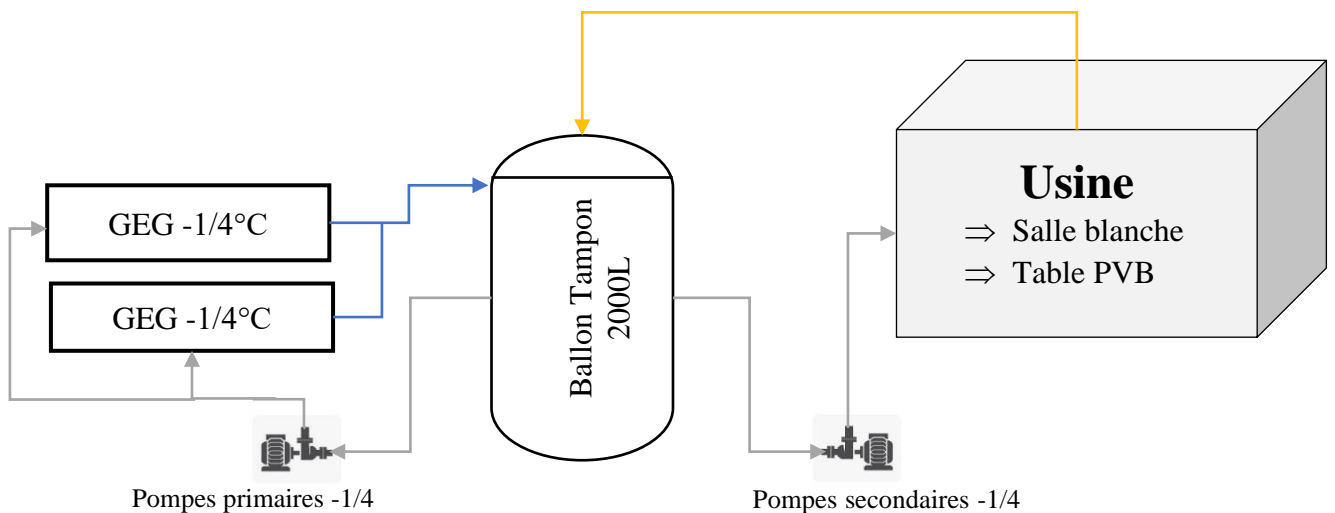


Figure 19 : Circuit des Pompes primaires -1/4 et Pompes secondaires -1/4

⇒ Pompes primaires tour réf (30 /36°)

Le rôle des 3 pompes primaire tour réf 30°C/36°C est de pomper l'eau dans la Bâche d'eau chaude vers les 2 tours de refroidissement (BAC) pour le refroidissement d'eau et la refouler vers la bâche d'eau froide.

⇒ Pompes secondaires tour réf (30 /36°)

Les 3 pompes sont pompées l'eau dans la Bâche d'eau froide et refoulée à la Bâche d'eau chaude, les 3 pompes servent à refroidir les 4 condenseurs (2 GEG 5°C et 2 GEG -1°)

⇒ Pompes de refroidissement autoclave

Les 2 pompes sont pompées l'eau dans la Bâche d'eau froide vers l'autoclave et refoulés vers le Bâche d'eau chaude, le cycle d'autoclave est divisé en deux parties, une partie si l'échauffement d'autoclave est utilisé dans ce cas une pompe pour le refroidir le moteur de l'autoclave et la seconde partie si de refroidissement d'autoclave dans ce cas les 2 pompe sont utilisées.

⇒ Pompes de pulvérisation tour

Nous avons deux tours de pulvérisation et chaque tour à une pompe qui fait tourner l'eau dans le tour (circuit fermé) pour le refroidissement de l'eau avec les ventilateurs.

La pompe de pulvérisation est un composant des tours de Refroidissement.

La figure 20 montre le circuit des 4 familles.

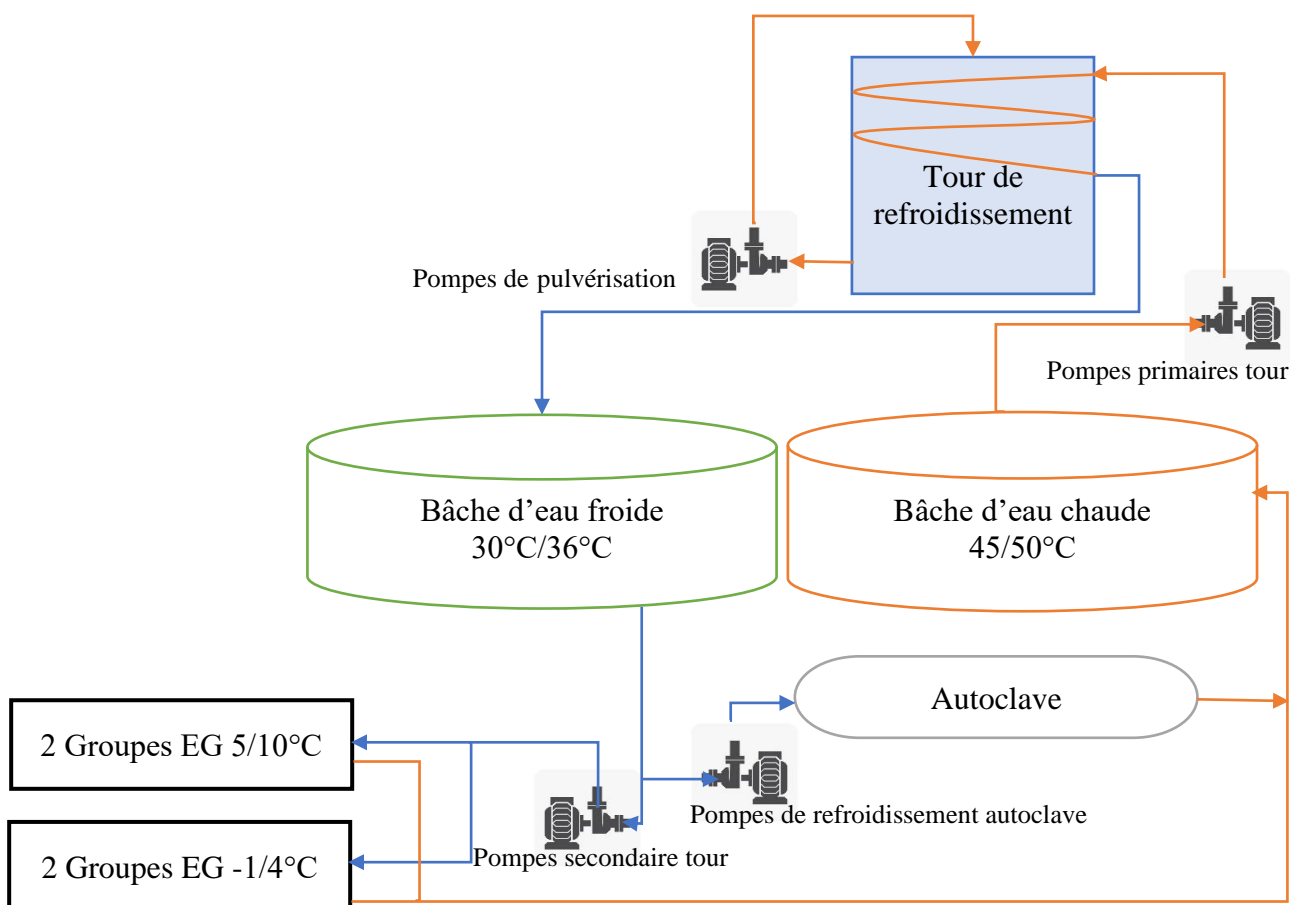


Figure 20 : Circuit des pompes secondaires tour, pompes de refroidissement autoclave, pompes primaires tour et pompe de pulvérisation

⇒ Pompes Eau chaude sanitaire

Les 3 pompes sont pompées de l'eau dans le bas de ballon eau chaude sanitaire vers la pompe à chaleur air/eau et refoulées en haut du ballon eau chaude sanitaire, le rôle est de maintenir le ballon en haute température.

⇒ Pompes suppresseur

Les 3 pompes sont pompées de l'eau dans le réservoir d'eau de ville et refoulées vers les osmoseurs, Eau chaude sanitaire, l'administration etc.

⇒ Pompes distribution eau déminéralisé

Les 2 pompes sont pompées de l'eau dans le réservoir d'eau déminéralisée vers les machines à laver.

Si la machine à lavée n'atteint pas la quantité d'eau nécessaire, c'est-à-dire le débit de ses pompes insuffisant, la machine à laver s'arrête donc la production s'arrête.

⇒ Pompes HP osmoseur

Nous avons deux osmoseurs et 2 pompes pour chaque osmoseur, ses pompes sont pompées de l'eau dans les filtres vers les membranes d'osmoseur et refoulées dans réservoir d'eau déminéralisée,

⇒ Pompes eau brute osmoseur

Les deux pompes sont pompées de l'eau dans le ballon « stock eau brute osmoseur » vers les filtres,

Le ballon est stocké le router des machines à la vie pour faire le recyclage d'eau déminéralisée.

⇒ Nettoyage osmoseur

Cette pompe est rarement utilisée, son rôle est de nettoyer les membranes des osmoseurs.

⇒ Pompe joker surpresseur

Cette pompe est actionnée si la demande en eau potable est inférieure à l'utilisation d'une pompe surpresseur.

La figure 21 montre le circuit de traitement d'eau déminéralisée et d'eau chaude sanitaire

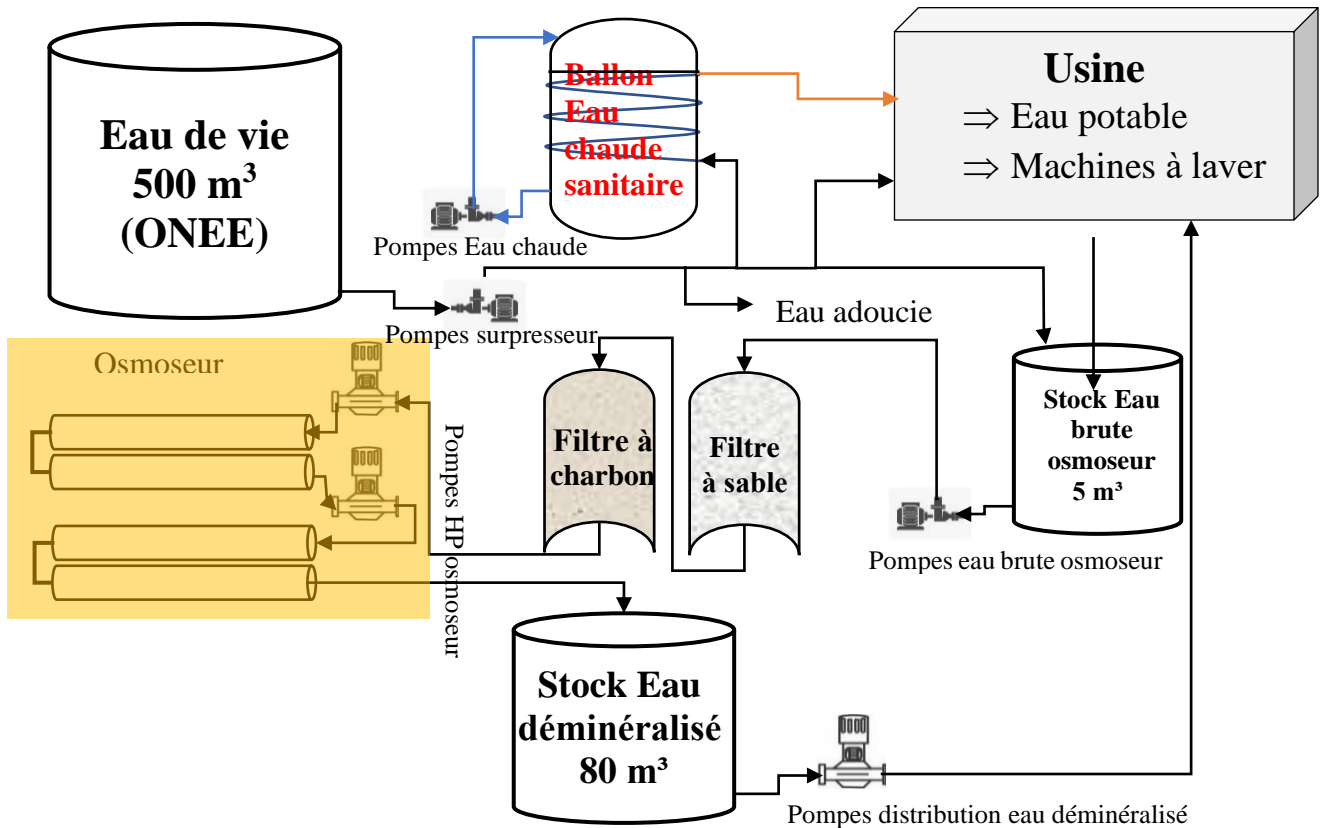


Figure 21 : Circuit des pompes eau chaude, pompes HP osmoseur, pompes de distribution eau déminéralisé, pompes surpresseur et pompes l'eau brute osmoseur

Voir ANNEX 2

Après avoir pris connaissance du circuit hydraulique, nous avons complété le tableau (ANNEXE 1) à travers des réunions avec Gap Leader de salle blanche, Gap Leader d'autoclave, Gap Leader de machine à lavé, responsable de laboratoire et responsables sérigraphe et les technicien et responsable Facilities.

Parmi les questions posées :

- Quel est l'impact de débit sur les machines ?
- Quel est l'impact de débit sur la qualité de verre ?
- Combien de temps pour faire la réparation pour chaque pompe ?
- Qui fait la réparation ?
-

4. Analyse Pareto des pompes critiques :

Dans cette analyse, les familles sont classées en ordre décroissant selon leur criticité (colonne 13 dans le tableau (ANNEXE 1)).

Le tableau 7 présente les familles de pompes et leurs criticités et pourcentage cumulés

Tableau 7 : criticités et pourcentage cumulé

Désignation	Criticité	Cumule	%
Pompes refroidissement autoclave	36	36	12,37113
Pompes de pulvérisation tour	34	70	24,05498
Pompes HP osmoseur	28	98	33,67698
Pompes secondaire 5/10 °C	22	120	41,23711
Pompes supprimeur	21	141	48,45361
Pompes secondaire -1/4 °C	21	162	55,6701
Pompes distribution eau déminéralisé	17	179	61,51203
Pompes primaire 5/10 °C	17	196	67,35395
Pompes primaire -1/4 °C	17	213	73,19588
Pompes secondaire tour réf	17	230	79,0378
Pompes primaire tour réf	15	245	84,19244
Pompe joker supprimeur	14	259	89,00344
Pompes eau brute osmoseur	12	271	93,12715
Pompes Eau chaude sanitaire	10	281	96,56357
Nettoyage osmoseur (CIP)	10	291	100

Nous présentons pour le parc une classification des familles selon leur criticité à l'aide de l'analyse Pareto. La figure 22 représente la courbe Pareto des résultats obtenu dans le tableau 7 :

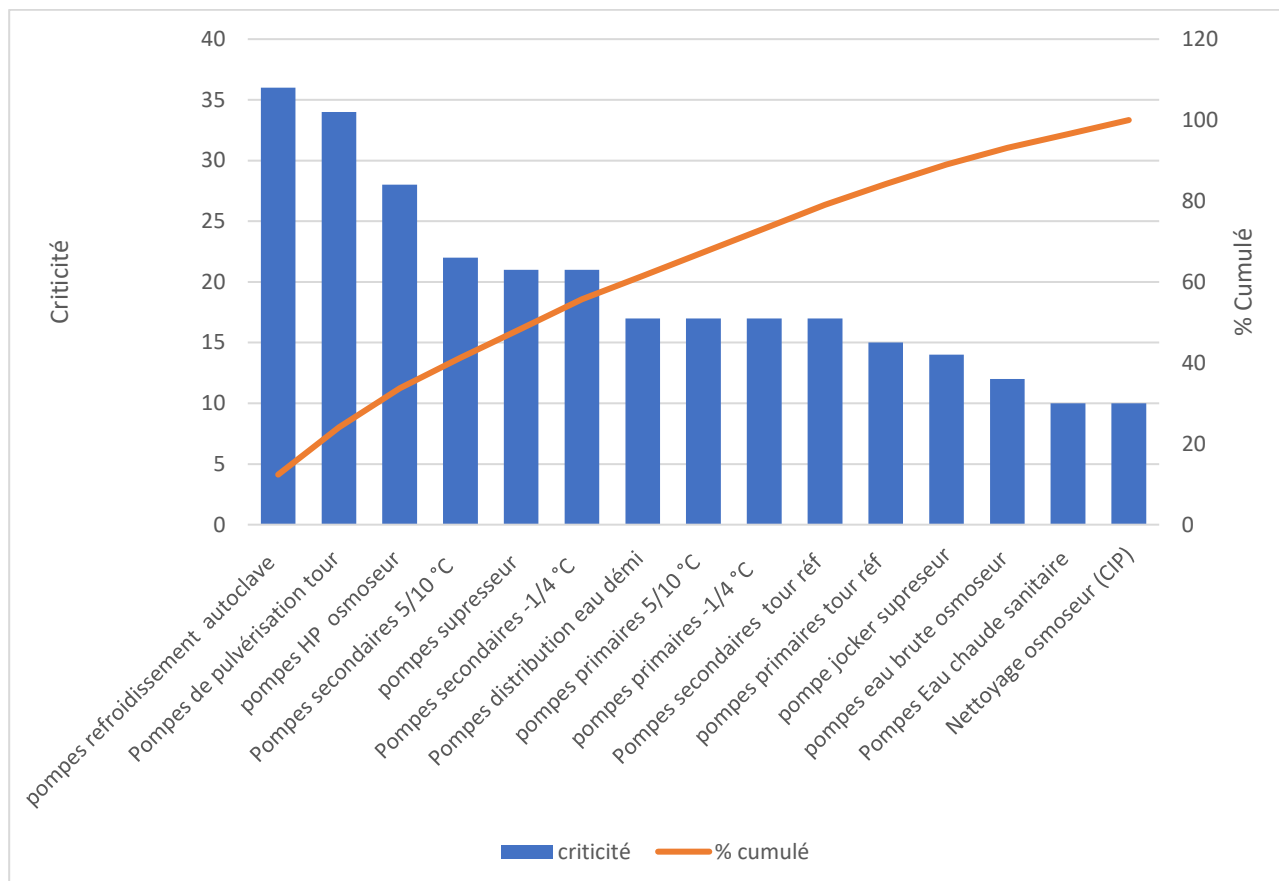


Figure 22 : Diagramme de Pareto des familles des pompes

D'après le résultat de l'analyse Pareto, on retient que les familles de classe A sont :

- Pompes refroidissement autoclave
- Pompes de pulvérisation tour
- Pompes HP osmoseur
- Pompes secondaire 5/10 °C
- Pompes supprimeur
- Pompes secondaire -1/4 °C
- Pompes distribution eau déminéralisé
- Pompes primaire 5/10 °C
- Pompes primaire -1/4 °C
- Pompes secondaire tour réf
- Pompes primaire tour réf

Ainsi, pour toutes ces pompes nous cherchons les pièces détachées avec la référence de chaque pièce et un dessin d'ensemble sur le site des constructeurs (WILO, Baltimore et Grundfos).

Exemple

Le tableau 8 montre un exemple de liste de pièces détachées d'une pompe centrifuge de type WILO.[5]

Tableau 8 : Pièces détachées d'une pompe centrifuge.

Figure	Référence	Description	Quantité
1	2106246	CORPS DE POMPE NL150/250 KIT	1
1.1		CORPS DE POMPE NOS 150-250	1
1.2	2094625	JOINT PLAT 262X274X1 VP.	1
2	2100527	ROUE NL150/250 GG KIT	1
1.2	2094625	JOINT PLAT 262X274X1 VP.	1
2.1		ROUE FONTE NOS 150-250	1
2.2	2104526	ECROU M24X2 VP.	1
3	2104251	ARBRE SERIE35 NL KIT	1
2.2	2104526	ECROU M24X2 VP.	1
3.1		ARBRE COMPLET NOS SERIE 35	1
3.2	2160968	Clavette C 8X7X64-112 VP.	1
3.3	2153110	Clavette C 10X8X65-112 VP.	1
4	2096313	KIT roulement à billes	1
4.1A		Roulement à billes	1
4.1B		Roulement à billes	1
4.2	2104422	DEFLECTEUR SERIE35 NL VP.	1
4.3	2104426	JOINT EN V SERIE35 NL (2 PIÈCES)	1
5	2098080	CORPS DE PALIER SERIE35 NL VP.	1
6	2104256	COUVERCLE DE PALIER SERIE35 NL VP.	1
7	2104255	GRILLE DE PROTECTION SER.35 NL(2 PIÈCES)	1
8	2104310	BEQUILLE 140X53X208 NL KIT	1
8.1		BEQUILLE NOS 140X53X208	1
8.2	2104317	VIS M10X20 ISO4017 6.8 VP.	1
8.3	61689	RONDELLE-CONTACT-10MOY-10,2X22,25X1,6-AC	1
9	2104411	KIT garniture mécanique	1
1.2	2094625	JOINT PLAT 262X274X1 VP.	1
2.2	2104526	ECROU M24X2 VP.	1
4.2	2104422	DEFLECTEUR SERIE35 NL VP.	1
9.1		Garniture mécanique	1
9.2	2106272	ENTRETOISE 48x28 SERIE35 NL VP.	1
10	2106225	FOND BOITE G.M.NL150/250 VP.	1
14	2106206	VIS M12X35 ISO4017 6.8 (8 PIÈCES)	1
15	2104315	VIS M10X25 ISO4762 8.8 ZN (4 PIÈCES)	1
16	2104316	VIS M6X15 (4 PIÈCES)	1
18	2162489	Moteur B3 22/4/180 3~400V PTC IE3 VP.	1

		Pièces de rechange moteur : sur demande	1
19	4122089	KIT-ACC-S/SPACER-B125-D32D48-WILO	1
20	2100579	PROTECT.D'ACCOUPLM.T35 (NL) KIT	1

La figure 23 montre le dessin d'ensemble d'une pompe centrifuge type WILO.

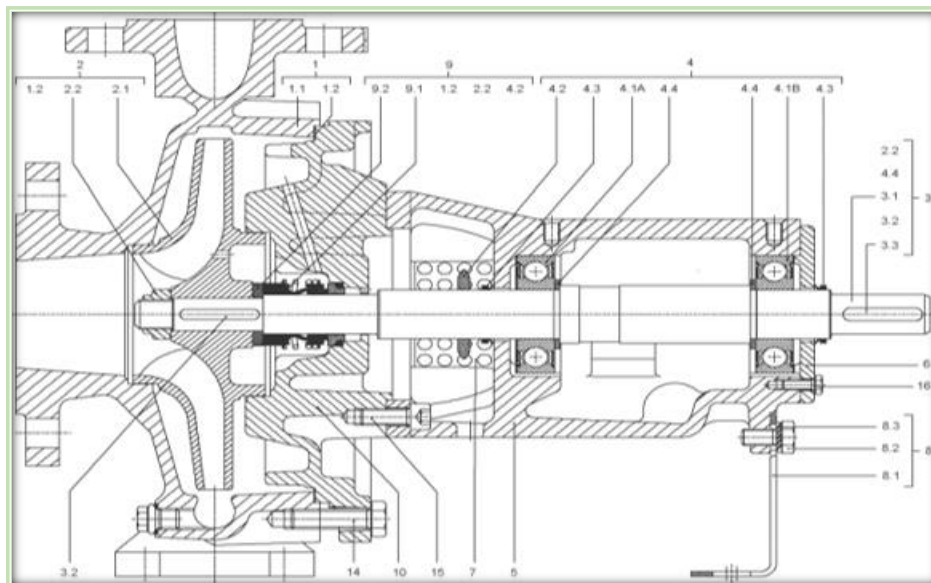


Figure 23 : Dessin d'ensemble de pompe centrifuge WILO

Conclusion

Afin de chercher les pièces de rechange pour les équipements critiques, nous avons rappelé la méthode de classification d'AGC et donné plus de détails sur les circuits hydraulique afin de déterminer les pompes critiques.

Chapitre 4 : Etude AMDEC et la création de gamme de maintenance préventive

Introduction

Dans ce chapitre nous allons réaliser l'étude A.M.D.E.C pour déterminer les organes critiques afin de proposer des actions préventives et la périodicité de chaque action pour établir un planning de maintenance préventive du parc.

1. Application de l'AMDEC :

1.1. Initialisation de l'AMDEC :

Nous allons effectuer une analyse A.M.D.E.C sur une pompe, dont les résultats vont être généralisés pour toutes les autres pompes installées dans le local technique.

1.1.1. Définition de système :

Les pompes centrifuges sont des appareils qui permettent de transporter les fluides par conversion d'énergie électriques en énergie hydraulique. Dans un premier temps on divise le système en 3 sous-systèmes :



Figure 24 : Décomposition fonctionnelle de système

Chaque sous-système est décomposé jusqu'aux organes les plus élémentaires

Tableau 9 : Décomposition de système

Moto-pompe	Pompe	Arbre
		Roue
		Garnitures Mécanique
		Diffuseur
		Corps
	Moteur électrique	Rotor
		Stator
		boite à bornes
		Roulement
	Accouplement	Clavette

1.1.2. Groupe de travail :

Le groupe de travail de l'étude AMDEC était constitué par :

- Mr BAOUCH Lahcen : Stagiaire ;
- Mr ES-SAIDI Mohamed : Technicien hydraulique ;

- Mr AABID Ali : Technicien hydraulique ;
- Mr OULMALEH Ayoub : Technicien électrique ;

1.2. Analyse fonctionnelle :

Le diagramme pieuvre permet de définir les liens (c'est-à-dire les fonctions de service) entre le système (sous-système) et son environnement.

La figure 25 présente le diagramme pieuvre de moteur électrique :

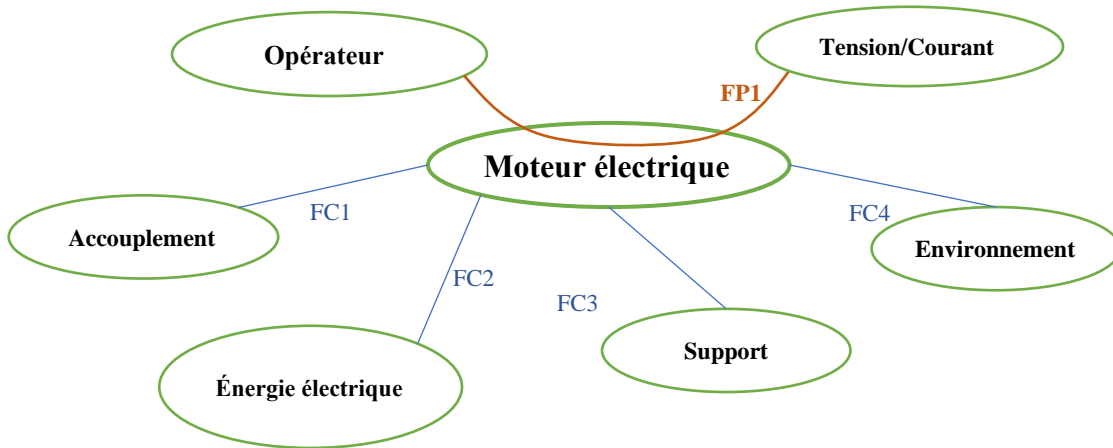


Figure 25 : Diagramme pieuvre de moteur électrique

Le tableau 10 montre les fonctions principales et contraintes de moteur électrique

Tableau 10 : Fonction principale et contrainte de moteur électrique

FP1	Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation
FC1	S'adapter à l'accouplement
FC2	Être alimenté en énergie électrique
FC3	Être stable sur un support
FC4	Supporter la température du milieu extérieur

La figure 26 présente le diagramme pieuvre de la pompe :

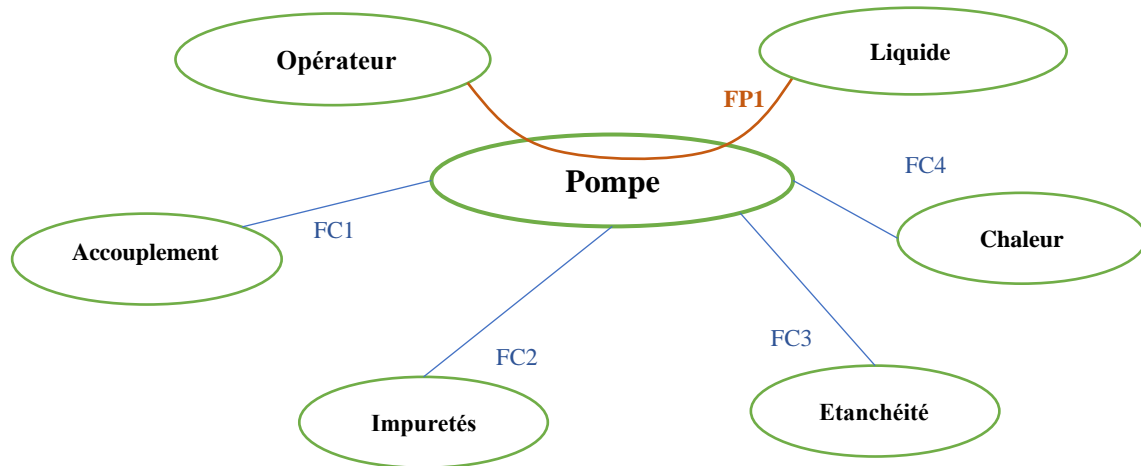


Figure 26 : Diagramme pieuvre de la pompe centrifuge

Le tableau 11 montre les fonctions principales et contraintes de la pompe

Tableau 11 : Fonction principale et contrainte de la pompe

FP1	Transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique
FC1	S'adapter l'arbre d'accouplement
FC2	Rigidité contre les impuretés
FC3	Empêcher les impuretés de pénétrer dans le mécanisme
FC4	Garder le mécanisme à une température ambiante

1.3. Analyse de la criticité des composants du circuit hydraulique :

Tableau 12 : Feuille d'A.M.D.E.C

Date de l'analyse :	AMDEC MOYEN DE PRODUCTION ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ						Phase de fonctionnement : Fonctionnement Normal			
	Système : Motopompe						Criticité			
Sous-système	Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	F	G	D	C
Moteur	Boite à bornes	Assure l'alimentation du moteur	Etanchéité	Défaut d'isolement, Vibration	Arrêt de la pompe	Visuel	1	4	3	12
	Rotor	Faire tourner l'arbre	Usure ou fissure	Augmentation de la température	Arrêt de moteur	Visuel	1	4	3	12

			Rupture d'une bague du rotor	Vibration excessive et vieillissement	Arrêt de moteur	Visuel				
	Stator	Guider et supporter le rotor	Echauffement	Défaut d'isolement	Arrêt de moteur	Par mesure	1	4	3	12
	Ventilateur	Refroidir le moteur	Usure, Casse	Balourd	Échauffement de moteur	Par mesure	1	2	1	2
Pompe	Arbre	Transmission du mouvement	Déformation	Défaut de montage Mauvaise lubrification Surcharge	Arrêt de la pompe	Par mesure	2	4	1	8
	Garnitures Mécaniques	Assure l'étanchéité de la pompe, éviter les fuites du liquide à l'extérieur	Usure des joints	Cavitation Mauvaise qualité d'eau	Débit insuffisant Arrêt de la pompe	Visuel	4	4	1	16
	Diffuseur	Mettre en mouvement l'eau	Usure	Cavitation	Fonction dégradé	Visuel	1	3	1	3
	Corps	Prendre le liquide	Fonction dégradée	Usure des bagues d'usure corps-avant et arrière	Chute de débit	Visuel	1	3	1	3
	Joint	Eviter les fuites	Fuite externe	Usure par le temps	Arrêt potentiel	Visuel	1	4	2	8
	Roue	Donner une vitesse au liquide	Usure Rupture	Efforts très élevés Cavitation	Diminution de débit Arrêt de la pompe	Par mesure	4	4	2	32
	Clavette	Permet l'entraînement en rotation un élément récepteur à partir d'un élément moteur	Rupture Matage	Surcharge Fatigue Désalignement Déformation	Mauvaise transmission Dégradation de fonctionnement de la pompe	Visuel	3	2	1	6
Moteur et pompe	Roulement à billes	Supporter et guider en rotation l'arbre de transmission	Echauffement	Mauvais montage ou mauvaise lubrification	Echauffement Blocage de rotor	Par mesure	4	3	2	24
			Grippage	Mauvaise lubrification ou durée de vie expirée						
Motopompe	Palier	Guidage en rotation	Vibration	Défaut de roulement	Vibration	Par mesure	1	4	2	8
			Usure des paliers	Jeu anormale	Échauffement	Par mesure				

	Accouplement	Assurer la liaison entre l'arbre de la boîte à palier et celle du moteur	Vibrations Fissure ou cassure	Vieillessement de l'accouplement Défaut d'alignement	Bruit Arrêt potentiel	Visuel Par mesure	2	3	2	12
Circuit hydraulique	Clapet-anti retour	Il permet le passage de l'eau dans un seul sens	La pompe tourne mais aucune eau n'est évacuée	Clapet monté en inverse Clapet coincé	Diminution de pression, Faible débit	Visuel	2	4	2	16

1.4. Hiérarchisation des organes importants :

Nous avons utilisé le diagramme de Pareto, c'est un moyen simple pour classer les organes les plus critiques.

1.4.1. Calcul des pourcentages cumulés :

Dans cette analyse, les organes sont classés en ordre décroissant selon leur criticité.

Le tableau suivant présente la criticité et pourcentage cumulé des organes de la pompe centrifuge.

Tableau 13 : Pourcentages cumulés

Organe	Criticité	Cumulé	% cumulé
Roue	32	32	18,3908046
Roulement à billes	24	56	32,18390805
Garnitures Mécaniques	16	72	41,37931034
Clapet-anti retour	16	88	50,57471264
Boîte à bornes	12	100	57,47126437
Rotor	12	112	64,36781609
Stator	12	124	71,26436782
Accouplement	12	136	78,16091954
Arbre	8	144	82,75862069
Joint	8	152	87,35632184
Palier	8	160	91,95402299
Clavette	6	166	95,40229885
Diffuseur	3	169	97,12643678
Corps	3	172	98,85057471
Ventilateur	2	174	100

1.4.2. Diagramme Pareto :

Voici le diagramme Pareto qui représente la classification des organes selon leur criticité.

La figure 27 représente la courbe Pareto :

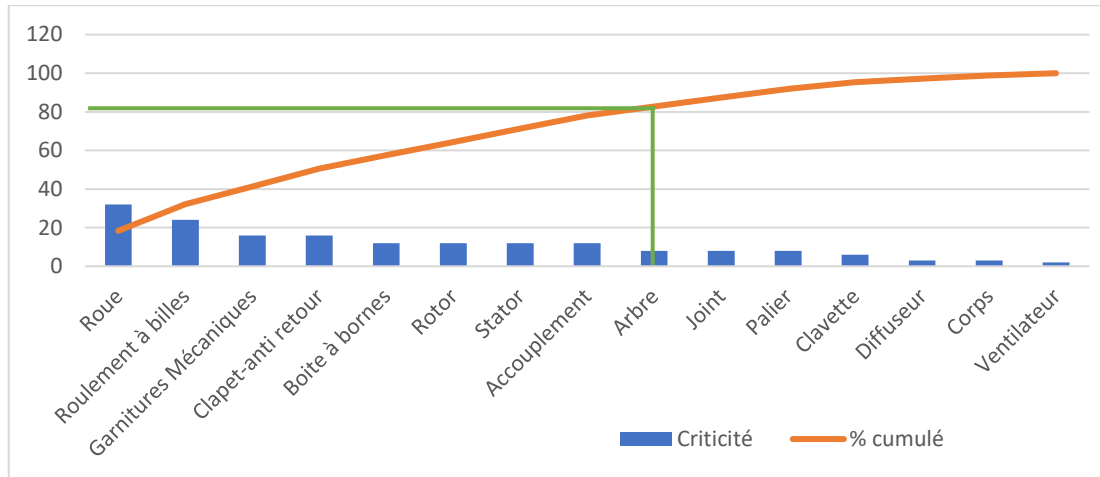


Figure 27 : Analyse Pareto des organes du système moto-pompe

D'après le résultat de l'analyse Pareto nous retenons les organes de la classe A (ayant 80%) :

- Roue
- Roulement à billes
- Garnitures Mécanique
- Clapet-anti retour
- Boite à bornes
- Rotor
- Stator
- Accouplement
- Arbre

1.4.3. Gamme de maintenance préventive d'un système motopompe

Il s'agit d'une liste d'actions préventives dans le but est :

- D'indiquer les différents points de contrôle et de vérification à faire lors d'une intervention ;
- De préciser les ressources et les outils nécessaires à la bonne exécution de l'intervention.

Les différentes sources qui nous aident à définir les actions de maintenance sont :

- ⇒ Les documents techniques de constructeurs (WILO, Grundfos, BAC...);
- ⇒ Les recommandations des constructeurs ;
- ⇒ Les rapports de sous-traitances ;
- ⇒ L'expérience du membre du service Facilities ;

Les périodes de contrôle et d'inspection préventives proposées sont les suivantes :








- J : Travaux à réaliser chaque jour ;
- H : Travaux à réaliser chaque semaine ;
- M : Travaux à réaliser chaque mois ;
- T : Travaux à réaliser tous les 3 mois ;
- S : Travaux à réaliser tous les 6 mois ;
- A : Travaux à réaliser tous les 12 mois.

Tableau 14 : Gamme de maintenance préventive

Gamme de maintenance préventive										
Libellé opération	Périodicité							Observations Outillage spécifique	Remarques	
	J	H	M	T	S	A	Autres			
Vérifiez l'absence de fuites									Visuellement	
Touchez avec la main le corps de palier pour en vérifier la température et vibration.										
Vérifier la pression										
Vérifiez le serrage des boulons de fixation.									Clé à douille	
Vérifier que la garniture de la pompe est intacte										La remplacer au besoin
Assurez-vous de l'absence d'éraflures sur l'arbre ou sur le manchon.										
Vérifiez l'alignement de la pompe et du moteur.									Outil d'alignement, FLUKE 830	Le réaligner au besoin
Contrôle Clapet anti-retour										
Contrôle Niveau horizontal										
Contrôle Manchette Anti-vibratiles										

Différents outils doivent être à la disposition des techniciens pour assurer les actions illustrées dans le tableau précédent (tableau 14). Le tableau 15 regroupe les instruments, leur rôle ainsi que les plages de mesure et les références.[6]

Tableau 15 : Outillages

Instrument	Rôle	Plage de mesure	Photo	Réf	Prix
Multimètre avec pince	Mesurer les paramètres électrique	600V		SKU:FLK374FC	470,00 €
Caméra thermique FLIR T620	Mesurer la température Fuites Canalisations	-40 °C à 650 °C		55901-2303	
Testeur de vibration Fluke 805 FC	Testeur de vibration pour vérification de machines			FLUKE-805 FC	2 650,8
Contrôleur d'isolement 1KV Chauvin Arnoux CA 6522	Mesurer la résistance d'isolement	10 V à 1 kV. La dynamique de mesure d'isolement va jusqu'à 200 GΩ		P01140822	608,4
Solvant diélectrique	Nettoyage des bobines				6,05€/l 28,90 €/5l
Clé à douille	Fixation des boulonneries de fondation				18,93
Outil d'alignement d'arbres par laser, FLUKE 830	Test et Mesure d'alignement motopompe			FLUKE 830	9 019

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé l'étude A.M.D.E.C d'équipement Motopompe et nous avons identifié les organes critiques afin de proposer les actions préventives et la périodicité de chaque tâche en indiquant les outils nécessaires à sa réalisation. Ceci afin d'élaborer un programme de maintenance préventive (chapitre 5).

Chapitre 5 : Gestion contrôlée de la maintenance : application en VBA

Introduction

Dans ce chapitre, nous avons établi un planning de maintenance basé sur un planning de sous-traitants que nous déjà, et créons une application de la gestion de la maintenance sur Excel et en appliquant le langage VBA.

1. Elaboration de plan de maintenance

Dans le chapitre 4 nous avons proposé des tâches préventives avec la périodicité de chaque tâche (Tableau 14), et on a le planning de sous-traitants (voir le tableau ANNEXE 3), qui donne la date de la dernière intervention de sous-traitance effectuée sur chaque équipement (la colonne D de figure28).

Nous avons réalisé dans une feuille Excel un planning de maintenance préventive qui permet de donner pour chaque semaine les équipements nécessitant des interventions :

- **Trimestrielle** : chaque 3 mois après la dernière réparation de sous-traitants (colonne D)
- **Semestrielle** : chaque 6 mois après la dernière réparation de sous-traitants (colonne D)
- **Annuelle** : chaque 12 mois après la dernière réparation de sous-traitants (colonne D)

Trimestrielle Semestriel Annuellement		Semaine	44	45	46	47	48	49
Designation	N° pompe ou (Numéro série)	Date de dernier prév						
Pompe secondaire 5 10 °C	N°1	janv-22						
Pompe secondaire 5 10 °C	N°2 (650338879)	févr-22						
Pompe secondaire 5 10 °C	n°(121211111)	déc-21						
Pompe primaire 5 10 °C	N°1 (650338895)	avr-22						
Pompe primaire 5 10 °C	N°2 (650338897)	déc-21						
Pompe primaire 5 10 °C	N°3	déc-21						
Pompe secondaire -1 4 °C	N°1	déc-21						
Pompe secondaire -1 4 °C	N°2 (650338902)	févr-22						
Pompe primaire -1 4 °C	N°1 (650338877)	mai-22						

Figure 28 : Planning des interventions préventives

2. Présentation de l'application

Cette application sera installée sur le PC situé dans le local technique, elle va être utilisée par les techniciens Facilities pour extraire des checks liste, les pièces de rechange avec référence, saisir les interventions effectuées pour garder une traçabilité des équipements. Les indicateurs

de performance sont affichés en temps réel permettant de prendre une décision sur les équipements.

Le dossier de notre application se compose de 4 sous-dossiers, la figure 29 montre l'organisation des sous-dossiers.

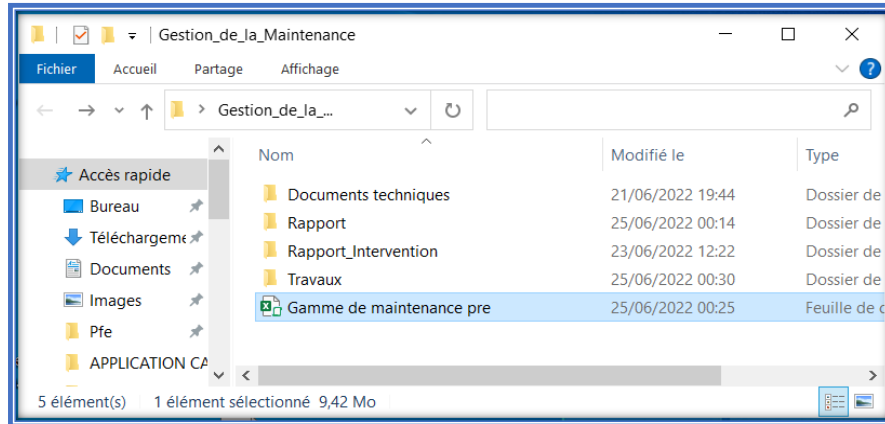


Figure 29 : Les dossiers de l'application

- ⇒ Dossier 'Documents technique' pour stocker les dossiers techniques des équipements ;
- ⇒ Dossier 'Rapport' pour stocker tous les rapports 'PDF' envoyés par e-mail au responsable ;
- ⇒ Dossier 'Rapport_Intervention' pour stocker tous les rapports des interventions réalisées ce forme 'PDF'.
- ⇒ Dossier 'Travaux' pour stocker tous les checks liste.
- ⇒ Fichier Excel 'Gestion de maintenance pré' est l'application

2.1. Identification Windows

Userform *Identification windows* est la première fenêtre du fichier Excel qui s'affiche directement à l'ouverture du classeur, cette fenêtre a pour objectif d'insérer un nom d'utilisateur et le mot de passe,

La figure 30 représente la fenêtre Identification windows.



Figure 30 : UserForme Identification windows

2.2. Fenêtre d'accueil

La page d'accueil constitue un Userform pratique pour le choix :



Figure 31 : UserForme Fenêtre d'accueil

2.3. Afficher Planning

Dans la page d'accueil appuyait sur le bouton *Afficher planning préventive*.

Ce bouton nous permet d'accéder à la feuille de planning qui contient plusieurs boutons, soit pour extraire des checks liste ou pour voir des documentations.

La figure 32 montre la feuille de planning de la maintenance préventive.

AGC KENITRA		<input type="button" value="<<<"/> <input type="button" value="Aujourd'hui"/> <input type="button" value=">>>"/>		Semaine						
Documentation		Feuille des travaux préventifs		45	46	47	48	49	50	51
Router UserFoem		Designation	N° pompe ou (Numéro série)	Date de dernier prév						
Trimestrielle Semestriel Annuellement	Pompe secondaire 5 10 °C	N°1	janv-22							
	Pompe secondaire 5 10 °C	N°2 (650338879)	févr-22							
	Pompe secondaire 5 10 °C	n°(121211111)	déc-21							
	Pompe primaire 5 10 °C	N°1 (650338895)	avr-22							
	Pompe primaire 5 10 °C	N°2 (650338897)	déc-21							
	Pompe primaire 5 10 °C	N°3	déc-21							
	Pompe secondaire -1 4 °C	N°1	déc-21							
	Pompe secondaire -1 4 °C	N°2 (650338902)	févr-22							
	Pompe primaire -1 4 °C	N°1 (650338877)	mai-22							
	Pompe primaire -1 4 °C	N°2 (650338876)	juin-22							

Figure 32 : Feuille planning

2.4. Fenêtre d'ajouter intervention

Si nous avons changé un organe ou la machine est tombée en panne, on doit remplir cette feuille (figure 35).

Figure 35 : UserForme d'Ajouter l'intervention

Rapport d'intervention

Après d'avoir rempli la feuille (figure 35), les données enregistrées sur cette feuille vont être placées directement vers le tableau qui se trouve sur la documentation (Figure 36) 'ce qui permet de garder la traçabilité'.

date d'installation	N°1 (650338879)	N°2 (650338879)	N°3 (650338879)	TYPE	N° série	date	Designation de pièce	temps de rép	Ramarque
01/01/2018					N°1	06/01/2021	X	192	X
	Nb total(N°1) Somm (N°1)					X	X		X
	1	192		MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Planchette à bornes M12	96	GENERAL ELECTROMECHANICS
	Nb total(N°2) Somm (N°2)			MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Confection "EPDM" join de boîte à bornes	2	GENERAL ELECTROMECHANICS
	0	0		MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture, graissage "Lth" et pose rit avant et arrière 6314 C3	6	GENERAL ELECTROMECHANICS
	Nb total(N°3) Somm (N°3)			MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture et pose joint d'arbre de oalier VA85	2	GENERAL ELECTROMECHANICS
	2	216		POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture, graissage "Lth" et pose rit avt et arr 6308 2RS/C3	6	GENERAL ELECTROMECHANICS
				POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Remplacement turbine	7	GENERAL ELECTROMECHANICS
				POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture et pose 2 joints d'arbre VAA0	2	GENERAL ELECTROMECHANICS
				POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture et pose les de plate élastiques d'accouplement	120	GENERAL ELECTROMECHANICS

Figure 36 : Tableau de sauvegarde les interventions déjà effectuée

Ensuite, le rapport d'intervention (figure 37) s'affiche, qui est enregistré dans le dossier 'Rapport_Intervention' sous format PDF.

A		B		C		D		E		F	
AGC KENETRA			Rapport d'Intervention			N°		3			
Désignation de pompe :											
Date d'intervention :		16/06/2022		Nature de l'intervention							
durée de l'intervention :				Electrique				Hydraulique			
				Mecanique							
Pièces ou éléments remplacés											
Désignation						Référence					
Page 1											
Compte rendu de l'intervention											
Essais effectués				oui				non			

Figure 37 : Rapport d'intervention

2.5. Fenêtre des indicateurs de performance

Sur cette application nous avons trois types des indicateurs de performance :

⇒ Taux de défaillance

La figure 38 représente l'historique de taux de défaillance λ :

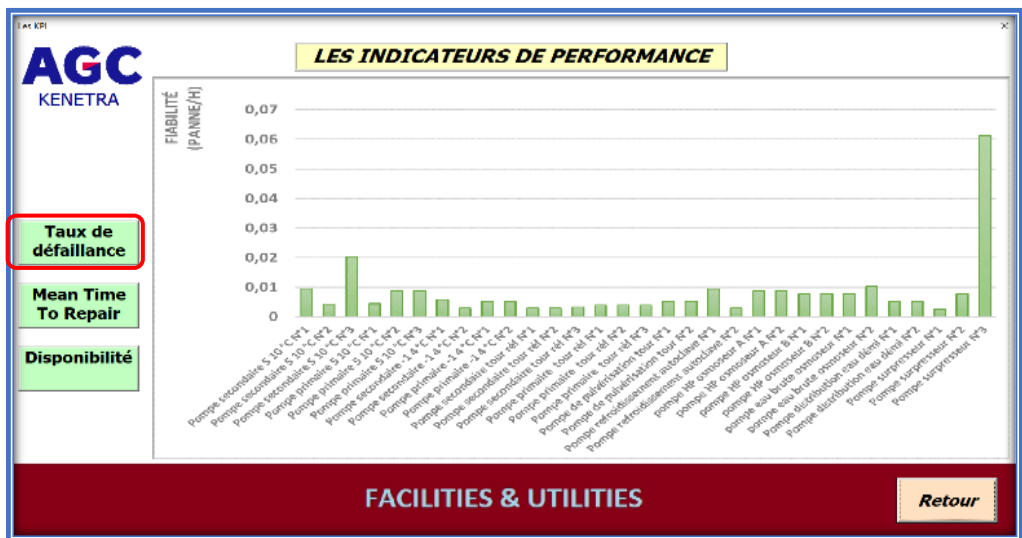


Figure 38 : Histogramme de Taux de défaillance

⇒ MTTR

La figure 39 représente l’histogramme du temps moyen de réparation MTTR.

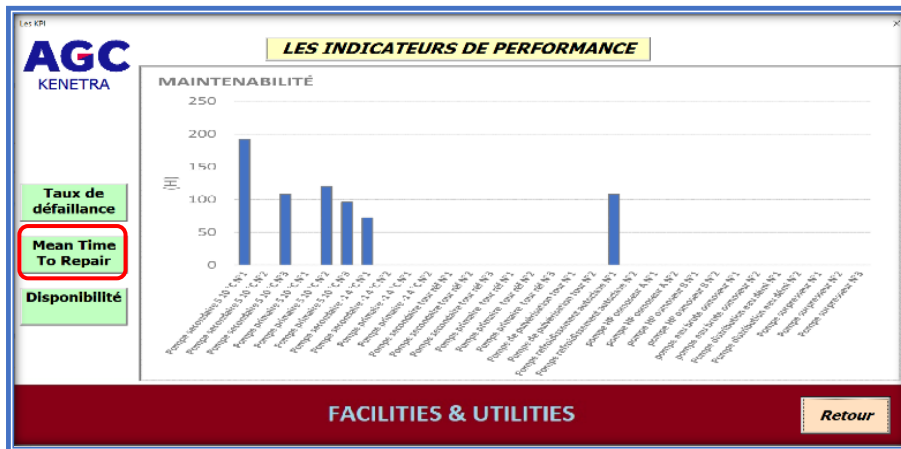


Figure 39 : Histogramme MTTR

⇒ Disponibilité

La figure 40 représente l’histogramme de disponibilité.

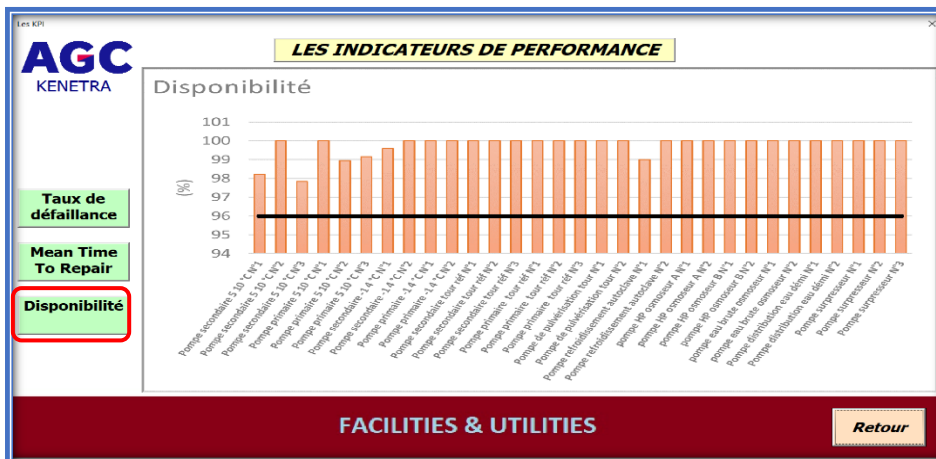


Figure 40 : Histogramme Disponibilité

Ces indicateurs de performance permettent de faire un suivi sur l’état des équipements. Ils sont affichés sous forme d’un histogramme.

Le calcul de ces indicateurs de performance change automatiquement (si nous avons ajouté une intervention).

2.6. Fenêtre de l’envoi du rapport

A la fin de chaque semaine les techniciens doivent envoyer un rapport sur les équipements qui ont fait l’objet de la maintenance préventive.

Sur cette fenêtre (figure 41), les techniciens doivent sélectionner les cases à coché des pompes qui ont fait l'objet d'une maintenance.

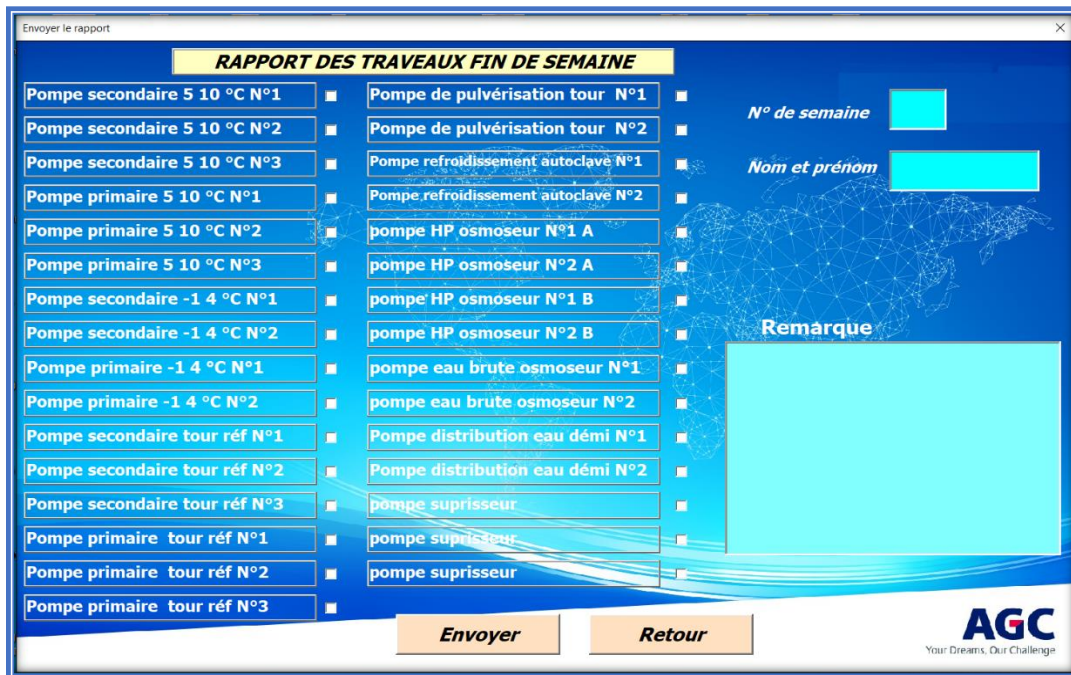


Figure 41 : UserForme d'Envoyer rapport

Cette fenêtre permet d'établir le rapport sous format PDF (figure 42) sera envoyée par email au responsable Facilities.

Sur ce rapport, le responsable peut connaitre les équipements maintenus (case rouge), ainsi la date d'envoi du rapport et le nom de technicien expéditeur de rapport.

AGC		Rapport de fin de la Semaine : 27	
Nom technicien : ALI		Date : 16/06/2022	
Les équipement qui nous avons entretenus cette semaine sont :			
Designation			
1	Pompe secondaire 5 10 °C N°1		
2	Pompe secondaire 5 10 °C N°2 (650338879)		
3	Pompe secondaire 5 10 °C N°3 (650338878)		
4	Pompe primaire 5 10 °C N°1 (650338895)		
5	Pompe primaire 5 10 °C N°2 (650338897)		
6	Pompe primaire 5 10 °C N°3		
7	Pompe secondaire -1 4 °C N°1		
8	Pompe secondaire -1 4 °C N°2 (650338902)		
9	Pompe primaire -1 4 °C N°1 (650338877)		
10	Pompe primaire -1 4 °C N°2 (650338876)		
11	Pompe secondaire tour réf N°1 (650338882)		
12	Pompe secondaire tour réf N°2 (650338883)		
13	Pompe secondaire tour réf N°3 (650338881)		
14	Pompe primaire tour réf N°1		

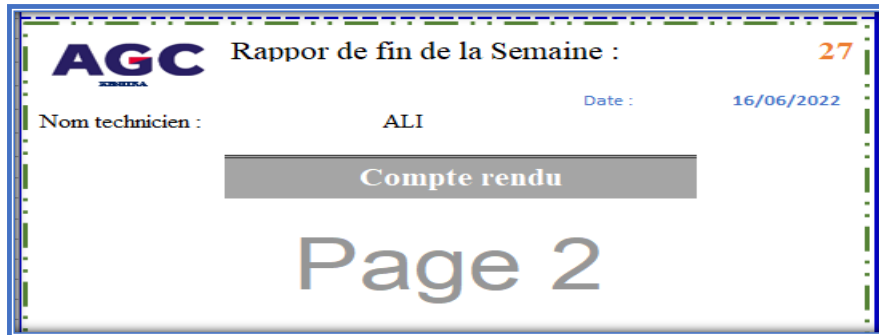


Figure 42 : Rapport fin de semaine

2.7. Fenêtre de changement d'équipement

Sur cette fenêtre (figure 43) on sélectionne la désignation + le numéro de série qu'on veut changer, et on va taper le nouveau numéro de série pour faire le changement.

Ce changement permet de changer la date d'installation et supprimer toutes les interventions.



Figure 43 : UserFoem de changement de l'équipement

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons établi le planning de maintenance préventive et présenté l'application que nous avons mis en place dans le but :

- ⇒ D'afficher le planning préventif,
- ⇒ Ajouter des interventions,
- ⇒ Affichage des indicateurs de performance,
- ⇒ Envoyer un rapport avec E-mail au responsable de service chaque fin de semaine,
- ⇒ Changer l'équipement.

Pour plus d'information sur l'instruction d'utilisation voire ANNEXE 4.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études avait comme objectifs la mise en place de la maintenance préventive sur les pompes de 'local technique utilities', en mettant en place un planning de maintenance et une application de la gestion de maintenance qui facilite la gestion les interventions et le suivi des indicateurs de performance.

Pour la mise en place de la maintenance préventive sur les pompes de service Facilities, nous avons suivi la démarche suivante :

Dans un premier temps nous avons identifié le rôle de chaque équipement et ses pièces de rechange ensuite nous avons fait une étude AMDEC pour savoir la criticité de chaque organe du système afin de créer la gamme de la maintenance. Nous avons ensuite élaboré un planning de maintenance préventive et créer une application de gestion de maintenance pour ayant but d'ajouter les interventions, envoyer le rapport par mail au responsable de service, afficher le planning de maintenance, extraire les checks liste de chaque semaine, calculer et afficher les indicateurs de performance dont le taux de panne, le MTTR et la disponibilité.

Durant notre projet nous avons affronté des limites concernant le manque des données des équipements citant par exemple les rapports des sous-traitants, les plaques signalétiques...

Au terme de ce travail, nous pouvons confirmer que ce projet nous a été un grand apport. En effet, il nous a permis d'appliquer une diversité d'outils de travail que nous avons déjà eu l'occasion de voir au cours de notre formation, et d'apprendre d'autres nouveaux outils. Il nous a également offert l'opportunité de découvrir l'environnement industriel et les conditions de travail de l'ingénieur et d'acquérir une expérience très riche aussi bien au niveau technique qu'au niveau relationnel.

Bibliographie

- [1] Nasri.M. (2013). *Maintenance des équipement industrielles*. Paris: Edilivre.
- [2]Léger. (1999). *Contribution méthodologique à la maintenance prévisionnelle des systèmes industriels de production*. Nancy: Thèse de doctorat.
- [3] RAMADANY.M. *Gestion de la maintenance. Cours MST GI-FST FES,2021*
- [4] Daya.A. *Contrôle qualité & Maintenance industrielle Cours LST-FSTE, 2020*
- El hammoumi.M. *Machines Hydrauliques. Cours MST GI-FST FES, 2021*
- herchenhein, H. (2013). *Wilo-CronoNorm-NL,NLG*. Germany: Dossier technique.
- [5] <https://spareparts.wilo.com/international.php/m/catalogSelection/index>
- [5] [https://product-selection.grundfos.com/fr/sizing-result-page?qcid=1538327884&jobId=7127ba74-2a2e-458c-be73-350629ab915f&sortId=PRODNAME&sortOrder=asc&pageNumber=130&resultsId=variants-list&filteritems\[PIPE_CONN_CODE\]=A&filteritems\[PIPE_CONN_CODE\]=FGJ&filteritems\[SHAFT_SEAL_CODE\]=HQQE](https://product-selection.grundfos.com/fr/sizing-result-page?qcid=1538327884&jobId=7127ba74-2a2e-458c-be73-350629ab915f&sortId=PRODNAME&sortOrder=asc&pageNumber=130&resultsId=variants-list&filteritems[PIPE_CONN_CODE]=A&filteritems[PIPE_CONN_CODE]=FGJ&filteritems[SHAFT_SEAL_CODE]=HQQE)
- [6] <https://www.fluke.com/fr/produits>

Annexes

ANNEXE 1 : Tableau de la méthode de classification d'AGC.

Désignation	Complexité R	Coût R	Temps R	Effet Quantité	Effet Qualité	Somme	Fiabilité Machine	Existence pompe secours	Criticité
Pompe secondaire 5/10 °C N°1	3	2	10	3	4	22	1	1	22
Pompe secondaire 5/10°C N°2	3	2	10	3	4	22	1		
Pompe secondaire 5/10 °C N°3	3	2	10	3	4	22	1		
Pompe primaire 5/10 °C N°1	3	2	9	3	0	17	1	1	17
Pompe primaire 5/10 °C N°2	3	2	9	3	0	17	1		
Pompe primaire 5/10 °C N°3	3	2	9	3	0	17	1		
Pompe secondaire - 1/4 °C N°1	3	2	9	3	4	21	1	1	21
Pompe secondaire - 1/4 °C N°2	3	2	9	3	4	21	1		
Pompe primaire -1/4 °C N°1	3	2	9	3	0	17	1	1	17
Pompe primaire -1/4 °C N°2	3	2	9	3	0	17	1		
Pompe secondaire tour réf N°1	3	2	9	3	0	17	1	1	17
Pompe secondaire tour réf N°2	3	2	9	3	0	17	1		
Pompe secondaire tour réf N°3	3	2	9	3	0	17	1		
Pompe primaire tour réf N°1	3	2	10	0	0	15	1	1	15
Pompe primaire tour réf N°2	3	2	10	0	0	15	1		
Pompe primaire tour réf N°3	3	2	10	0	0	15	1		
Pompe de pulvérisation tour N°1	3	2	9	3	0	17	1	2	34
Pompe de pulvérisation tour N°2	3	2	9	3	0	17	1		
Pompe refroidissement autoclave N°1	3	2	9	3	1	18	1	2	36
Pompe refroidissement autoclave N°2	3	2	9	3	1	18	1		
Pompe surpresseur N°1	3	2	9	3	4	21	1	1	21

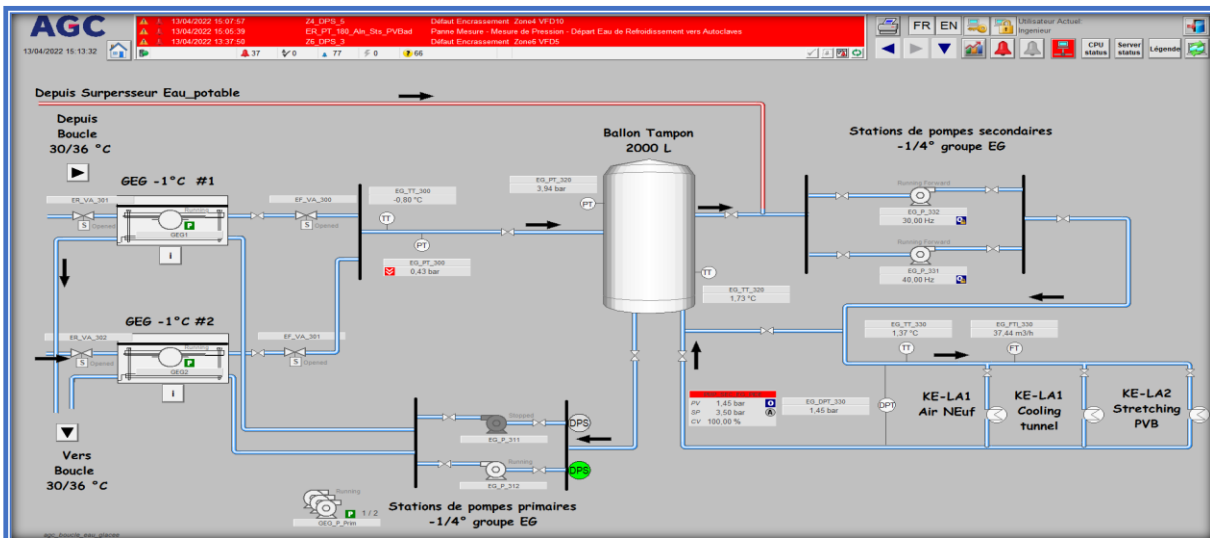
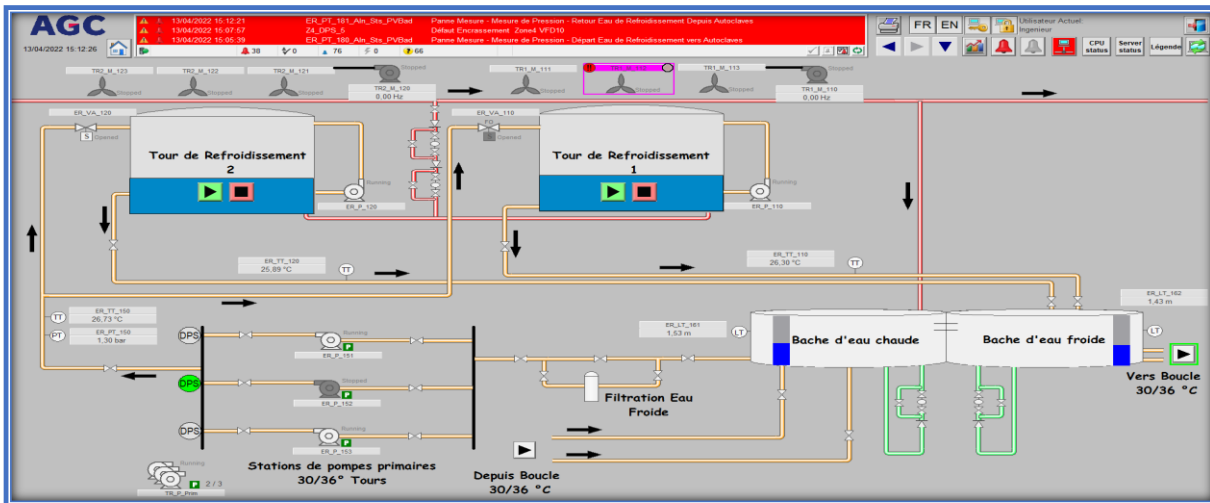
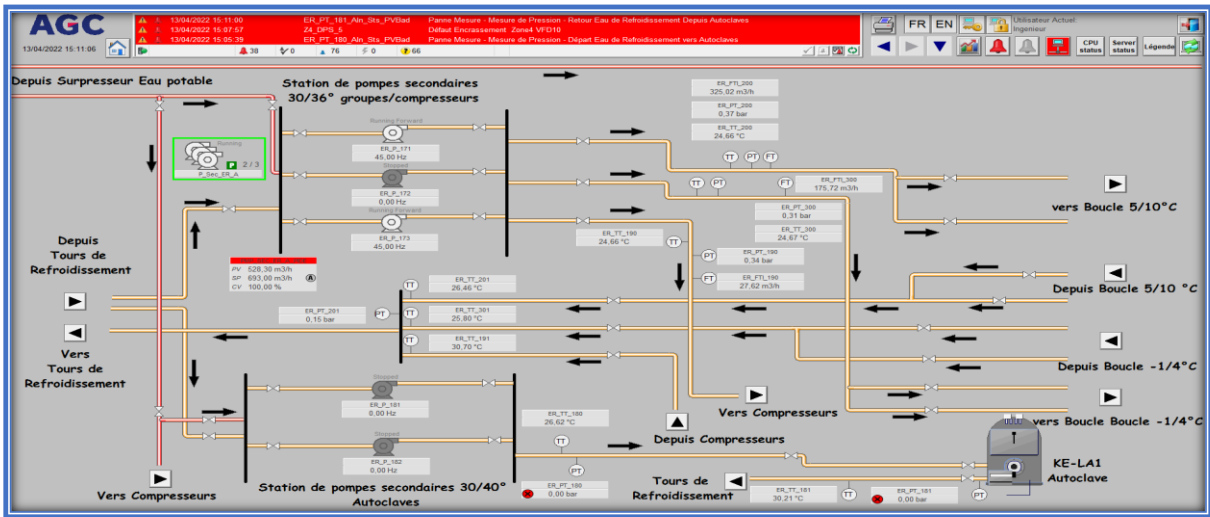
Pompe surpresseur N°2	3	2	9	3	4	21	1		
Pompe surpresseur N°3	3	2	9	3	4	21	1		
Pompe jocker supresseur	3	2	9	0	0	14	1	1	14
Pompe Eau chaude sanitaire N°1	1	0	9	0	0	10	1		
Pompe Eau chaude sanitaire N°2	1	0	9	0	0	10	1	1	10
Pompe Eau chaude sanitaire N°3	1	0	9	0	0	10	1		
Nettoyage osmoseur (CIP)	1	0	9	0	0	10	1	1	10
Pompe HP 1 osmoseur B	1	0	9	3	1	14	1		
Pompe HP 2 osmoseur B	1	0	9	3	1	14	1	2	28
Pompe HP 1 osmoseur A	1	0	9	3	1	14	1		
Pompe HP 2 osmoseur A	1	0	9	3	1	14	1		
Pompe eau brute osmoseur N°1	1	0	9	2	0	12	1	1	12
Pompe eau brute osmoseur N°2	1	0	9	2	0	12	1		
Pompe distribution eau déminéralisée N°1	1	0	9	3	4	17	1		
Pompe distribution eau déminéralisée N°2	1	0	9	3	4	17	1	1	17

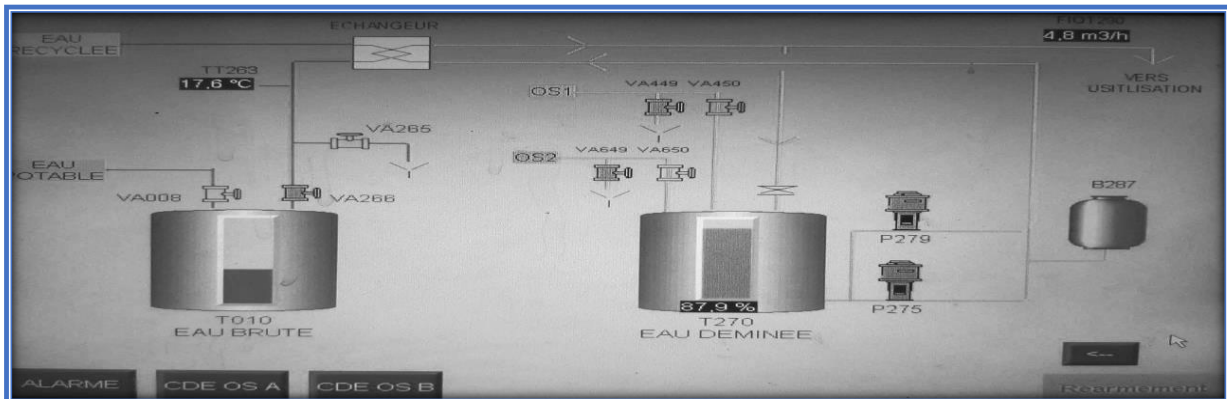
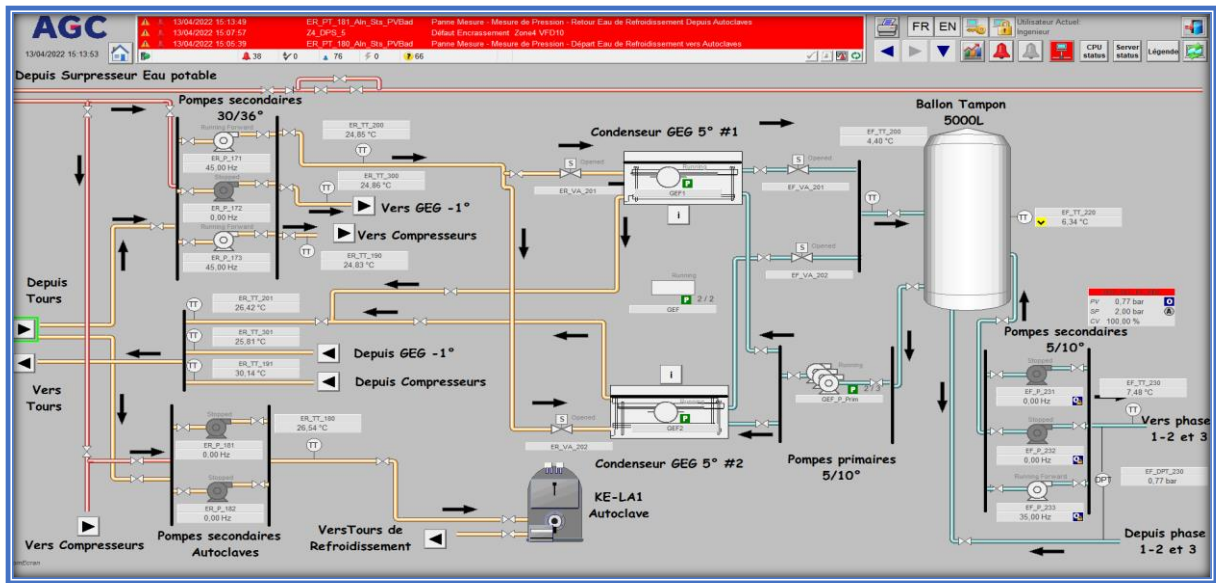
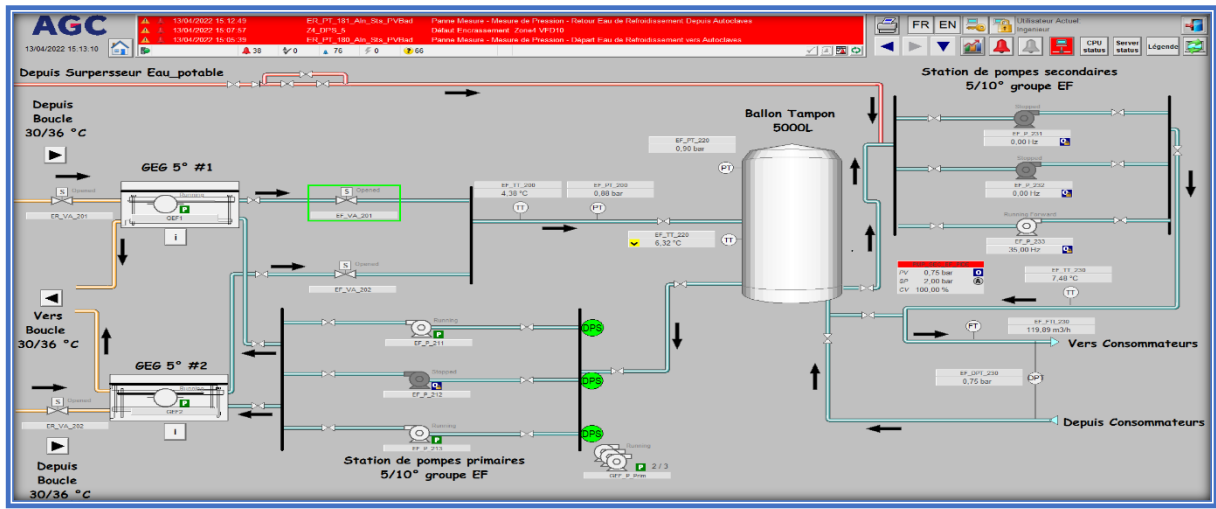
Utilisation	Marque	Référence Pompe (Numéro série)	Réf moteur	Désignation
Distribution eau froide 5°/Glacée - 1°	WILO	NL125/200-75-2-05 (Non dispo)	3~ 280 S/M-02 (1041204230)	Pompe secondaire 5/10 °C N°1
	WILO	NL125/200-75-2-05 (650338879)	3~ 280 S/M-02 (1041044689)	Pompe secondaire 5/10°C N°2
	WILO	NL125/200-75-2-05 (650338878)	3~ 280 S/M-02 (1041044690)	Pompe secondaire 5/10 °C N°3
	WILO	NL 100/160-18.5-2-05 (650338895)	3~ Q3E 160 L2D - 40-PTC-H (000756)	Pompe primaire 5/10 °C N°1
	WILO	NL 100/160-18.5-2-05 (650338897)	3~ Q3E 160 L2D - 40-PTC-H (000750)	Pompe primaire 5/10 °C N°2
	WILO	NL 100/160-18.5-2-05 (Non dispo)	3~ Q3E 160 L2D - 40-PTC-H (000748)	Pompe primaire 5/10 °C N°3
	WILO	NL 100/160-22-2-05 (Non dispo)	3~ 180/M-02 (1039018269)	Pompe secondaire -1/4 °C N°1

	WILO	NL 100/160-22-2-05 (650338902)	3~ 180/M-02 (1039018270)	Pompe secondaire -1/4 °C N°2
	WILO	NL 125/200-9-4-05 (650338877)	3~ Q3E 132M4D- 42-PTC-H (039397)	Pompe primaire -1/4 °C N°1
	WILO	NL 125/200-9-4-05 (650338876)	3~ Q3E 132M4D- 42-PTC-H (039393)	Pompe primaire -1/4 °C N°2
Distribution eau depuis/vers tour refroid	WILO	NL 150/200-15-4-25 (650338882)	3~ Q3E 160 L4B-04-PTC-H (020887)	Pompe secondaire tour réf N°1
	WILO	NL 150/200-15-4-25 (650338883)	3~ Q3E 160 L4B-04-PTC-H (0122521)	Pompe secondaire tour réf N°2
	WILO	NL 150/200-15-4-25 (650338881)	3~ Q3E 160 L4B-04-PTC-H (020883)	Pompe secondaire tour réf N°3
	WILO	NL 150/250-22-4-05 (Non dispo)	3~ 180 L-04 (1041655642)	Pompe primaire tour réf N°1
	WILO	NL 150/250-22-4-05 (650338884)	3~ 180 L-04 (1041655641)	Pompe primaire tour réf N°2
	WILO	NL 150/250-22-4-05 (650338886)	3~ 180 L-04 (1041655640)	Pompe primaire tour réf N°3
	Baltimore	150-250/75X/-65-CB4 (720Y00002)	3~ 160M-06 (1038475960)	Pompe de pulvérisation tour N°1
	Baltimore	150-250/75X/-65-CB4 (Non dispo)	3~ 160M-06 (Non dispo)	Pompe de pulvérisation tour N°2
Refroid Autoclave	WILO	NL 65/160-15-2-05 (650338891)	3~ Q3E 160 L2C - 40-PTC-H (000709)	Pompe refroidissement autoclave N°1
	WILO	NL 65/160-15-2-05 (650338890)	3~ Q3E 160 L2C - 40-PTC-H (000706)	Pompe refroidissement autoclave N°2
Distribution eau potable	WILO	v3604/2-5/16/E/S/400-50 (Non dispo)	3~ Q3E-FS 13M2C-40H (010037)	Pompe surpresseur N°1
	WILO	v3604/2-5/16/E/S/400-50 (Non dispo)	3~ Q3E-FS 13M2C-40H (014858)	Pompe surpresseur N°2
	WILO	v3604/2-5/16/E/S/400-50 (Non dispo)	3~ Q3E-FS 13M2C-40H (Non dispo)	Pompe surpresseur N°3
	WILO	Helix V211-1/16/E/S/400-50 (Non dispo)	3~ Q3E FC 80 M2D-40H (004849SS)	Pompe jocker supprimeur
Distribution eau chaude sanitaire	WILO	IPL32/95-0,55/2-P2 (21569589/0001)	LF71/2C-11+E2/1801 (569545)	Pompe Eau chaude sanitaire N°1
	WILO	DPL32/95-0,55/2 (50337580/0005)	Q2EFS71M2D80-F188 (045938)	Pompe Eau chaude sanitaire N°2
	WILO	DPL32/95-0,55/2 (50337580/0005)	Q2EFS71M2D80-F188 (045935)	Pompe Eau chaude sanitaire N°3
Prod+distrib eau déminéralisée	Grundfos	CRN10-04 A-P-G-E-HQQE (001)	MG90B2-24FT115-H3 (85U05906)	Nettoyage osmoseur (CIP)
	Grundfos	CRN15-10 A-FGJ-G-E-HQQE (0007)	MG160MB2-42FF300-H3 (4187)	Pompe HP 1 osmoseur B
	Grundfos	CRN15-10 A-FGJ-G-E-HQQE (0002)	MG160MB2-42FF300-H3 (8423)	Pompe HP 2 osmoseur B
	Grundfos	CRN15-10 A-FGJ-G-E-HQQE (0001)	MG160MB2-42FF300-H3 (4232)	Pompe HP 1 osmoseur A
	Grundfos	CRN15-10 A-FGJ-G-E-HQQE (0001)	MG160MB2-42FF300-H3 (1670)	Pompe HP 2 osmoseur A

Grundfos	CRN20-04 (Non dispo)	MG132SC2-38FF265-H3 (440023)	Pompe eau brute osmoseur N°1
Grundfos	CRN20-05 (Non dispo)	MG132SC2-38FF265-H4 (440025)	Pompe eau brute osmoseur N°2
Grundfos	CRNE10-05 AN-P-G-E-HQQE (0001)	MGE100LA-2-FT130-JA (98971049)	Pompe distribution eau déminéralisée N°1
Grundfos	CRNE10-05 AN-P-G-E-HQQE (0002)	MGE100LA-2-FT130-JA (98971049)	Pompe distribution eau déminéralisée N°2

ANNEXE 2 : Pompes dans PC de supervision.





➤ **Check liste**

1. Dans la feuille de planning appuyer sur le bouton *Feuille des travaux préventifs*



2. Taper le numéro de la semaine

Ind	Machine	Équipement	Taches	Outil	Fait N/O	Remarques
1	Local technique	Pompe primaire 5 10 °C N°1 (650338895)	Vérifiez la température du roulement, Rotor et Stator	camera thermique		
2	Local technique	Pompe primaire 5 10 °C N°1 (650338895)	Contrôle la tension et courant des moteurs			

3. Appuyer sur le bouton *Retour ou Imprimer PDF*



4. Taper 1 si vous voulez imprimer cette feuille en PDF, ou 0 si vous voulez retourner au planning.

➤ **Documentation**

1. Dans la feuille de planning sélectionner la cellule qui contient la désignation de la pompe qui dont vous voulez savoir leur documentation (l'historique, les pièces détachées et plaque signalétique)

Designation	N°
Pompe secondaire 5 10 °C	
Pompe secondaire 5 10 °C	
Pompe primaire 5 10 °C	
Pompe primaire 5 10 °C	
Pompe primaire 5 10 °C	
Pompe primaire 5 10 °C	
Pompe secondaire -1.4 °C	

2. Appuyer sur le bouton Documentation



Référence	Description	Quantité	date d'installation	N°1 (650338878)	N°2 (650338878)	N°3 (650338878)	TYPE	N° série	date	Designation de pi
2106241	CORPS DE POMPE NL125/200 KIT	1		01/01/2018	01/01/2018	01/01/2018		N°1	06/01/2021	X
2096418	JOINT PLAT 226X239X1 VP.	1							X	X
2096169	ROUE NL125/200 GG KIT	1					MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Planchette à born
2096418	JOINT PLAT 226X239X1 VP.	1					MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Confection 'EPDM
2096418	ROUE FONTE NOS 125-200	1					MOTEUR	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture, graiss
2104526	ECROU M24X2 VP.	1					POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture, graiss
2096311	ARBRE SERIE35 NL KIT	1					POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Remplacement tu
2104526	ECROU M24X2 VP.	1					POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture et pos
75112811205	CLAVETTE-C-8X7X50-112	1					POMPE	N°3 (650338878)	07/12/2021	Fourniture et pos
2153110	Clavette C-10X8X65-112 VP.	1								
2096313	KIT roulement à billes	1								
	roulement à billes	1								
	roulement à billes	1								
2104422	DEFLECTEUR SERIE35 NL VP.	1								

➤ **Router à l'Userform**

Dans la feuille de planning appuyer sur le bouton



II. Ajouter intervention

1. Dans la fenêtre d'accueil appuyer sur le bouton *ajouter une intervention* ;



2. Sélectionner la désignation de l'équipement ;
3. Remplir tous les champs et les cases à coché ;
4. Appuyer sur le bouton Ajouter ;

Ajouter

III. Les indicateurs de performance

1. Dans la fenêtre d'accueil appuyer sur le bouton *Afficher les KPI*
2. Appuyer sur un des 3 boutons :

Afficher les KPI

- Taux de défaillance **Taux de défaillance** pour afficher l'histogramme de l'indicateur λ ;
- Mean Time To Repair **Mean Time To Repair** pour afficher l'histogramme de l'indicateur MTTR ;
- Disponibilité **Disponibilité** pour afficher l'histogramme de l'indicateur D_o ;



IV. Envoyer rapport

1. Dans la fenêtre d'accueil appuyer sur le bouton *Envoyer rapport* ;
2. Remplir les champs N° Semaine, Nom et Remarque
3. Sélectionner les pompes qui fait la maintenance

Envoyer Rapport

4. Appuyer sur la bouton Envoyer ;

Envoyer

Envoyer le rapport

RAPPORT DES TRAVEAUX FIN DE SEMAINE

Pompe secondaire 5 10 °C N°1	Pompe de pulvérisation tour N°1
Pompe secondaire 5 10 °C N°2	Pompe de pulvérisation tour N°2
Pompe secondaire 5 10 °C N°3	Pompe refroidissement autoclavé N°1
Pompe primaire 5 10 °C N°1	Pompe refroidissement autoclavé N°2
Pompe primaire 5 10 °C N°2	pompe HP osmoseur N°1 A
Pompe primaire 5 10 °C N°3	pompe HP osmoseur N°2 A
Pompe secondaire -1 4 °C N°1	pompe HP osmoseur N°1 B
Pompe secondaire -1 4 °C N°2	pompe HP osmoseur N°2 B
Pompe primaire -1 4 °C N°1	pompe eau brute osmoseur N°1
Pompe primaire -1 4 °C N°2	pompe eau brute osmoseur N°2
Pompe secondaire tour réf N°1	Pompe distribution eau démi N°1
Pompe secondaire tour réf N°2	Pompe distribution eau démi N°2
Pompe secondaire tour réf N°3	pompe suprisseur
Pompe primaire tour réf N°1	pompe suprisseur
Pompe primaire tour réf N°2	pompe suprisseur
Pompe primaire tour réf N°3	pompe suprisseur

N° de semaine

Nom et prénom

Remarque

Envoyer **Retour**

AGC
Your Dreams, Our Challenge

V. Changement d'équipement

1. Dans la fenêtre d'accueil appuyer sur le bouton *Changement d'équipement* ;
2. Sélectionner la désignation de l'équipement ;
3. Remplir le champ du nouveau numéro de série, Exemple « N°X (XXXXXXXX) »

Changement d'équipement

Nouvel équipement

Designation d'équipement

Nouvel numéro de série

NB. Le numero est écrit comme ceci : "N°X (XXXXXXXX)"

Changer **Retour**

AGC
Your Dreams, Our Challenge

- Les boutons Router **Retour** pour router à la fenêtre d'accueil
- Les boutons Quitter **Quitter** pour enregistrer et sortir de l'application.

VI. Conseils d'utilisation

- Si l'application affiche directement la feuille planning, vous devez activer les macros puis utiliser l'application.
- Ne jamais toucher la barre atteindre pour sortir **X** mais utiliser le bouton Quitter.

ANNEXE 5 : Codes VBA

➤ Les boutons ;

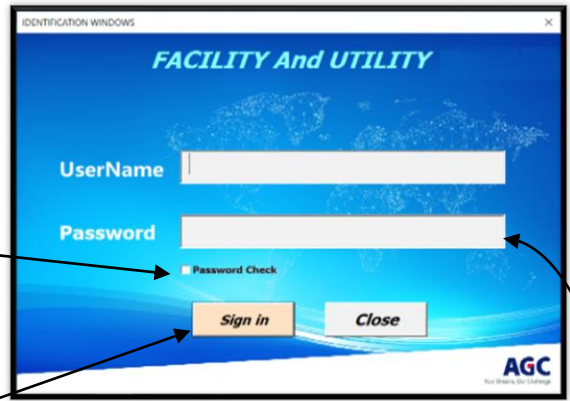
<div data-bbox="114 248 432 309" style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Feuille des travaux préventifs</div> <pre> Public Sub travaux_semaine() Dim Xsemaine As Integer Dim X As Integer X = 5 Xsemaine = InputBox("Choix d'une semaine", "Saisie", "") For n = 6 To 30 For m = 1 To 7 Worksheets("Travaux pré").Cells(n, m).ClearContents Next m Next n Worksheets("Travaux pré").Range("25:250").Delete If Xsemaine > 53 Or Xsemaine <= 0 Then MsgBox ("il y a pas de semaine " & Xsemaine) Else For i = 5 To 17 If Xsemaine = Cells(1, i).Value Then For j = 3 To 33 If Worksheets("Planning").Cells(j, 2) = "Pompe secondaire 5 10 °C" Or Worksheets("Planning").Cells(j, 2) = "pompe HP osmoseur" Then e = 1 Else e = 2 End If If Cells(j, i) = 1 Then For k = e To 5 X = X + 1 Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 1) = X - 5 Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 2) = "Local technique" Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 3) = Worksheets("Planning").Cells(j, 2) + " " + Worksheets("Planning").Cells(j, 3) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 4) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 11) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 5) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 12) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 7) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 13) Next k ElseIf Cells(j, i) = 2 Then For k = e To 14 X = X + 1 Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 1) = X - 5 Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 2) = "Local technique" Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 3) = Worksheets("Planning").Cells(j, 2) + " " + Worksheets("Planning").Cells(j, 3) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 4) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 11) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 5) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 12) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 7) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 13) Next k ElseIf Cells(j, i) = 3 Then For k = e To 23 X = X + 1 Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 1) = X - 5 Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 2) = "Local technique" Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 3) = Worksheets("Planning").Cells(j, 2) + " " + Worksheets("Planning").Cells(j, 3) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 4) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 11) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 5) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 12) Worksheets("Travaux pré").Cells(X, 7) = Worksheets("Travaux pré").Cells(k, 13) Next k End If Next j Next i If X = 0 Then MsgBox ("il n'y a pas de travaux préventifs pour la semaine " & Xsemaine) Else MsgBox ("il y a " & X - 5 & " de travaux préventifs pour la semaine " & Xsemaine) Worksheets("Travaux pré").Activate Cells(3, 4) = ("Feuille des travaux préventive de semaine " & Xsemaine) End If End Sub </pre>	<div data-bbox="742 248 938 309" style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Documentation</div> <pre> Sub documentation() Dim designation As Range For Each designation In Selection AAA = designation.Value Worksheets(AAA).Activate Next designation End Sub </pre>	<div data-bbox="1145 248 1501 320" style="background-color: #0070c0; color: white; border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Rouler UserFoem</div> <pre> Sub ret_UserForm() Application.Visible = False UserForm2.Show End Sub </pre>
	<div data-bbox="742 548 938 609" style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Sub retour()</div> <pre> Worksheets("Planning").Activate End Sub </pre>	<div data-bbox="1098 577 1220 667" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 60px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: auto;"> Retour </div>
	<div data-bbox="1026 1921 1182 1982" style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Retour ou Imprimer PDF</div> <pre> Sub imprimerPDF() Dim titel As String Dim choix As Integer choix = InputBox("0 : Retour au Planning 1 : Imprimer PDF", "Saisie", "") If choix = 0 Then Worksheets("Planning").Activate Else titel = Worksheets("travaux pré").Cells(3, 4) Worksheets("Travaux pré").ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:="C:\.\.\.\Travaux\" & titel & ".pdf", OpenAfterPublish:=True End If End Sub </pre>	

➤ UserForm 1 :

```

Private Sub CommandButton2_Click()
Dim fichier As Workbook
Set fichier = ActiveWorkbook
fichier.Save
Application.Quit
End Sub
Public Sub diffpass_Click()
If UserForm1.diffpass.Value = False Then
UserForm1.TextPassword.PasswordChar = "*"
Else
UserForm1.TextPassword.PasswordChar = Empty
End If
End Sub
Private Sub CommandButton1_Click()
If (TextName = "AGC" Or TextName = "agc") And TextPassword = "1234" Then
Unload Me
UserForm2.Show
Else: MsgBox ("Password is incorrect")
TextName = ""
TextPassword = ""
End If
End Sub
Private Sub TextPassword_Change()
UserForm1.TextPassword.PasswordChar = "*"
End Sub

```



➤ UserForm 2 :

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Application.Visible = True
Sheets("Planning").Visible = True
Sheets("Planning").Activate
UserForm2.Hide
"Worksheets("Planning").Activate
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
Unload Me
UserForm3.Show
End Sub
Private Sub CommandButton4_Click()
Unload Me
UserForm5.Show
End Sub
Private Sub CommandButton5_Click()
Unload Me
UserForm4.Show
End Sub
Private Sub CommandButton6_Click()
Unload Me
UserForm6.Show
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
Dim fichier As Workbook
Set fichier = ActiveWorkbook
fichier.Save
Application.Quit
End Sub

```



➤ UserForm3 :

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Dim designation_pompe As String
Dim feuil As String
If (UserForm3.Disegnation_equipement = "" Or UserForm3.Temps_reparation.Value = "") Or (UserForm3.pompe.Value = False And UserForm3.moteur.Value = False) Then
MsgBox ("Donner la designation de pompe, Temps de réparation et choisir 'pompe ou moteur;")
Else
For o = 3 To 34
If Worksheets("Planning").Cells(o, 2).Value & " " & Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value = UserForm3.Disegnation_equipement.Value Then
feuil = Worksheets("Planning").Cells(o, 2).Value
Worksheets(feuil).Select
lastrow = WorksheetFunction.CountA(Sheets(feuil).Range("R:R"))
C = lastrow
Cells(C + 1, 18).Value = Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value
Cells(C + 1, 19).Value = Date
Cells(C + 1, 20).Value = UserForm3.Numero_serie.Value & " " & UserForm3.Designation_piece.Value
Cells(C + 1, 21).Value = UserForm3.Temps_reparation.Value
Cells(C + 1, 22).Value = UserForm3.Remarque.Value
If UserForm3.pompe.Value = False Then
Cells(C + 1, 17).Value = "MOTEUR"
Else
Cells(C + 1, 17).Value = "POMPE"
End If
MsgBox ("Il a été ajouté")
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(2, 2) = Worksheets("Planning").Cells(o, 2).Value & " " & Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(4, 2) = UserForm3.Temps_reparation.Value
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(8, 1) = UserForm3.Designation_piece.Value
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(8, 3) = UserForm3.Numero_serie.Value
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(10, 1) = UserForm3.Remarque.Value
If UserForm3.EssOUI = True Then
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(15, 4) = 1
ElseIf UserForm3.EssNON = True Then
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(15, 6) = 2
End If
If UserForm3.MEC = True Then
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(5, 4) = 3
ElseIf UserForm3.ELE = True Then
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(4, 4) = 3
ElseIf UserForm3.HYD = True Then
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(4, 6) = 3
End If
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(1, 5).Value = Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(1, 5).Value + 1
NN = Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(1, 5).Value
Worksheets("Rapport_Intervention").ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF,
Filename:="C:\Users\hp\Desktop\Gestion_de_la_Maintenance\Rapport_Intervention\" & NN & ".pdf", OpenAfterPublish:=True
UserForm3.Disegnation_equipement.Value = ""
UserForm3.Numero_serie.Value = ""
UserForm3.Designation_piece.Value = ""
UserForm3.Temps_reparation.Value = 0
UserForm3.Remarque.Value = ""
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(15, 4) = 0
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(15, 6) = 0
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(5, 4) = 0
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(4, 4) = 0
Worksheets("Rapport_Intervention").Cells(4, 6) = 0
End If
Next o
End If
End Sub

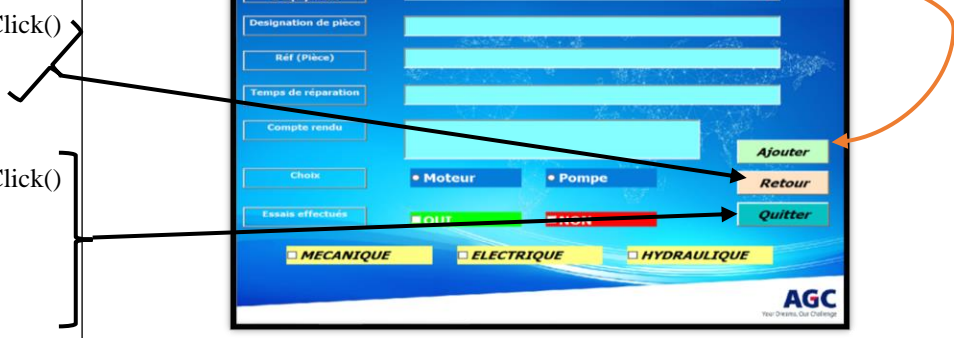
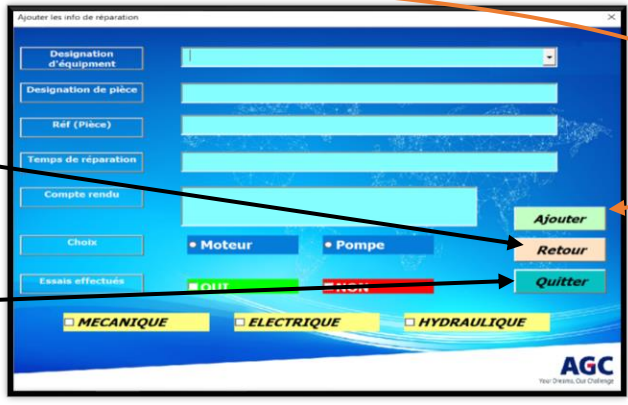
```

```

Private Sub CommandButton2_Click()
Unload Me
UserForm2.Show
End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()
Dim fichier As Workbook
Set fichier = ActiveWorkbook
fichier.Save
Application.Quit
End Sub

```

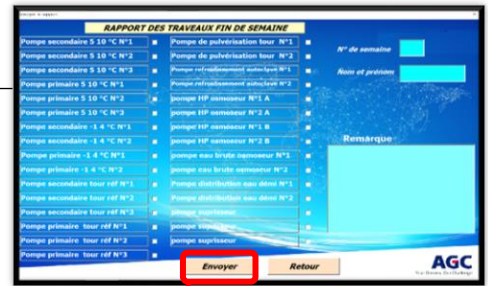


➤ UserForm 4 :

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Dim Mail As Object
Dim outlookApp As Object
Dim place As String
Worksheets("Rapport").Activate
If UserForm4.N_semaine = "" And UserForm4.Nom_technicien = "" Then
MsgBox ("Donné le Nom et le N° de la semaine")
Else
If UserForm4.Box1 = True Then
Worksheets("Rapport").Cells(10, 5).Value = 2
End If
If UserForm4.Box2 = True Then
Worksheets("Rapport").Cells(11, 5).Value = 2
End If
.
.
If UserForm4.Box31 = True Then
Worksheets("Rapport").Cells(40, 5).Value = 2
End If
Worksheets("Rapport").Cells(4, 3).Value = UserForm4.Nom_technicien.Value
Worksheets("Rapport").Cells(3, 6).Value = Date
Worksheets("Rapport").Cells(1, 7).Value = UserForm4.N_semaine.Value
Worksheets("Rapport").Cells(52, 2).Value = UserForm4.Remarque.Value
place = "C:\Users\hp\Desktop\Gestion_de_la_Maintenance\Rapport\semaine " & UserForm4.N_semaine.Value & ".pdf"
Worksheets("Rapport").ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:=place
Set outlookApp = CreateObject("Outlook.Application")
Set Mail = outlookApp.CreateItem(olMailItem)
Mail.To = "lahcenagc@outlook.fr;"
Mail.Subject = "Le rapport de la semaine " & UserForm4.N_semaine & "."
Mail.Body = " Bonjour Mr Responsable," & vbNewLine & "Voilà le rapport de la semaine : " & UserForm4.N_semaine & "." &
vbNewLine & "Cordialement."
Mail.Attachments.Add "C:\Users\hp\Desktop\Gestion_de_la_Maintenance\Rapport\semaine " & UserForm4.N_semaine.Value & ".pdf"
Mail.CC = "lahcenbaouch7@gmail.com;"
Mail.Display
Mail.Send
End If
Worksheets("Rapport").Cells(10, 5).Value = 0
Worksheets("Rapport").Cells(11, 5).Value = 0
.
.
Worksheets("Rapport").Cells(40, 5).Value = 0
Worksheets("Rapport").Cells(52, 2).Value = ""
UserForm4.Box1 = False
UserForm4.Box2 = False
.
.
UserForm4.Box31 = False
UserForm4.Nom_technicien = ""
UserForm4.N_semaine = ""
UserForm4.Remarque = ""
End Sub

```



➤ UserForm 5 :

```

Private Sub Label2_Click()
Set k = Sheets("Données").ChartObjects(2).Chart
fichier = "C:\Users\hp\Desktop\Gestion_de_la_Maintenance.gif"
k.Export Filename:=fichier, FilterName:="GIF"
UserForm5.KPI.Picture = LoadPicture(fichier)
Kill fichier
End Sub
Private Sub Label3_Click()
Set G = Sheets("Données").ChartObjects(1).Chart
fichier = "C:\Users\hp\Desktop\Gestion_de_la_Maintenance.gif"
G.Export Filename:=fichier, FilterName:="GIF"
UserForm5.KPI.Picture = LoadPicture(fichier)
Kill fichier
End Sub
Private Sub Label7_Click()
Set F = Sheets("Données").ChartObjects(3).Chart
fichier = "C:\Users\hp\Desktop\Gestion_de_la_Maintenance.gif"
F.Export Filename:=fichier, FilterName:="GIF"
UserForm5.KPI.Picture = LoadPicture(fichier)
Kill fichier
End Sub

```



➤ UserForm 6 :

```

Private Sub CommandButton1_Click()
If UserForm6.Disignation_Nouveau.Value = "" Or UserForm6.Nouvel_Num.Value = "" Then
  MsgBox ("Donner les infos")
Else
  For o = 3 To 34
  If UserForm6.Disignation_Nouveau.Value = Worksheets("Planning").Cells(o, 2).Value & " " &
Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value Then
  ff = Worksheets("Planning").Cells(o, 2).Value
  num = Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value
  Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value = UserForm6.Nouvel_Num.Value
  UserForm6.Disignation_Nouveau.Value = ""
  UserForm6.Nouvel_Num.Value = ""
  For m = 13 To 17
  If Worksheets(ff).Cells(1, m).Value = Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value Then
  Worksheets(ff).Cells(2, m).Value = Date
  End If
  Next m
  For n = 2 To 30
  If Worksheets(ff).Cells(n, 18).Value = num Then
  Worksheets(ff).Cells(n, 18).ClearContents
  Worksheets(ff).Cells(n, 19).ClearContents
  Worksheets(ff).Cells(n, 20).ClearContents
  Worksheets(ff).Cells(n, 21).ClearContents
  Worksheets(ff).Cells(n, 22).ClearContents
  Worksheets(ff).Cells(n, 17).ClearContents
  End If
  Next n
  MsgBox ("il a été changé")
  End If
Worksheets("Programme").Cells(o - 2, 1).Value = Worksheets("Planning").Cells(o, 2).Value & " " &
Worksheets("Planning").Cells(o, 3).Value
Next o
End If
End Sub

```

Nouvel équipement

Designation d'équipement |

Nouvel numéro de série

NB. Le numéro est écrit comme ceci: "N°X (XXXXXXXX)"

Changer **Retour**

AGC
Your Dream. Our Challenge