



Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du :

Master Sciences et Techniques
Spécialité : Ingénierie Mécanique

Thème :

Etude des circuit Eau Surchauffée et Eau Glacée
&
Optimisation d'énergie thermique

Lieu :

RENAULT - TANGER

Présenté par :

- BENKIRANE Wiame
- CHAYBI Ilham

Encadré par :

- Mr HAKIM Noureddine
- Mr ELKHALFI Ahmed

Soutenu le 21/06/2013 devant le jury :

- Mr. A. EL KHALFI
- Mr. A. EL HAKIMI
- Mr. A. TOUACHE

Remerciement

Avant d'entamer la rédaction de cet humble rapport, nous voulons, à travers ces quelques lignes, exprimer tous nos sentiments de reconnaissances et nos plus profondes gratitudees à Mrs HAKIM NOUREDDINE Le responsable d' Energie, fluides et patrimoine qui a fait de son mieux pour nous transmettre son savoir faire et son expérience et qui nous a orientées quant à la conception et la réalisation générale de ce travail, ainsi son encadrement, sa disponibilité et sa grande générosité en matière de conseils et d'encouragements, qu'il trouve ici l'expression de notre respect.

Aussi faut-il remercier Mrs Ahmed EL KHALFI, notre encadrant académique et professeur à la faculté des sciences et techniques Fès, pour ses conseils et suivi hebdomadaire de formation.

Nous voulons également rendre un hommage particulier au doyen de la FSTF, au responsable du Master Mrs A. TOUACHE et aussi à tous les enseignants du département « Génie Mécanique » à qui nous souhaitons un grand succès, au corps professoral et l'équipe pédagogique de la faculté pour les efforts qu'ils déploient pour nous former, pour nous assister et nous encadrer tout au long de notre cursus universitaire.

Dédicace

A nos chères parents affectueux pour leur soutien, leur patience leur sacrifice et leur amour.

Vous qui avez fait de nous ce que nous sommes, nous ne pourrions pas le reconnaître en quelques lignes.

Nous espérons être à l'image que vous vous êtes faite de nous, que dieu tout puissant vous garde, vous bénisse, vous préserve et vous procure santé et longue vie.

A nos sœurs, à nos frères, à nos amis, à nos petites et grandes familles pour l'amour, le respect et le courage qui nous ont toujours octroyé.

Nous vous dédions ce travail, expression de notre profonde gratitude, à nos vœux les plus sincères de bonheur et de succès.

Ilham et Wiame

Sommaire

<i>Remerciement</i>	2
<i>Dédicace</i>	3
<i>Sommaire</i>	4
<i>Abréviation</i>	6
<i>Liste des figures et tableaux</i>	7
<i>Avant propos</i>	8
<i>Introduction</i>	9
<i>Chapitre I: Présentation</i>	10
<i>A-Présentation de l'entreprise</i>	11
<i>B-Procédés de fabrication</i>	14
<i>C-Environnement</i>	17
<i>D-Cahier de charge</i>	19
<i>Chapitre II: Circuit Eau surchauffée</i>	21
A-Analyse fonctionnelle	22
I-Problématique	22
II-Mise en situation	22
III-Fonctions et exigences	22
IV-Arbre fonctionnelle	23
V-cahier de charge	23
B-Etude du circuit Eau Surchauffée	25
I-Présentation du circuit ES.....	25
II-Description des composants du circuit.....	27
C-Calculs	31
I-Bilan thermique	31
II-Optimisation d'énergie	33
D-Solutions & conclusion	36
I-Solution proposée	36
II-Conclusion.....	37

<i>Chapitre III: Circuit Eau Glacée</i>	38
A-Analyse fonctionnelle	39
I-Problématique	39
II-Mise en situation	39
III-Fonctions et exigences	39
IV-Arbre fonctionnelle	40
V-cahier de charge	40
B-Etude du circuit Eau Glacée	42
I-Définition.....	42
II-Fonctionnement.....	42
III-Description des composants du circuit	42
C-Calculs	45
I-Bilan thermique	45
II-Perte de charge	46
III-Mélange de peinture avec l'eau adoucie	50
D-Solutions & conclusion	52
I-Solutions proposées	52
II-Conclusion.....	55
Conclusion	56
Bibliographie	57
Annexes	58

Abréviations

RTE : Renault Tanger d'exploitation

RTM : Renault Tanger méditerranée

PA : Bâtiment Peinture véhicules

PB : Bâtiment Peinture bouclier

Cata : Cataphorèse

ES : Eau Surchauffé

EG : Eau Glacée

Bio : Biomasse

GMP : Groupe Maintien Pression

PCI : Pouvoir calorifique inférieur

CTA : centre de traitement d'aire

GAN : groupe d'aire neuf

GTC : gestion technique centrale

NPSH : hauteur d'aspiration nette positive

VP : Véhicules produits

VB : Visual Basic

PPEG : pompes primaire d'eau glacée

PSEG : pompes secondaires d'eau glacée

GF : Groupe froid

DCO : demande chimique en Oxygène

TH : Titre Hydrométrique

Figures et Tableaux

Chapitre I

Figure 2-1 : vue de la ligne de production

Figure 3-1 : station physico-chimique

Figure 3-2 : station de traitement des émissions atmosphériques

Figure 3-3 : cycle d'utilisation de la bio

Tab 1-1 : Fiche descriptive

Chapitre II

Figure 1-1 : diagramme bête à corne

Figure 1-2 : Fonctions et exigences principale du circuit ES

Figure 2-1 : graphe logarithmique de pression/température

Figure 2-2 : Synoptique des fluides

Figure 2-3 : Synoptique d'ES

Figure 2-4 : Synoptique GMP

Figure 2-5 : Logigramme GMP

Figure 2-6 : Schéma d'une chaufferie

Figure 2-7 : Synoptique de la circulation d'ES dans les étuves

Figure 3-1 : Bilan thermique

Figure 3-2 : suivi de consommation BIO

Figure 3-3 : comparaison consommation/production (fevrier)

Figure 3-4 : comparaison consommation/production (mars)

Figure 3-5 : Gain en consommation

Figure 3-6 : Gain en émission CO₂

Figure 3-7 : Gain en montant à payé

Figure 4-1 : Application VB

Tab 2-1 : Composant du GMP

Tab 3-1 : bilan thermique du PA

Tab 3-2 : calcul des pertes de charges théoriques

Chapitre III

Figure 1-1 : diagramme bête à corne

Figure 1-2 : fonctions et exigences principal d'EG

Figure 2-1 : schéma d'un échangeur à plaque

Figure 2-2 : schéma d'un conditionneur

Figure 3-1 : choix du fluide en Mécaflux

Figure 3-2 : calcul des charges régulières

Figure 3-3 : calcul des charges singulières

Avant propos

Dans le monde de travail, c'est la compétence et l'expérience pratique qui permettent aux diplômés de distinguer par rapport aux autres candidats. En effet, le souci de compétitivité et de qualité recherchée par l'entreprise, fait que celle-ci chercherait la personne dont profil lui confère l'opportunité de contribuer efficacement la réalisation de ces objectifs.

Conscient de ce défi, et afin d'assurer à ses lauréats une formation répondant aux besoins du marché d'emplois, **la Faculté des Science et Technique de Fès**, dans son cursus, des stages obligatoires en deuxième année **Master**, qui est un stage de Fin d'étude. Sachant que Le stage est une façon d'appliquer ce qu'on reçoit comme formation au sein de notre Faculté dans le domaine de travail, ceci a un rôle prépondérant pour les étudiants et il est une opportunité idéale pour développer notre esprit d'analyse et de critique, de concrétiser notre formation et de l'enrichir dans les entreprises qui nous accueillent.

Le présent rapport est le résultat du stage effectué à la société **Renault-Nissan à Tanger**, au cours de la période comprise entre le **14/01/2013** et le **15/05/2013**.

Le choix de **Renault** pour passer notre stage de fin d'études était motivé par deux raisons majeures :

- La bonne Organisation et Réputation de la société ;
- La nature industrielle « Automobile » de celle-ci qui aide à développer nos connaissances.

Introduction

« Renault et Nissan partagent avec le Royaume du Maroc de grandes ambitions de développement industriel. Grâce à l'engagement de Renault et de ses partenaires, et au soutien sans faille du gouvernement marocain, notre usine est en bonne voie de devenir une nouvelle référence de l'industrie automobile mondiale »

Carlos Ghosn, PDG de Renault et de Nissan.

Le MAROC, est comme la plupart des pays qui veulent développer leur industrie, s'est lancée dans le domaine automobile en réalisant à Tanger Med la nouvelle usine de l'Alliance Renault-Nissan, l'une des plus grandes usines automobiles au monde avec plus de 6000 effectifs d'ici à 2015.

L'usine Renault de Tanger produit deux nouvelles familles : la famille Dacia Lodgy et Dacia Dokker. Ce site industriel permettra d'augmenter les volumes et d'élargir l'offre de la gamme sur une ligne de production à capacité de production annuelle de 170 000 véhicules.

L'usine Renault Tanger fait partie des usines les plus consommatrices d'énergie que ça soit thermique ou bien électrique. Cela nous pousse à mener des actions plus efficaces dans le but d'économiser les énergies consommées.

Ainsi nous avons été amenés à faire une étude diagnostique pour savoir précisément quel est le niveau de consommation énergétique du département peinture puis de mener des actions afin d'optimiser au mieux la consommation d'énergie.

La démarche suivie pour mener ce projet consiste dans un premier temps à faire bilan énergétique pour savoir combien on consomme suivi d'un diagnostic pour voir si la consommation est dans les normes ou bien non. Puis à proposer un programme pour améliorer la situation.

Chapitre I: Présentation

*Présentation
Renault Tanger*

procédé de
fabrication

Environnement

cahier de
charge

A- Présentation De la RTE

Avant d’entamer la description du projet et la méthodologie suivie pour sa réalisation, la présentation de son cadre est indispensable. Il est donc primordial de bien connaître l’organisme d’accueil. Ainsi, cette partie présente le groupe Renault Maroc, et le projet Renault Tanger Exploitation.

I- Présentation du Renault Maroc

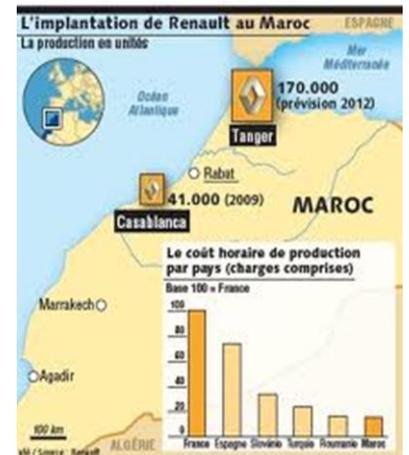
La vision de Renault est très claire. Le groupe veut se distinguer comme étant la marque « people’s champion ». Cette vision sera réalisable grâce au caractère innovant de la marque, à sa capacité à se préoccuper de tous les individus, et grâce à sa stratégie qui rend la mobilité durable et accessible à tous les gens.

En outre, suivant sa stratégie environnementale, Renault veut se positionner dans le futur comme l’un des groupes les plus respectueux de l’environnement. Cette démarche se traduit par le nouveau programme « ECO2 » englobant le projet « zéro émission » qui met l’accent sur la mobilité durable, les autos-éco et la gamme de véhicules électriques.

1-GENERALITES

En 84 années de présence, Renault Maroc a évolué au gré des événements politiques, industriels et commerciaux qui ont marqué le pays, construisant son succès en marquant de son empreinte la mémoire des Marocains par des dizaines de milliers de véhicules vendus, des millions de kilomètres parcourus.

Renault confirme également sa confiance et son attachement au Maroc en y bâtissant une vaste unité industrielle dans la région Nord. Fruit d’un étroit partenariat entre le Royaume du Maroc, le Groupe Renault, et Veolia, pour la construction de cette nouvelle usine qui participera au développement économique et social de la région Nord dans son ensemble.



2-RTE « RENAULT TANGER EXPLOITATION » :

Le site Renault Tanger Méditerranée est une usine d’assemblage complète réalisant l’emboutissage, la tôlerie, la peinture et le montage. Avec un accès direct à la plateforme portuaire du port de Tanger Med, les véhicules qui sortent des ateliers sont à 90 % destinés au marché international



Cette usine vient compléter le dispositif industriel de Renault pour les véhicules économiques dérivés de la plateforme Logan. Elle produit 2 nouveaux modèles d’automobile (Le robuste « Dokker » et la confortable « Lodgy »).

Avec une capacité de production atteignant à terme 400 000 véhicules par an, un effort d'investissement de 1,1 milliard d'euros, la création de plus de 7 000 emplois directs et 30 000 emplois indirects et une superficie de 300 hectares, l'usine de Tanger représente l'un des complexes automobile industriels les plus importants du bassin méditerranéen.

a- Fiche descriptive :

Fiche descriptive RTE	
PRODUCTION	
Produits fabriqués :	Lodgy et Dokker
Nombre de lignes de montage :	1ere ligne en tranche I puis 1 ligne en tranche II
Certifications de l'usine :	Usine 100 % zéro émission
Superficie :	300 hectares, dont 220 hectares de bâtiments couverts
Date de création :	16-janv-08
Capacités de production :	Phase I du projet : 30 véhicules/heure, 200 000 véhicules/an. Phase II du projet : 60 véhicules/heure, 400 000 véhicules/an.
STATUT, DIRECTION, ET COORDONNÉES	
Forme juridique et répartition du capital :	S.A. Caisse de Dépôt et de Gestion 47,6 %, Renault SAS 52,4 % du capital de Renault Tanger Méditerranée.
Effectifs :	4 300 personnes au 31 décembre 2012
Coordonnées :	Renault Tanger Méditerranée, Zone Franche de Malloussa, Tanger, Maroc

Tab (1-1) : Fiche descriptive

b- Objective de RTE:

- ⇒ Arriver à vendre 3 000 000 de véhicule en 2013.
- ⇒ Assurer la montée en cadence. (Phase I → Phase II)
- ⇒ respecter l'environnement et devenir la première usine au Maroc rejetant 0 carbone.

c- Stratégies :

A travers la stratégie « Renault 2016 : Drive the change », Renault cherche le maintien en Europe et la croissance à l'international.

Pour cela, RTM s'efforce à poursuivre la politique d'innovation et à renforcer l'image de la Marque Dacia à travers ses atouts et réseaux de relation avec ses clients. Aussi, RTM veut proposer des voitures fiables, confortables de haute qualité, mais avec un prix à la portée des différentes classes sociales.

d- Client :

- + Client Interne : Renault Maroc : Vente local
- + Client Externe : Renault ST : Export

3- ORGANIGRAMME (VOIR ANNEXE 1)

II- Présentation du département maintenance

1- MISSION DU DEPARTEMENT MAINTENANCE:

Le Département Maintenance générale et développement durable, s'étend sur un large périmètre couvrant toute l'usine, c'est un service de support Manufacturing. Elle a pour responsabilités essentielles de coordonner les activités de maintenance du site:

- Pilotage de la maintenance Process et de l'animation fiabilité des moyens.
- Le maintien en état du patrimoine.
- La gestion du magasin PHF et produits chimiques.
- Le management de l'environnement et développement durable.
- La production et la distribution des énergies et fluides du site.

2- LES METIERS DU DEPARTEMENT :

Le département maintenance regroupe 138 personnes qui exercent différents métiers tels que : **Fraiseurs .Tuyauteurs .Métalliers. Soudeurs .Approvisionnement. Automaticiens .Livreur Magasinier. Electromécanicien .Mécanicien .Hydraulicien .Roboticien .Homme documentation .Technicien fluide .Homme patrimoine .Homme réglementation. Homme pièce de rechange .Pilotage maintenance.**

3- ORGANIGRAMME DU SERVICE (VOIR ANNEXE 2)

B- Procédés de fabrication

I- Introduction :

La fabrication des véhicules chez Renault passe par un procédé comportant 4 étapes : emboutissage, tôlerie, peinture et montage. La carrosserie de la majorité des voitures est composée en grande partie de tôles d'acier. La première étape de la fabrication de la caisse est la réalisation d'emboutis qui sont ensuite assemblés pour constituer des unités. L'assemblage de ces unités constitue la caisse en blanc sur laquelle les ouvrants (portes et capot) sont montés avant que la caisse ne soit peinte. L'image ci-dessous présente une vue d'ensemble de la ligne de production d'une automobile.

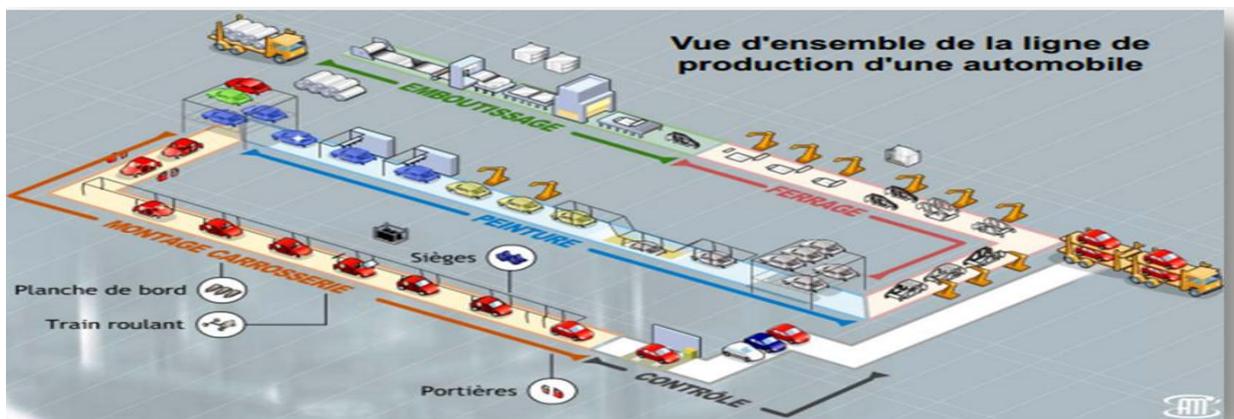


Figure (2-1) : Vue de la ligne de production

Pour plus d'explication, on va détailler chaque étape de fabrication, de la matière première jusqu'à le produit fini.

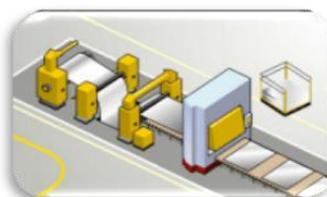
II- Les principales étapes de la production

1- Emboutissage :

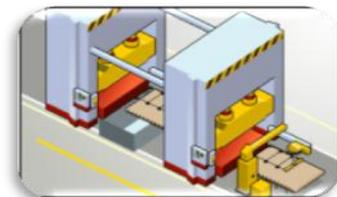
L'emboutissage est un procédé qui comporte 3 opérations : Déroulage des bobines, découpage des flans et enfin emboutissage des flans.



Déroulage des bobines



Découpage des flans



Emboutissage des flans

2- Tôlerie :

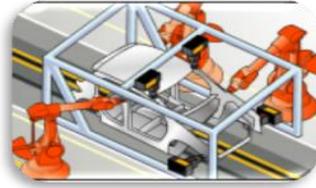
Les pièces de tôle issues de l'atelier d'emboutissage constituent un puzzle qu'il reste maintenant à assembler pour constituer la "caisse en blanc", prête à peindre. Ce stade comporte 4 opérations : assemblage de l'armature, assemblage des cotes de caisse, conformation géométrique et enfin assemblage de la caisse.



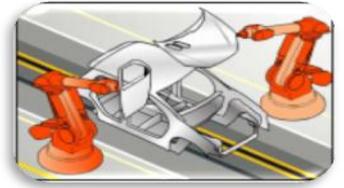
Assemblage de l'armature



Assemblage des cotes de caisse



Conformation géométrique



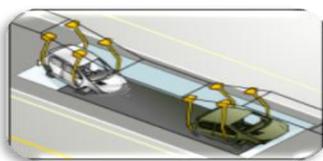
Assemblage de la caisse

3- Peinture :

La caisse, en provenance du département tôlerie, reçoit d'abord un revêtement anticorrosion complété par des cordons d'étanchéité. La caisse reçoit ensuite une couche de peinture dite "d'apprêt", sur laquelle est déposée la couche de laque qui donne au véhicule sa couleur définitive.

Dans ce stade, on peut classer les opérations en 2 classes, d'abord le traitement de surface de la caisse ensuite l'application de la peinture. Les caisses peintes seront classées par familles de teint dans des transstockeurs avant leur départ vers le montage

Première étape :



Traitement des caisses

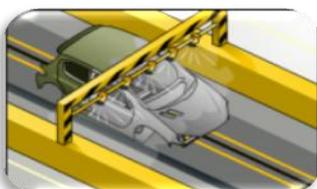


Application du MASTIC

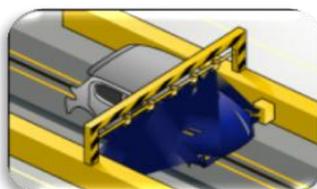


Pose des cordons d'étanchéité

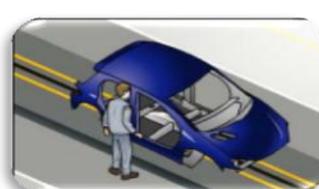
Deuxième étape :



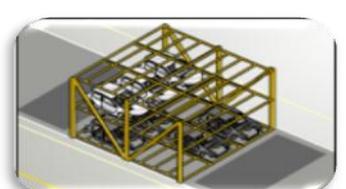
Pose des APPRTS



Pistolage des laques



Essuyage et control d'aspect



Transstockeurs

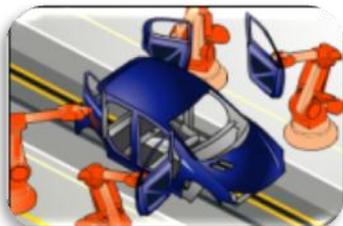
4- Montage :

A cette dernière étape du processus de fabrication, la caisse peinte reçoit successivement tous les équipements du véhicule : habillages, sellerie, circuits électriques, vitrages et bien entendu éléments mécaniques (moteur, boîte de vitesse...) produits sur un autre site.

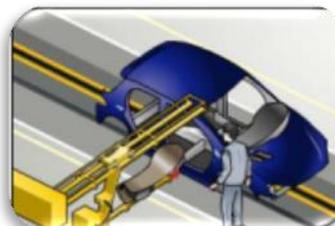
A l'entrée de la caisse dans l'atelier, les portes sont démontées afin de faciliter les opérations du montage puis elles partent sur une ligne parallèle pour y être préparées. Les images ci-dessous présentent en détail les différentes opérations effectuées dans ce stade.



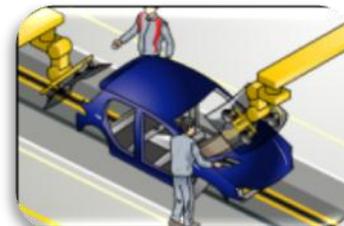
Repérage des caisses



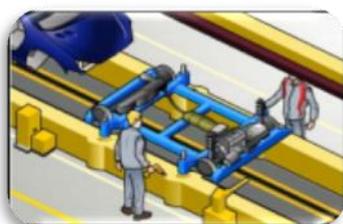
Démontage des portes



Pose de la planche de bord



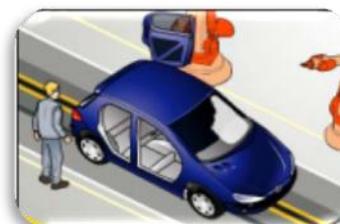
Pose du bard-brise



Coiffage



Habillage de la caisse



Montage des portes

5- Contrôle :

Le véhicule subit d'abord un contrôle complet de ses équipements électroniques (réglages des phares, vérification du fonctionnement des voyants, systèmes d'alerte, de sécurité, de confort...). Les véhicules déclarés conformes sont ensuite testés sur bancs de roulage ou sur pistes pour vérifier le bon fonctionnement de tous leurs organes mécaniques. A chacune de ces étapes, les éventuels défauts sont aussitôt corrigés.

Une fois contrôlés, les véhicules seront livrés à leurs clients tout en respectant les trois points coût, qualité, délai.

C- Les impacts sur l'environnement

Les impacts sur l'environnement de RTE sont réduits à des niveaux jamais atteints pour une usine de carrosserie montage :

- aucun rejet d'eaux usées d'origine industrielle n'est émis dans le milieu naturel et le prélèvement des ressources en eau pour les Process industriels est réduit de 70 %.
- les émissions de CO₂ sont réduites de 98 %, soit environ 135 000 tonnes de CO₂ évitées par an.

En reconnaissance de ces résultats, Renault a été primé lors de la cinquième édition des « Sustainable Energy European Awards 2011 », organisée par l'Union Européenne dans la catégorie « Production ».

I- Procèdes de traitement des effluents et des rejets atmosphériques

1- Traitement des effluents liquides :

La station physico-chimique reçoit l'ensemble des eaux industrielles du site. La charge polluante est principalement due aux eaux usées des ateliers peinture et ateliers traitement de surface.



Figure (3-1) : station physico-chimique

2- Traitement des émissions atmosphériques :

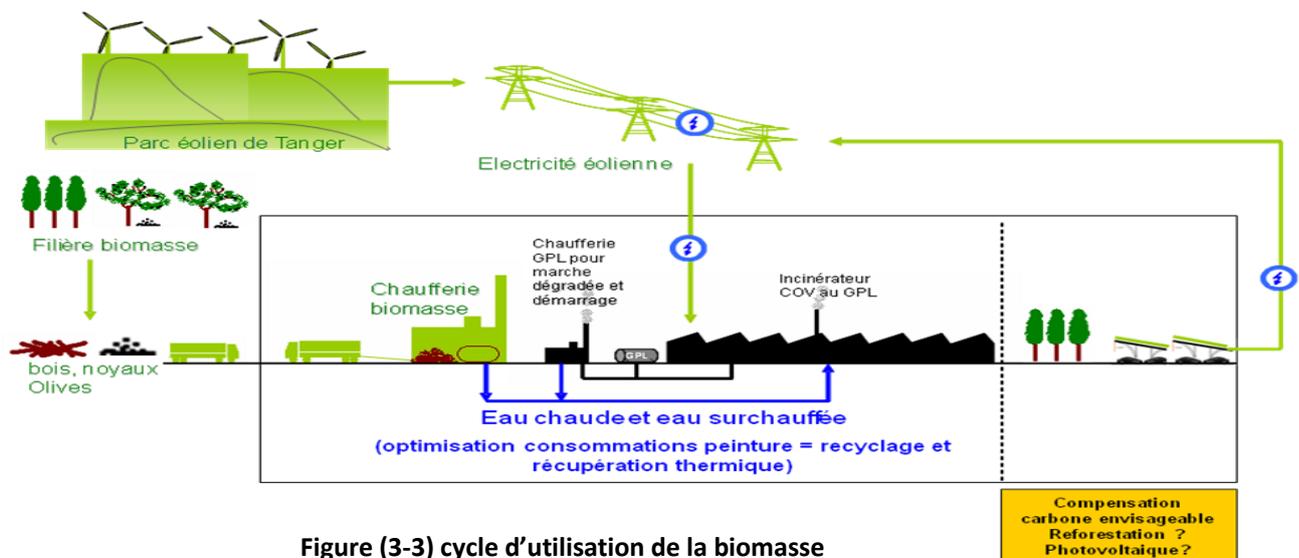
Les émissions atmosphériques proviennent de deux sources ; les ateliers de traitement de surface/cataphorèse et les ateliers de peinture. Les émissions de cataphorèse sont détruites par traitement thermique dans l'étuve de cuisson de la cataphorèse. Les émissions de traitement de surface sont minimisées par utilisation de procédés performants.



Figure (3-2) : station de traitement des émissions atmosphériques

II- Usine de Tanger zéro carbone :

Les émissions de CO₂ de l'usine de Tanger sont réduites de 98% (par rapport à une usine équivalente d'une production de 400 000 véhicules), ce qui correspond à 135 000 tonnes de CO₂ évitées par an, grâce à l'optimisation des consommations d'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables. Les quelques tonnes restantes sont compensées soit par l'achat de crédit carbone, soit par la production d'énergie renouvelable.



Veolia Environnement et Renault ont identifié ensemble un système de production d'énergie thermique Zéro CO₂. Des chaudières biomasse fournissent l'eau surchauffée (à haute pression) nécessaire, entre autres, aux étuves du Process en peinture, ainsi que l'eau chaude alimentant le chauffage des autres Process industriels et la ventilation de l'air des bâtiments du site. La chaudière biomasse brûle, pour partie, des noyaux d'olives d'origine locale. Le reste du combustible est constitué dans un premier temps de bois d'eucalyptus importé par bateau d'Europe du Sud, puis d'ici 4 ans de bois d'eucalyptus en courte rotation cultivé au Maroc.

Grâce au développement des énergies renouvelables au Maroc, l'Office National d'Electricité (ONE) du Maroc assure 100 % des besoins en électricité du site en énergie éolienne, hydraulique...

D- Cahier de charge

Dans cette partie, on présentera d'une part le cahier de charge du projet tout en détaillant les spécifications exprimées par l'organisme d'accueil. D'une autre part, on présentera la zone de réalisation du travail au sein du département Maintenance centrale

I- Acteurs du projet

Maître d'ouvrage

Renault Tanger Exploitation

Maître d'œuvre

La faculté des sciences et technique Fés, Master Ingénierie Mécanique, Présentée par CHAYBI Ilham et BENKIRANE Wiame.

Avec le suivi et l'encadrement de :

Mr. HAKIM Nouredine : Tuteur Entreprise

Mr. ELKHALFI Ahmed : Encadrant pédagogique

Contexte pédagogique

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de fin d'étude en tant qu'étudiants en Master.

Au cours de ce stage, nous devons mettre en place nos acquis pour résoudre des problèmes et trouver des solutions pratiques, et essayer par cette assistance de bien comprendre ce qu'est une gestion du temps, des conflits, ainsi que la gestion des personnes au sein d'une entreprise.

Besoin exprimé

L'entreprise Renault Tanger Exploitation est toujours en phase projet, raison pour laquelle on nous a confié comme mission, le travail sur deux projets différents au sein du service maintenance.

Le premier étant l'étude complète d'un circuit d'eau surchauffée (en décrivant toutes les composantes), la réalisation d'un bilan thermique et l'optimisation de l'énergie thermique

Le deuxième étant l'étude d'un circuit d'eau glacée en tenant compte des échangeurs et leurs capacités maximales et l'optimisation de l'énergie frigorifique.

Chapitre II

Circuit eau surchauffée

Analyse
fonctionnelle

Etude du
circuit ES

Calcul

Solutions et
conclusion

A- Analyse fonctionnelle

I- Problématique

L'usine RTE s'est engagée dans la politique de zéro CO2, mais le problème qui existait était le besoin d'eau surchauffée « liquide » pour le chauffage des étuves de peinture en tenant compte la condition de zéro CO2, ce problème s'est résolu à l'aide de l'installation Biomasse. Mais cette installation n'est pas toujours en marche et on utilise souvent le gaz pour chauffer les étuves. C'est pour cette raison que les gens de la Maintenance ont décidé de comprendre et étudier le circuit, de faire un bilan thermique et de voir la possibilité d'optimiser l'énergie thermique.

Notre 1^{er} sujet vient dans ce cadre, donc, nous allons étudier le circuit eau surchauffée, faire un bilan thermique théorique et pratique et enfin essayer d'optimiser l'énergie thermique de point de vue consommation Biomasse

II- Mise en situation

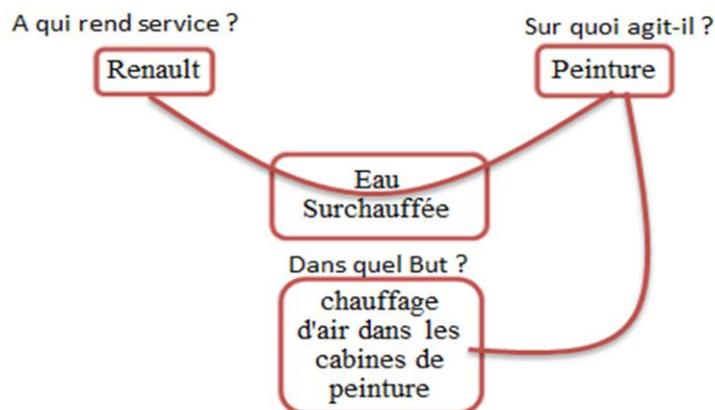


Figure 1-1 : Diagramme Bête à corne

III- Fonctions/exigences Principales :

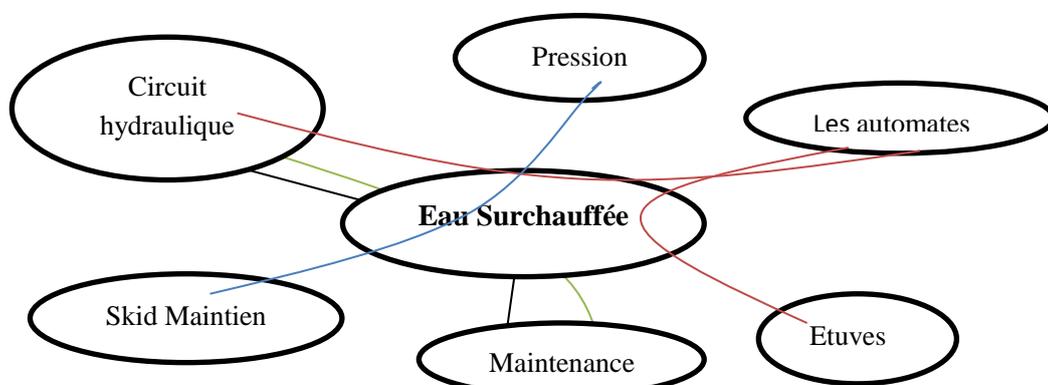


Figure 1-2 : Diagramme Fonctions/exigences

1- Fonctions principales :

F1 : chauffage F2 : garder haute pression F3 : Maintenir le circuit en marche

2- Exigences Principales :

E1 : protéger les composants du circuit E2: Maintenance préventive et corrective

IV- Arbre fonctionnelle (voir Annexe 3)

1- Fonctions de service

⇒ Fonctions de service principales

F1 : Maintenir la pression à 34 bars

F2 : Maintenir la température à 220°C

F3 : Maintenir la qualité d'eau

⇒ Fonctions de service complémentaires

FC1 : Transmettre toutes les informations concernant les différents capteurs pour suivre le comportement d'ES

FC2 : Contrôler la pression et la température depuis une interface de supervision

2- Fonctions de Contraintes

C1 : Avoir un système suffisamment grand pour être implanter sur tout le site Renault ;

C2 : Avoir un système suffisamment robuste pour résister aux vibrations ;

C3 : Avoir un système suffisamment réactif pour faire face aux changements environnementaux ;

C4 : Avoir un système suffisamment performant pour résister à la haute pression (40bar) ;

C5 : Avoir des capteurs suffisamment fiables pour éviter la vaporisation d'eau ;

C6 : Le contrôle via PC-View doit toujours être possible ;

V- Cahier de charge :

1- Conditions et limites de fonctionnement :

Réseau d'alimentation en eau chaude - Eau surchauffée ;

Pression de fonctionnement : 36bar ;

Température de fonctionnement dans ligne d'alimentation : 220 °C ;

Température de fonctionnement dans ligne de retour : 200 °C ;

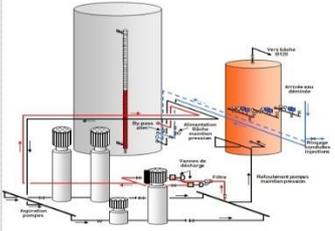
Pression maximum admissible : 40bar ;

Pression de fonctionnement minimum : 34bar ;

Température maximum admissible : 230 °C ;

2- Composants du circuit :

⇒ Composants primaires

Composant	Image	• composition
Groupe Maintien Pression à 4 pompes		<ul style="list-style-type: none"> • Bâche • 4 pompes • 2 vannes dévoreuses • Bâche tampon • Capteurs • Sondes température et pression
Chaudière		<ul style="list-style-type: none"> • Le silo de stockage • Le convoyeur • Le décentrage automatique • Les filtres •
Etuve		<ul style="list-style-type: none"> • • Convoyeur (entré/sortie véhicule) • Entré/sortie air • •
Tuyaux		<ul style="list-style-type: none"> • Circuit allé • Circuit retour • Calorifuge • •

Tab 1-1 : Composants d'un circuit ES

⇒ composants secondaires

✓ Pompes



✓ Sondes de température et de pression



✓ Vannes et électrovannes



✓ Thermomètre et manomètre



B- Etude circuit ES

I- Présentation du circuit Eau Surchauffée

1- Descriptif du fluide :

L'eau surchauffée est utilisée pour le chauffage ou dans l'industrie (lavage, pasteurisation, etc.) On considère l'eau comme surchauffée lorsqu'elle se trouve à l'état liquide à une température supérieure à 110°C (on parle également d'eau chaude haute température). L'eau surchauffée est généralement utilisée jusqu'à $180\text{-}225^{\circ}\text{C}$.

L'eau surchauffée doit rester dans l'état liquide mais à 225°C l'eau s'évapore, donc la solution était d'augmenter la pression à 36bar selon le graphe logarithmique suivant :

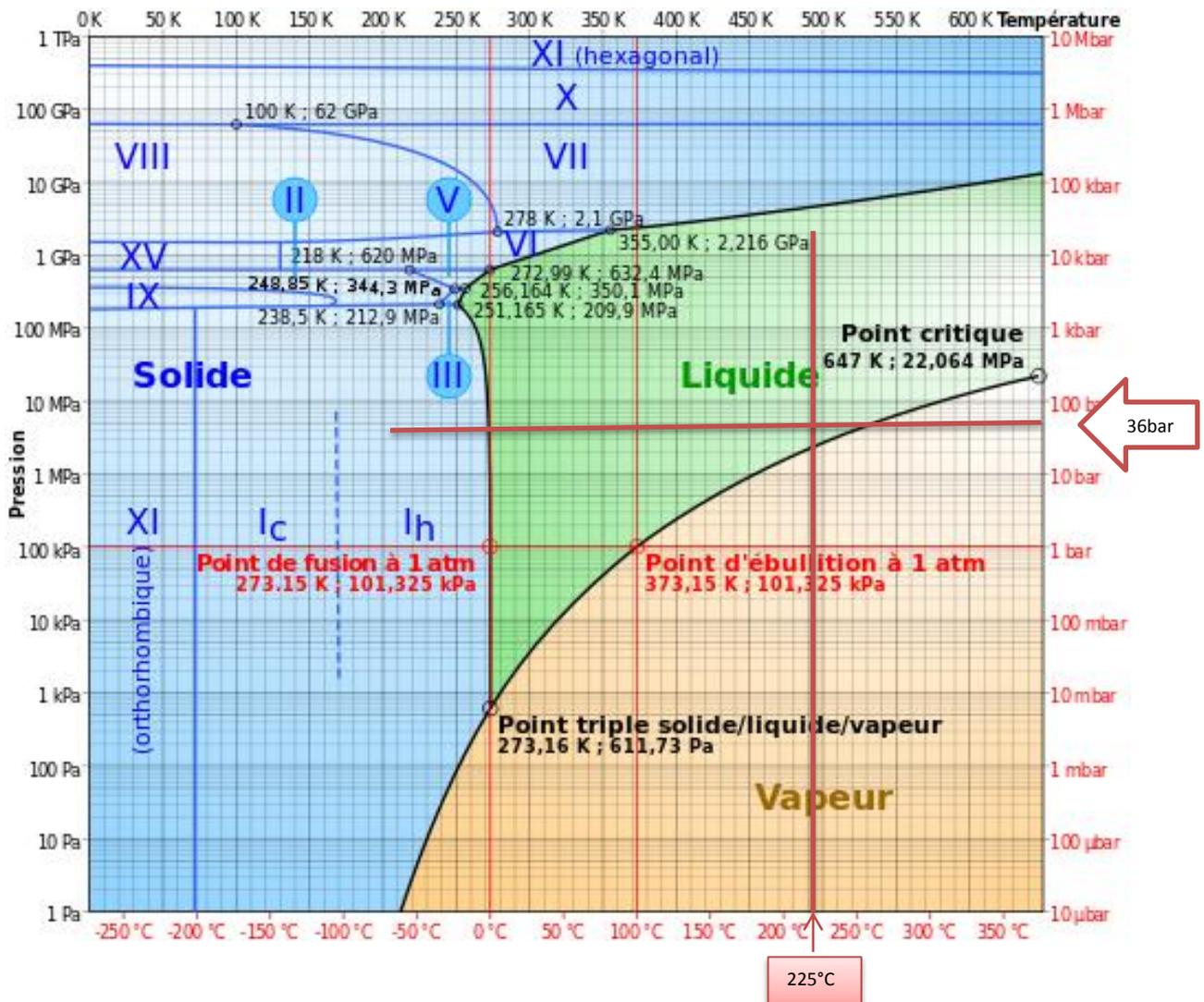


Figure 2-1 : graphe logarithmique Température/pression

2- Synoptiques

Circulation des fluides à Renault

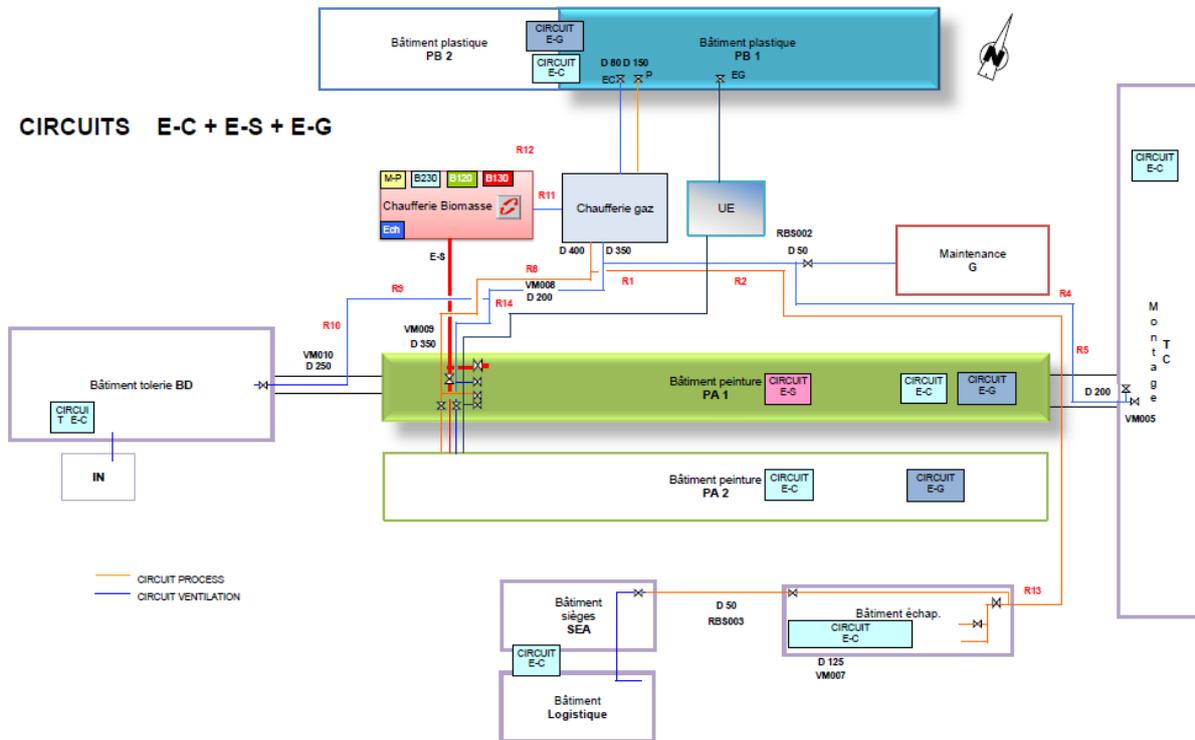


Figure 2-2 : synoptique circulation fluide

Circulation d'eau surchauffée

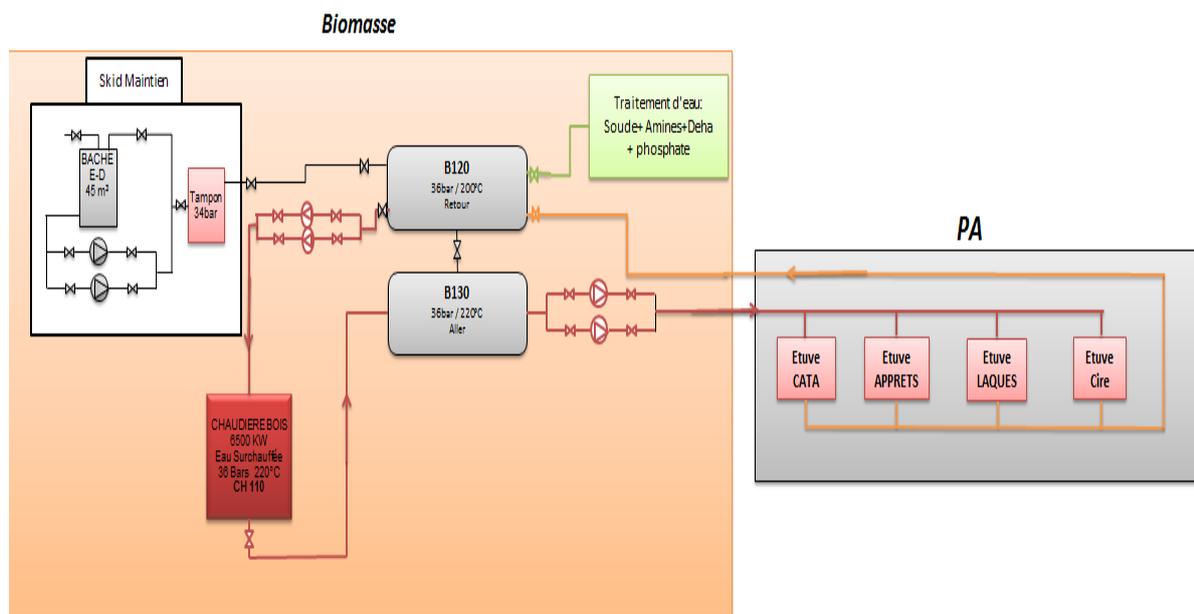


Figure 2-3 : synoptique circulation ES

II- Description des composants du circuit

1- Maintien Pression

Les moyennes et grandes installations de chauffage à eau surchauffée sont de plus en plus souvent équipées de systèmes de maintien de pression spéciaux de différents modèles. Ces systèmes maintiennent la pression nécessaire dans les limites prescrites et compensent les variations de volume éventuelles en modifiant la température de l'eau de chauffage.

a- Synoptique

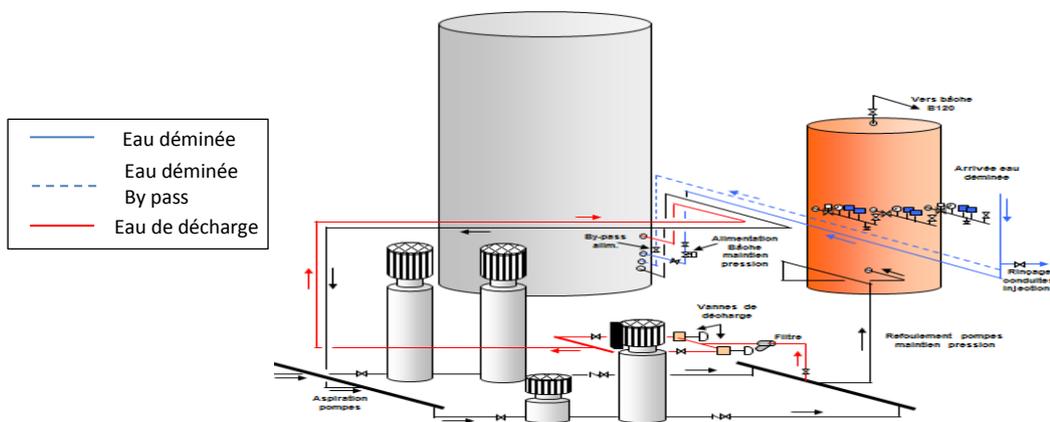


Figure 2-4 : synoptique Skid maintien pression

b- Fonction

La fonction d'un groupe de maintien de pression d'eau surchauffée est de maintenir une pression constante dans la boucle ; Il assure :

- le remplissage en eau du circuit
- la mise sous une pression suffisante du réseau de telle façon, que l'eau du circuit reste, en tout point, en phase liquide
- la libre dilatation de l'eau du réseau de telle façon que la pression dans le réseau ne dépasse pas une pression de marche maximale prévue
- la récupération de l'eau provenant de la dilatation

c- Principe

- ◆ Lorsque l'installation monte en température, la pression augmente. Les déverseurs envoient alors l'eau dans la bache.
- ◆ Lorsque la température et la pression diminuent, la ou les pompes de la ligne 1 se mettent en marche afin de conserver la pression de consigne requise.
- ◆ Lorsque la température et la pression diminuent plus, les pompes de la ligne 2 ne se mettent en marche.
- ◆ Un système de capteurs de niveau permet le remplissage automatique de la bache, ainsi que l'arrêt pompe(s) en cas de niveau trop bas. Le régulateur assure le maintien de la consigne et gère les défauts éventuels.

d- Logigramme

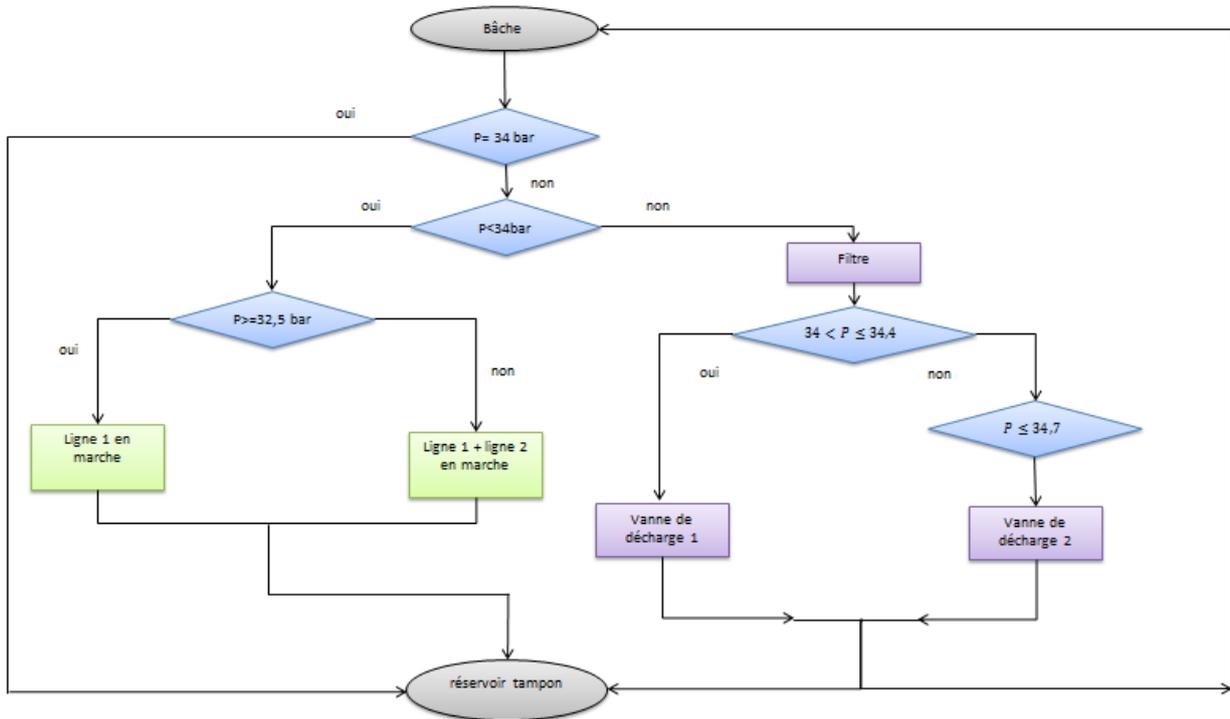


Figure 2-5 : Logigramme du fonctionnement d'un skid Maintien

Pour les caractéristiques des composants du skid maintient pression voir Annexe 4

2- Chaudière biomasse

a- Les éléments techniques composants une chaufferie bois :

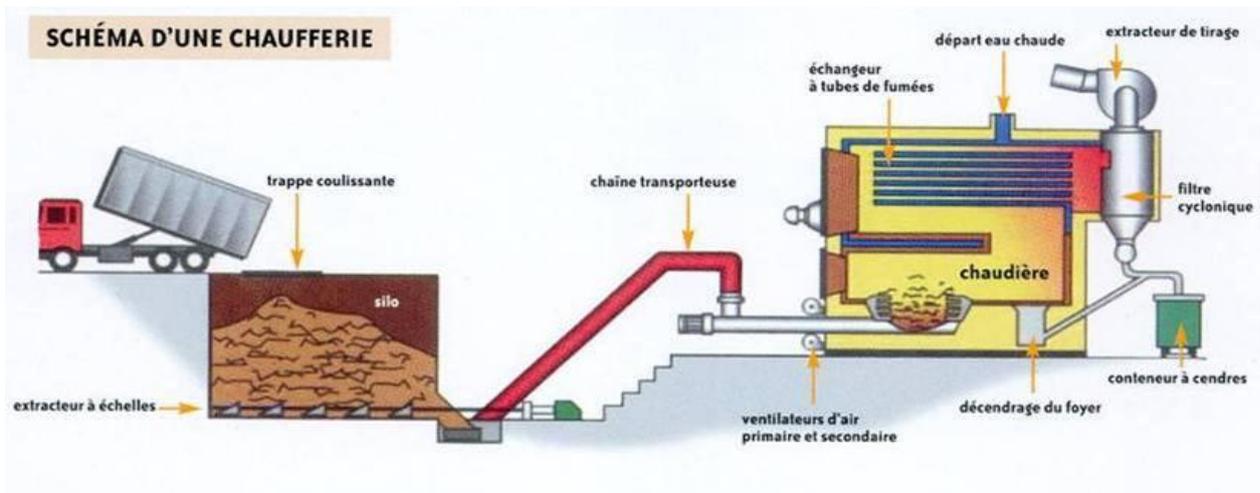


Figure 2-6 : Schéma d'une chaufferie

- ◆ Le silo de stockage : Situé à proximité immédiate de la chaufferie, le silo permet l'alimentation de la chaudière et assure une autonomie de plusieurs jours à plusieurs semaines.
- ◆ L'alimentation automatique de la chaudière : Le combustible bois est convoyé du silo à la chaudière soit par un tapis roulant (combustible grossier type écorce), soit par une vis sans fin (combustible homogène type plaquette).
- ◆ Le décendrage automatique : Un système de vis sans fin permet de récupérer les cendres du foyer : elles sont versées automatiquement dans un conteneur qui, en général, est à vider une fois par semaine (les cendres représentent 1 à 2% du volume de bois brûlé).
- ◆ Les fumées : Des dépoussiéreurs efficaces permettent de respecter les normes en vigueur concernant les rejets de gaz. Les filtres multicyclones permettent de répondre à la réglementation pour des puissances de chaufferies inférieures à 2 MW.
- ◆ La régulation électronique : Reliée à des sondes et à des capteurs, elle permet de régler et de contrôler, en fonction des besoins, la puissance de la chaudière, les paramètres de la combustion, l'alimentation du combustible, le décendrage et l'extraction des fumées.

b- Description de la chaudière



La chaudière utilisée dont le chauffage d'eau à 225°C est une chaudière automatique en bois ou noix d'olive. C'est une chaudière dont le combustible est amené dans le foyer de manière automatique, sans intervention humaine manuelle. Le bois et les noix d'olive constituent ici le combustible. Elle est composée de quatre parties :

- **Le foyer** : Le foyer est complètement intégré dans la chaudière: les parois et le toit de la chaudière sont intégralement refroidis par les tubes d'eau de la chaudière.
- **La partie radiation** : La partie radiation permet de refroidir les fumées en dessous de la température de fusion des cendres, avant qu'elles n'entrent dans la partie tubes à fumées.
- **La partie convection** : Une partie convection en simple faisceau tubulaire horizontal refroidit les fumées rapidement par convection.
- **L'économiseur** : Dans l'économiseur, les fumées sont refroidies jusqu'à la température de sortie de la chaudière...

3- Les étuves

Les étuves sont des installations destinées à la cuisson de peinture au séchage ou au traitement thermique.

Pourquoi les étuves ?

- Pour accélérer le séchage des peintures liquides
- Pour effectuer un traitement thermique



Principe

Le principe des étuves consiste à souffler de l'air chaud sur la surface des pièces. L'air est mis en mouvement par des ventilateurs. Pour garantir un transfert optimum de la chaleur à la surface des pièces, il convient d'assurer un débit d'air important à l'intérieur de l'étuve.

Le chauffage de l'air peut être obtenu par :

- batterie électrique
- échangeur de chaleur avec brûleur gaz,
- brûleur gaz veine d'air,
- **échangeur alimenté en thermo fluide « eau surchauffée »**

Circulation d'eau surchauffée dans les étuves

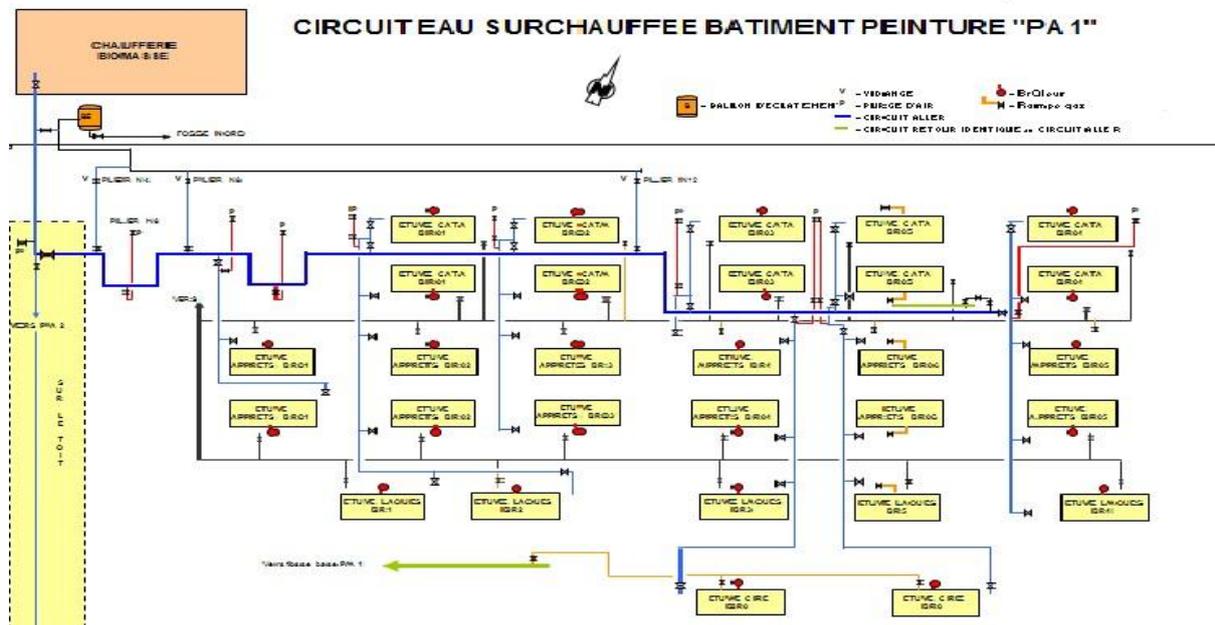


Figure 2-7 : circulation ES dans le bâtiment PA

C- Calcul

I- Bilan thermique

1- Données

D'après l'étude déjà faite dans le circuit l'eau surchauffé, ils sont pris comme valeur des pertes :

- Pertes par fuites : 0,5%
- Pertes par la distribution 3%

2- Formule

$$P = Q \times C_p \times \Delta T$$

Il est obligatoire d'avoir au minimum trois des quatre paramètres pour faire la sélection :

- P : Puissance frigorifique nécessaire en kW
- Q: Débit de liquide en m³/h
Cp : Chaleur spécifique en fonction de l'eau (pour l'eau Cp= 4,18 kJ/kg°k)
- ΔT : Différence de température Entrée/Sortie liquide en °C
-

Afin d'exprimer une puissance en kW en fonction d'un débit d'eau en m³/h et Δ T en °C

$$\frac{4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}}{3600\text{s}} \times 1000 \cong 1,1611 \text{ Soit utilisation simplifiée } 1,16$$

$$P(Kw) = 1,16 \times \frac{m^3}{h} \times \frac{4,18Kj}{Kg^\circ K} \times ^\circ K$$

3- Etude théorique

Besoin thermique

Eau Surchauffée		
	Besoin	Q à produire
Ph 1	3130	3244
Ph 2	3130	3244
Total	6260	6487

perdes par les fuites 0,5%

perdes par la distribution 3,0%

Capacité thermique maximale

capacité thermique max (KW)				
	Cata	Apprêts	Laques	Cire
Br01	1080	600	500	240
Br02	760	660	280	350
Br03	780	480	420	
Br04	840	740	420	
BR05		840		
Total	3460	3320	1620	590
8990				

Le besoin max des étuves :

Les étuves se mettent en marche du 5h à 23h → 75% de la journée (18h)

$$\text{Besoin max} = 8\,990 \times 18 = 161\,820 \text{ KWh}$$

Selon l'étude du projet

$$\text{Besoin} = 3\,244 \times 18 = 58\,392 \text{ KWh}$$

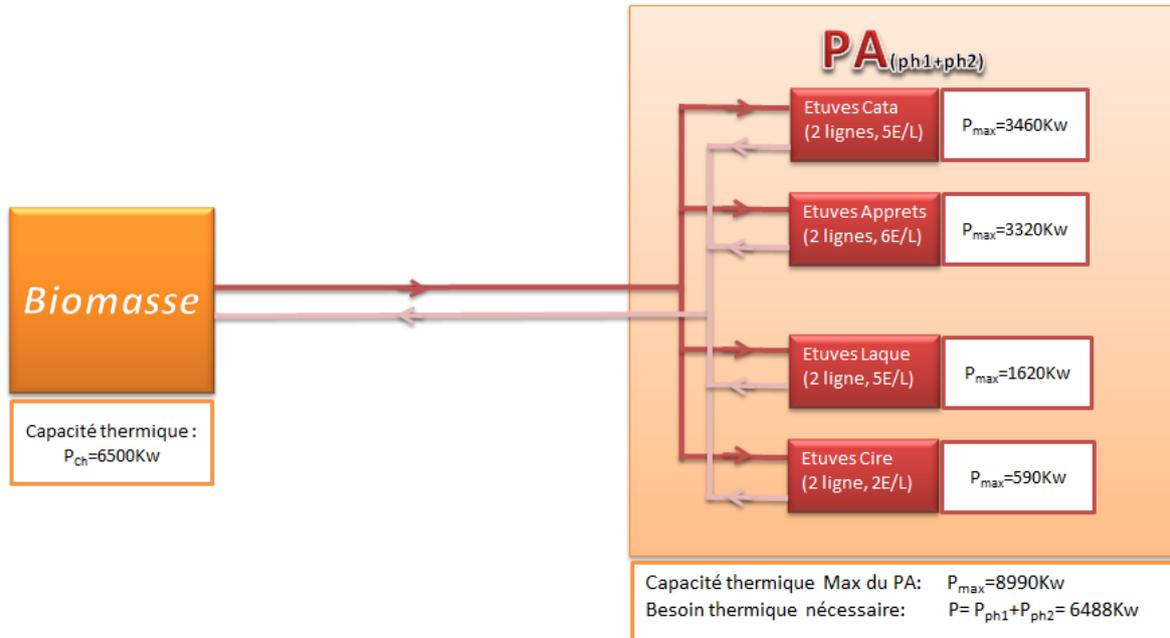


Figure 3-1 : Bilan thermique

4- Etude pratique :

Dans le document d'Excel (Annexe 5) on trouve un suivi fait pour le calcul de la consommation et production dans le but de calculer à la fois le rendement de la chaudière biomasse, le rendement de la consommation de l'eau surchauffé, l'optimisation de l'émission de CO2 ainsi que l'optimisation coté prix

Selon cette annexe le bilan thermique est :

Une production de 6MW et une consommation de 3,5MW



II- Optimisation d'énergie

1- Théorique

Pour produire le besoin qui est de l'ordre de **58 392 KWh**

- Gain coté émission de CO₂ :

En utilisant le bois : $m = \frac{58\,392}{4,3} = 13\,580 \text{ Kg}$

En utilisant les noix d'olive : $m = \frac{58\,392}{4,7} = 12\,424 \text{ Kg}$

Pour avoir la même énergie thermique en utilisant le Gaz : $m = \frac{58\,392}{12,78} = 4\,570 \text{ Kg}$

D'où une émission de CO₂ égale à $4570 \times 0,23 = 1051,1$

- Gain coté montant à payer :

En utilisant la biomasse $M = \frac{58\,392\text{Kwh} \times 25\text{€}/\text{Mwh}}{1000} = 1460 \text{ €}$

En utilisant le gaz $M = \frac{58\,392\text{Kwh} \times 100\text{€}/\text{Mwh}}{1000} = 5839 \text{ €}$

D'où un Gain= 4379€

2- Pratique

- Après le suivi de la consommation de la biomasse fait pour les mois de Février et mars on obtient le graphe suivant :

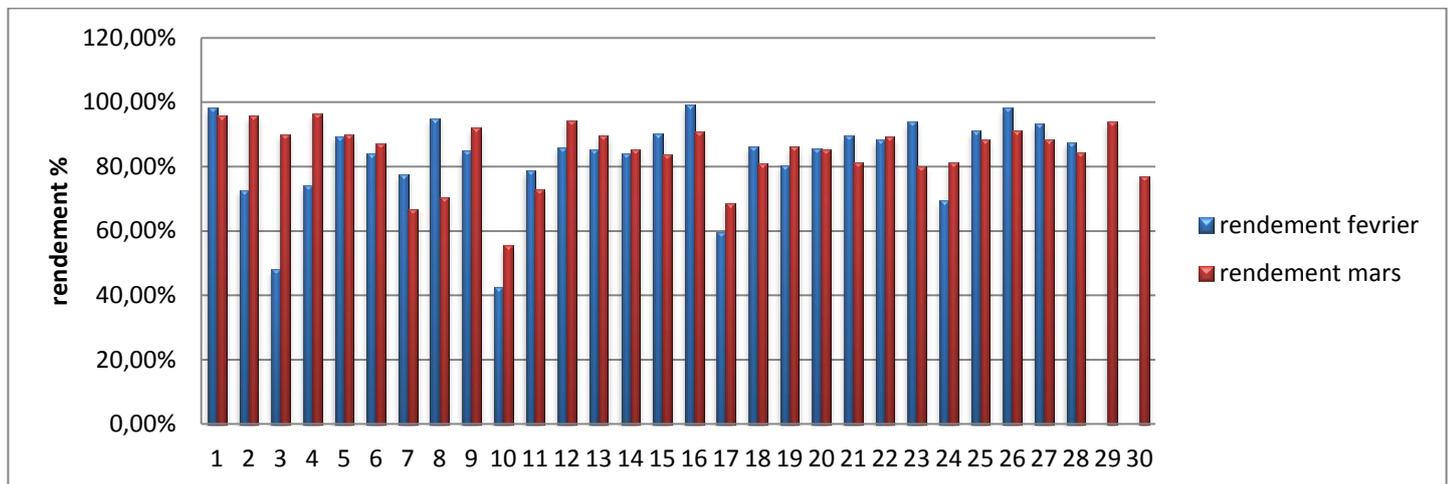


Figure 3-2 : suivi rendement de la chaudière

⇒ Le rendement de la chaudière (production eau surchauffée/consommation Biomasse) est de l'ordre de 85%

On conclut que la chaudière est en bon fonctionnement en point de vue consommation de bois et de noix d'olive.

- Dans le même suivi (Annexe 5) on fait une comparaison entre la production et la consommation d'eau surchauffée qui apparait dans le graphe suivant :

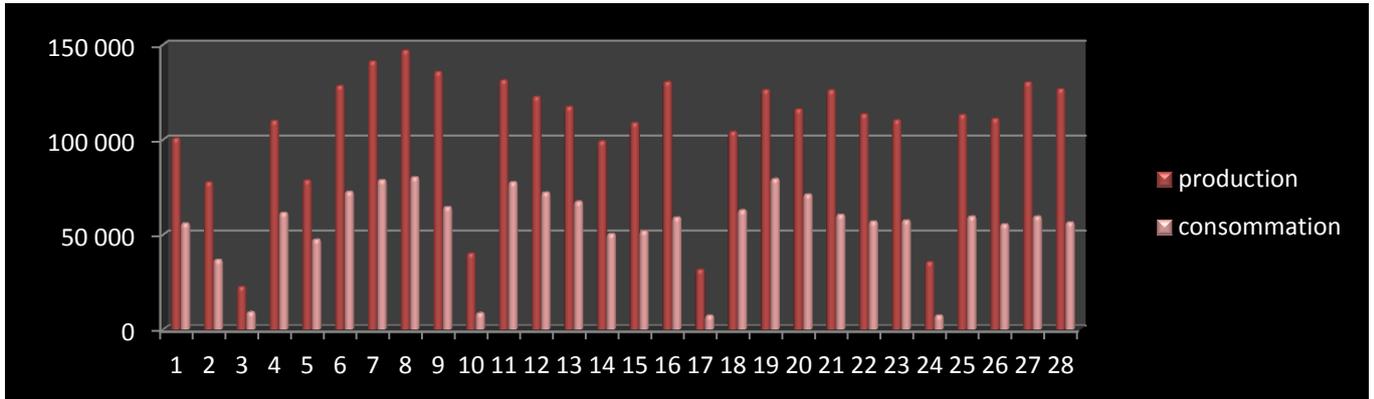


Figure 3-3 : suivi production/consommation (Février)

Le rendement de la consommation d'eau surchauffée dans les étuves est de l'ordre de 68%
 On conclut qu'il y a une perte importante dans l'énergie thermique
 Pour s'assurer de ce résultat, il était utile de faire un suivi pour le mois de mai aussi
 D'où on obtient le graphe suivant :

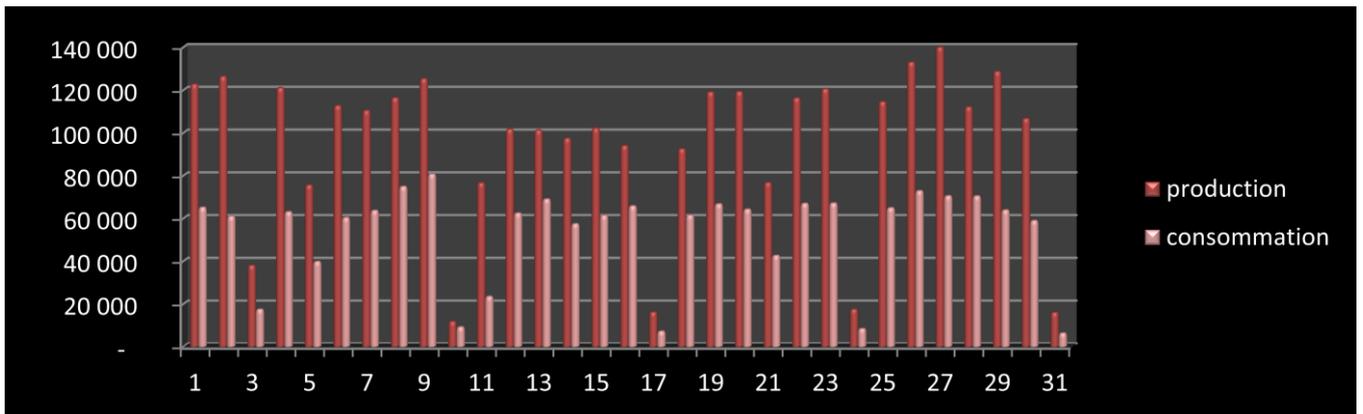


Figure 3-4 : suivi production/consommation (Mars)

On remarque qu'on obtient toujours la même chose : une perte important de l'énergie
 ⇒ Donc la production d'eau surchauffée est plus que le besoin, dans ce but on était mené à calculer le besoin thermique pour la peinture d'un seul véhicule

La formule du calcul de besoin réel est : $Br = \frac{Consommation}{(1-Perte\%)} \times 140\%$

(Perte= 3,5%, 140% parce que la chaudière travail 40% dans la nuit)

D'où on obtient que pour fabriquer une voiture on a besoin en moyen de 273Kwh



Tant que Renault travail avec le système « juste à temps » on peut toujours faire un petit calcul pour savoir la quantité d'eau surchauffée dont on a besoin

$$\text{Besoin} = \text{nbr de veh} \times 273 \times 140\%$$

D'où on peut optimiser $\approx 20\,000\text{ Kwh}$ C.-à-d. : 655 Euro/jr

Coté gaz :

Les gains obtenus grâce à l'utilisation de la biomasse à la place du Gaz

- Un gain pour l'environnement : 1415Kg/jr d'émission de CO2 à était réduit à 0Kg

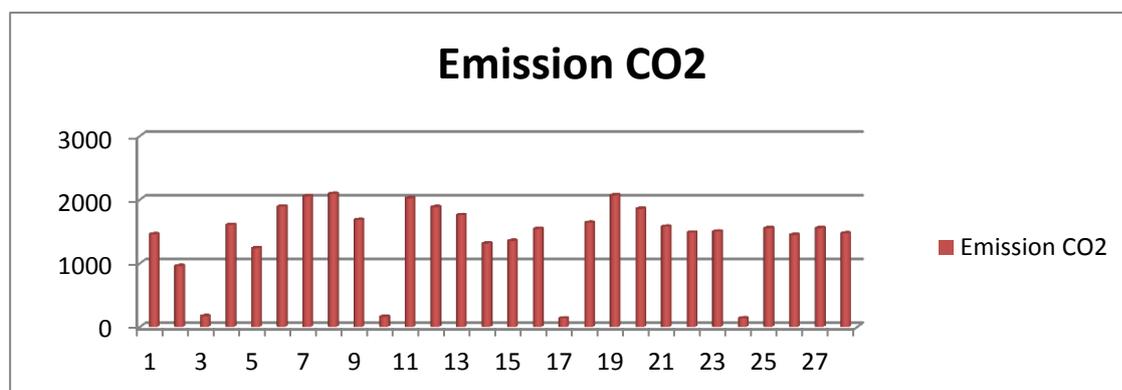


Figure 3-5 : Optimisation d'émission CO2

- Un Gain coté prix :

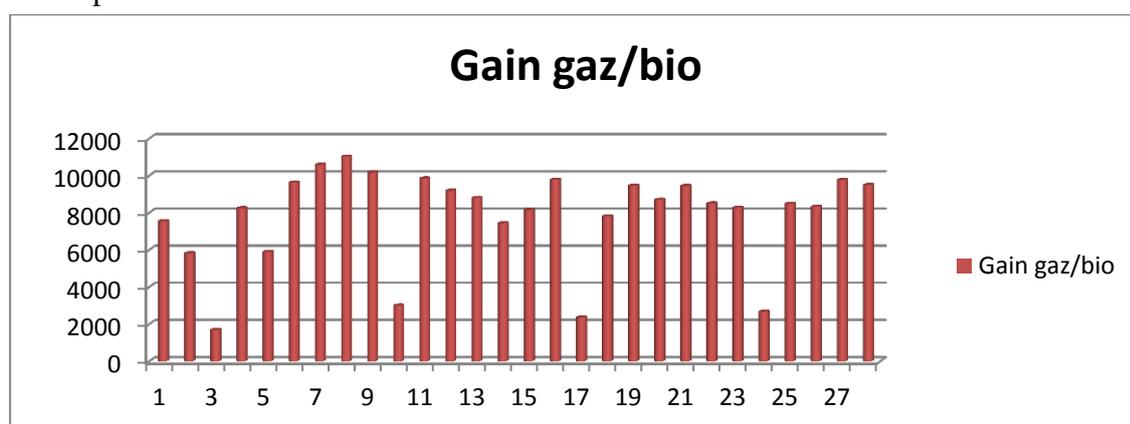


Figure 3-6 : Gain gaz/bio

Si on utilisait le gaz, Renault devait payer à Veolia pour le mois de février : 293 522 Euro
Grâce à la biomasse on a payé : 73 380 euro c-à-d. **un Gain de 22 0141 euro**

D- Solutions et conclusion

I- Solution proposée

1- Problématique

D'après les calculs faits dans le chapitre précédent, une prise en compte de la production journalière des véhicules devient nécessaire pour optimiser la consommation de la Biomasse. D'où l'utilité d'une calculette qui donne une vue globale sur le besoin d'énergie thermique

2- Proposition

La proposition faite pour résoudre ce problème et de créer une calculette sous un programme VB

VB : Langage de programmation propriétaire Microsoft permettant de développer des applications pour Windows. Son nom provient des similitudes de ce langage avec le langage Basic auquel il apporte un environnement de développement visuel. Ce langage est le plus répandu dans l'industrie aux Etats-Unis devant le langage C++ et le Cobol. Il offre l'avantage de développer des applications "assez rapidement" et d'intégrer des modules externes, mais présente l'inconvénient de ne pas être portable sur les environnements non-MS.

3- Programme

```
Public Class Form1
    Private Sub Label6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Label6.Click

        End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
        Dim x As Integer
        x = Me.txt1.Text * 273 * (1.4)/(1-0,035)
        Me.txt2.Text = x
        Me.txt3.Text = x / (4.3)
        Me.txt4.Text = x / (4.7)
        Me.txt5.Text = (x * 25) / 1000
        Me.txt6.Text = (x / (12.78)) * 0.23
    End Sub

    Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        End Sub
End Class
```

4- Application

On obtient l'application suivante :

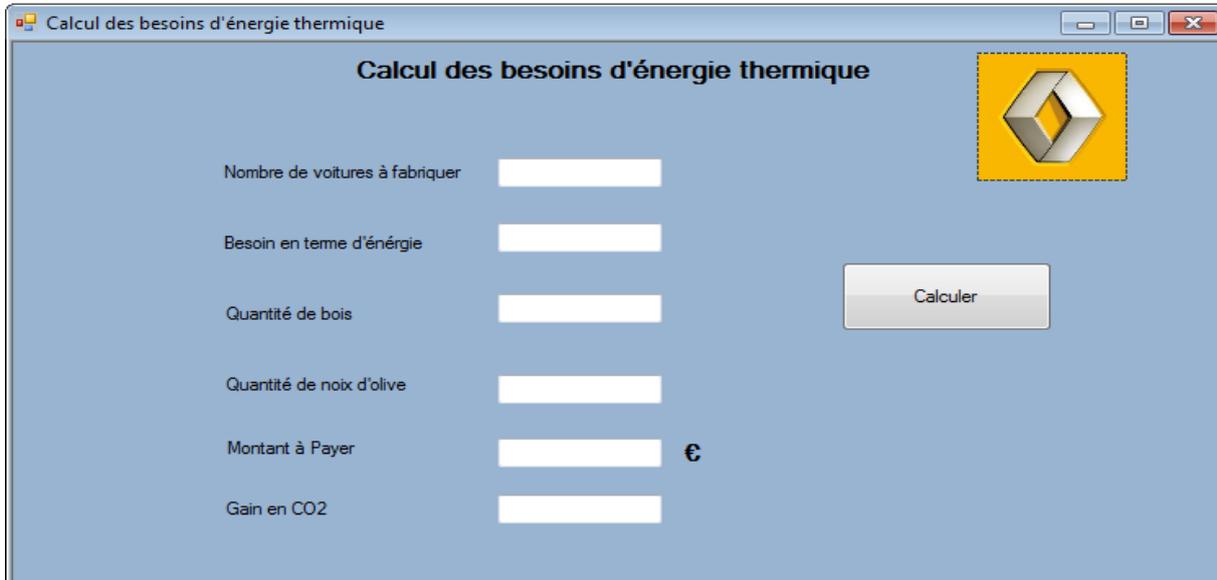


Figure 4-1 : application VB

II- Conclusion

L'installation du circuit d'eau surchauffée Liquide à 225°C , étant la 1^{ière} installation de ce type en Afrique, nous a permis de comprendre plusieurs choses en ce qui concerne la mécanique des fluides.

D'après l'étude que nous avons fait, nous devons déclarer que Grâce au partenariat de Renault et Veolia et la consommation de la biomasse au lieu des gaz , **les impacts sur l'environnement de l'usine Renault de Tanger sont réduits à des niveaux jamais atteints pour une usine de carrosserie montage :**

⇒ les émissions de CO2 sont réduites de 98 %, soit environ 135 000 tonnes de CO2 évitées par an;

Mais le problème qui restait était la consommation énorme de la biomasse, qui est claire dans les suivis que nous avons fait, d'où la solution proposée « la calculette ».

Après l'intégration de notre calculette dans le système RTE, nous avons suivi la faisabilité de notre solution, chose qui était bien claire après une optimisation énorme de l'énergie

Chapitre III

Circuit eau Glacée

Analyse
fonctionnelle

Etude du
circuit EG

Calcul

Solutions et
conclusion

I- Problématique

Comme le besoin de chauffer les étuves de peinture, le Process peinture à besoin d'être refroidi. Dans ce but on trouve une grande installation d'eau glacée qui joue le rôle d'un caloporteur. Ce caloporteur entre dans le circuit en tant qu'eau adoucie qui perd la chaleur dans un échange thermique avec le Fréon R134a, et qui continue son chemin vers les échangeurs pour refroidir les différents types de produits de peinture.

Mais le problème qui intervient toujours pour la maintenance est le manque de documentation, de plan ainsi que des données en ce qui concerne ce circuit et aussi les problèmes de perte de charge et du mélange de peinture avec l'eau de retour.

Dans ce but, on nous a proposé comme 2^{iem} Sujet de notre stage l'étude du circuit eau glacée, faire le bilan thermique, voir la possibilité d'optimisation d'énergie et enfin, essayer de trouver des solutions pratiques pour résoudre les problèmes cités avant.

II- Mise en situation

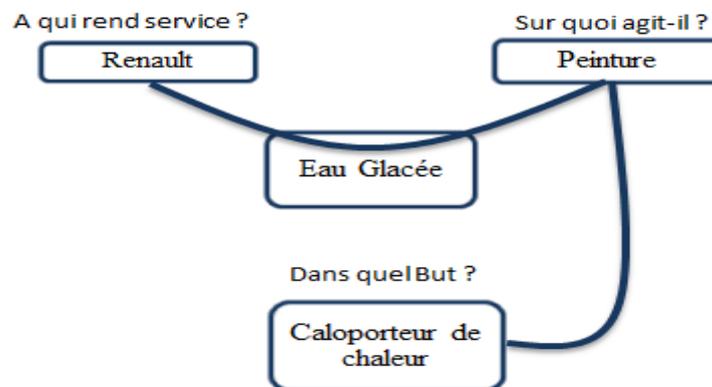


Figure 1-1 : Diagramme Bête à corne

III- Fonctions/exigences Principales

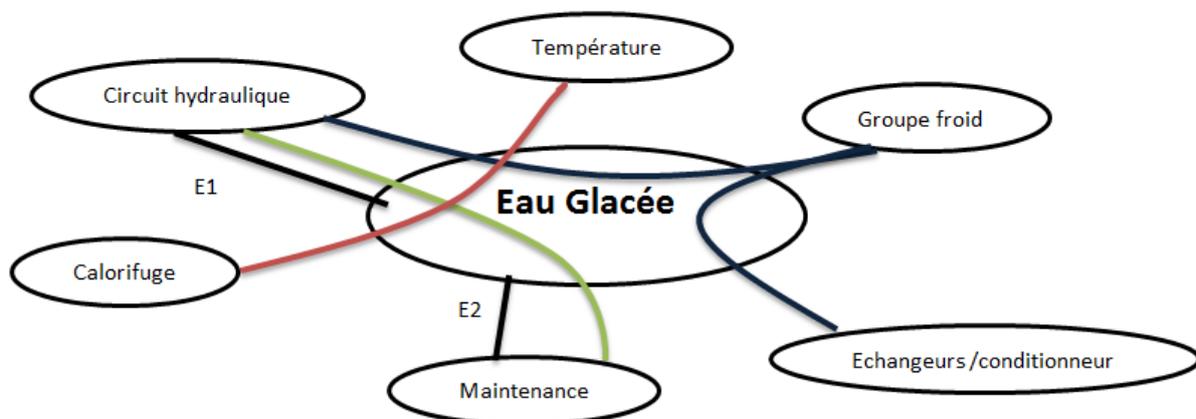


Figure 1-2 : diagramme fonctions/exigences

1- Fonctions principales

F1 : Refroidissement ; **F2** : garder température moyen ; **F3** : Assurer l'équilibrage du circuit

2- Exigences Principales

E1 : protéger les composants du circuit ; **E2**: Maintenance préventive et corrective

IV-Arbre fonctionnelle (voir annexe 6)

1- Fonctions de service

- Fonctions de service principales :

F1 : Maintenir le groupes froid à une pression d'entrée 4 bar ;

F2 : Maintenir la température d'entrée et de sortie de 8/13°C ;

F3 : Maintenir la qualité d'eau (traitement chimique) ;

- Fonctions de service complémentaires

FC1 : Transmettre toutes les informations concernant les différents capteurs des puissances consommations pour équilibré le réseau d'eau glacés ;

FC2 : Contrôler la pression et la température des groupes froids depuis une interface de supervision ;

FC3 : Contrôler le fonctionnement des électrovannes depuis une interface de supervision ;

2- Fonctions de Contraintes

C1 : Avoir un système suffisamment grand pour être implanter sur tout le site Renault

C2 : Avoir un système suffisamment réactif pour faire face aux changements environnementaux

C3 : Le contrôle de fonctionnement de chaque échangeur via MOP ;

V- Cahier de charge

L'installation de l'eau glacée possède l'équipement suivant :

- 3 Groupes Froid ;
- 3 Pompe primaire EG ;
- 3 Pompe secondaire EG ;
- 1 Ballon de mélange ;

Les groupes d'eaux glacées alimentent le PA et le PB avec une température d'eau à 8°C.

Les besoins sont déterminés à partir de la puissance des échangeurs à plaques et batteries froide à plaques présents au PA et en PB qui représente la chaleur à évacuer.

Les composantes de circuits eau glacée :

➤ Groupes Froid :

- *Compresseur ;*
- *Évaporateur ;*
- *Détendeur ;*
- *Condenseur.*



➤ Échangeur à plaque :

- *Bâti fixe ;*
- *Bâti mobil ;*
- *Plaque ;*



➤ Conditionneur :

- *Batterie Froid ;*
- *Batterie chaude ;*
- *Séparateur de fluide ;*
- *Humidificateur.*



➤ Tuyaux :

- *Circuit allé ;*
- *Circuit retour ;*
- *Calorifuge.*



B- Etude circuit EG

Le refroidissement liquide (EG) est la solution la plus efficace pour extraire la chaleur. la conductivité de la chaleur dans un liquide étant bien plus importante que dans un gaz, il est possible d'extraire et transporter de façon beaucoup plus compacte, silencieuse et efficace la chaleur des équipements à refroidir . Cependant cette technique est plus délicate à mettre en œuvre.

I- Définition

L'eau glacée est une eau adoucie caloporteur de chaleur depuis un gaz fréon R134a des groupe froid vers les différents produits des échangeurs et conditionneurs trouvés dans PA et PB. La valeur de la température de l'eau glacée est entre 8°C et 13°C

II- Fonctionnement

1- Synoptique EG (voir Annexe 7)

2- Fonctionnement du système

Le groupe de production d'eau glacée est un appareil assemblé en usine prévu pour refroidir des liquides composé d'un compresseur, d'un évaporateur et d'un condenseur .

Le groupe froid refroidit l'eau avec un gaz fréon R134a, à l'aide des pompes secondaires, l'eau glacée se refoule de 8°C vers les bâtiments de PA et PB, à l'intérieur de ces bâtiments on transmette la chaleur avec d'autres produits via des échangeurs et des conditionneurs, donc on nomme l'eau glacée par un caloporteur.

Enfin l'aspiration de ce caloporteur à une température de 13°C se fait à travers les pompes primaires et revient vers les groupes froids pour fermer le circuit (zéro rejet).

III- Description des composants du circuit

1- Groupe Froid

a- Définition

Le groupe froid de production d'eau glacée HYDROCIAT Avec condenseur par eau est un groupe de type refroidisseur de liquide à l'aide d'un gaz fréon R134a, avec une puissance frigorifique de 1044 KW.



b- Composante

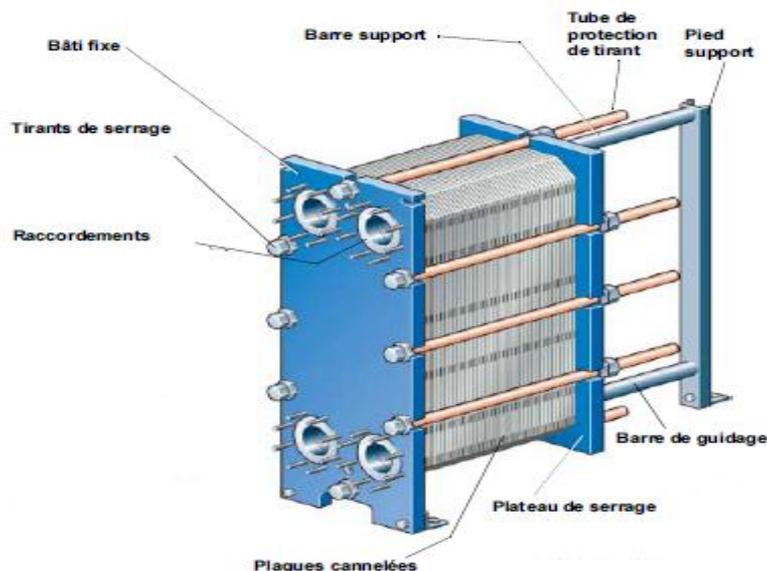
- Fluide frigorigène R134a
- 2 ou 3 circuits frigorifiques indépendants
- 2 à 3 compresseurs à double vis
- Condenseur à eau multitubulaire à 1 circuit frigorifique (1 condenseur par circuit)
- Evaporateur multitubulaire à 2 ou 3 circuits frigorifiques équipé d'un contrôleur de débit d'eau
- Communication avec GTC par sortie
- Récupération partielle des calories en option

2- Échangeur à plaque

a- Définition

L'échangeur c'est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique entre deux fluides, habituellement séparés par une paroi solide.

b- Schéma



c- Fonction

L'échangeur de chaleur à plaques est constitué d'un ensemble de plaques métalliques embouties au travers desquelles s'effectue le transfert de chaleur entre deux fluides.

Les plaques sont positionnées dans un bâti comprenant une partie fixe et un plateau de serrage mobile. Un joint par plaque assure l'étanchéité de l'échange ainsi que la répartition des fluides dans les canaux formés par deux plaques.

3- Conditionneur

a- Définition

Le conditionneur est système qui rassemble plusieurs opérations dans le but de transférer la chaleur d'un fluide à un autre (air/air, eau/air...).

b- Schéma

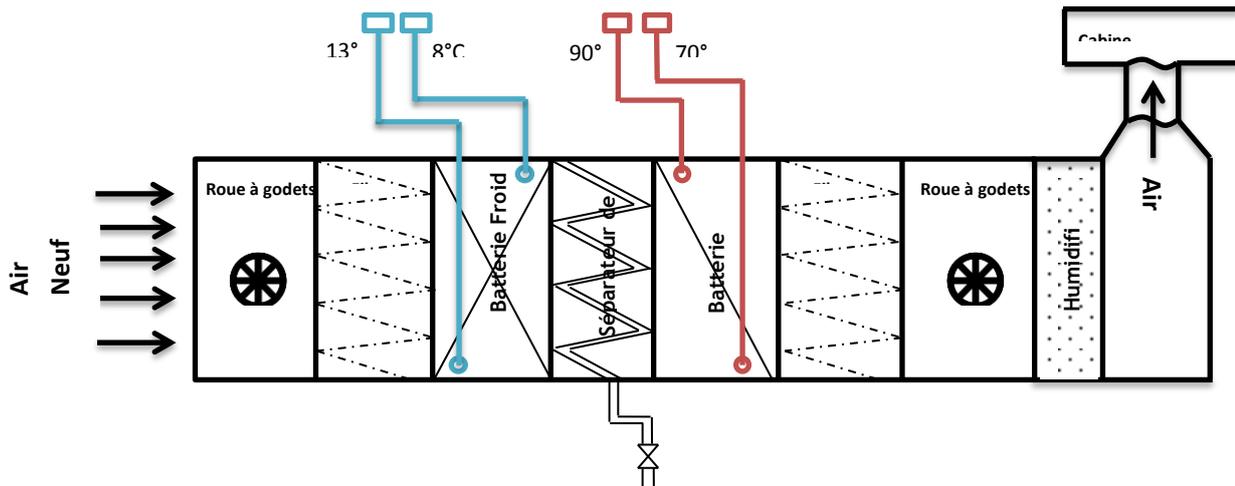


Figure 2-1 : Schéma d'un conditionneur

c- Composants

- **Roue à godets** : sert à mélanger de l'air re-circulé avec de l'air neuf, pour diminution des coûts énergétiques et d'entretien et on obtient une température fixe à l'entrer.
- **Filtre** : généralement à poches retient les plus grosses impuretés.
- **Batterie froid / chaude** : c'est un échangeur de chaleur air-eau. L'air est chauffé ou refroidi au travers cet échangeur. Celui-ci est alimenté en eau chaude ou en eau froide.
- **Humidificateur** : Le taux d'humidité de l'air peut être augmenté à l'aide d'un humidificateur.

4- Tuyaux

Un tuyau calorifuge c'est un tuyau d'un matériau qui réduit les déperditions de chaleur, nécessaire pour isoler les canalisations.

Les différents types de calorifuge utilisé dans le circuit eau glacée c'est :

Armaflex (A l'intérieur du bâtiment)



Laine de roche (A l'extérieur du bâtiment)



c. Calcul

D'après les problèmes rencontrés dans le circuit eau glacée, tel que l'explosion d'un évaporateur du groupe froid, nous étions menées à faire un bilan thermique (comparaison entre consommation et la production) ; à calculer les pertes de charges (stade 6); et à résoudre le problème du mélange de peinture avec l'eau adoucie.

I- Bilan thermique :

Nous avons arrivé à faire le bilan thermique à l'aide de différents outils:

- *Formule de calcul de puissance en fonction du débit et la différence de température :*

$$P = Q \times Cp \times \Delta T \times 1,16$$

- *Appareil de mesure de débit « débitmètre Micronics » et de température « FLUKE Infrared Thermometers »*



D'après la tournée qu'on a fait dans les bâtiments PA et PB (ph1+ph2), on a pris les valeurs des puissances soit mesurées (appareils) soit observées (plaques signalétiques), on a réalisé un synoptique (Annexe 7) pour visualiser plus les valeurs de la consommation et de la production

D'après le synoptique on a dressé les deux tableaux suivants pour relever les valeurs de la consommation réel dans chaque une des bâtiments ainsi les deux phases.

Installation VP 30+30	PA	
	ph 1 [kW]	ph 2 [kW]
CTA AN	98,40	0,00
Cataphorèse	1540,00	0,00
traitement surface (Stade 6)	80,00	0,00
Dilution	48,00	0,00
sécheur avant vernis	213,62	213,10
TOTAL	2193,12	

Installation VP 30+30	PB	
	ph 1 [kW]	ph 2 [kW]
dilution	28,03	0,00
Base	201,01	0,00
APPRET	129,16	
Vernis	129,16	
GAN (groupe air neuf)	112,13	320,00
TOTAL	919,49	

Donc la valeur totale de la puissance thermique c'est : **3 112,61 KW**

Outre le coefficient de foisonnement : **95%** et COP des groupes frigos : **5,14**

D'où la puissance thermique ou frigorifique total : $P_f = 3112,61 \times 95\% = 2\,956,98$

Et la puissance calorifique à évacuer $P_c = P_f \times \left(1 + \frac{1}{COP}\right) = 2956,98 \times \left(1 + \frac{1}{5,14}\right) = 3532,27KW$

Pour chaque GF le rendement est **90%** donc la capacité de production $1044 \times 90\% = 940KW$

Conclusion :

La valeur de la capacité de production = **2818,8 KW**,

La valeur de la capacité de consommation = **3112,61 KW**

Le besoin = **292,81 KW**.

On conclut que la valeur de la production n'est pas suffisante pour satisfaire le besoin de la consommation.

II- Pertes de charge

Pour calculer les pertes de charge il faut bien comprendre le circuit EG, pour cela on a pris les plans nécessaires. En les analysant, on a remarqué qu'il y a une absence d'un petit circuit (stade 6) et surtout qu'on a trouvé 34 coudes dans un espace de $(74 \times 20 \times 3)m^3$

1- Etude Théorique

➤ Composition du circuit :

Des conduites des différentes longueurs mais du même diamètre $d=60mm$

⇒ Circuit Aller

⇒ Circuit Retour

⇒ 34 coudes

$L_1=1m, L_2=8m, L_3=0.75m, L_4=0.5,$
 $L_5=60m, L_6=10m, L_7=6m, L_8=4.5m,$
 $L_9=3m, L_{10}=2m, L_{11}=2m, L_{12}=2m,$
 $L_{13}=0.75m, L_{14}=3m, L_{15}=1.25m$

$L'_1=1m, L'_2=8m, L'_3=0.75m, L'_4=0.5,$
 $L'_5=60m, L'_6=10m, L'_7=6m, L'_8=6m,$
 $L'_9=2.5m, L'_{10}=1m, L'_{11}=2m, L'_{12}=2m,$
 $L'_{13}=0.5m, L'_{14}=2m, L'_{15}=0.75m$

➤ Hypothèses :

- La masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$;
- La viscosité dynamique de l'eau : $\mu = 1,31.10^{-3} \text{ Pa.s}$;
- L'accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- La pression $P_{\text{Aller}}=4\text{bar}$;
- Le débit : $Q = 14m^3/h$;

➤ Conduites:

La vitesse d'écoulement V dans les conduites : $V = \frac{4Q_v}{\pi d^2} = \frac{4 \times 14}{\pi \times 0,06^2 \times 3600} = 1,38 \text{ m/s}$

Le nombre de Reynolds Re dans une conduite AB: $Re = \frac{\rho V d}{\mu} = \frac{1,38 \times 0,06 \times 1000}{1,31 \cdot 10^{-3}} = 63206,1$

La nature de l'écoulement :

$2000 < Re < 100000$ donc l'écoulement est turbulent lisse.

Coefficient de perte de charge linéaire $\psi = 0,316 Re^{-0,25} = 0,316 \times 63206,1^{-0,25} = 0,01992$

Perte de charge linéaire ΔH : $\Delta H = \frac{1}{2} \rho V_q^2 \frac{L}{D} \psi(Re)$

Pour la conduite 1(L_1) : $\Delta H = \frac{1}{2} 1000 \times (1,38)^2 \frac{1}{0,06} \times 0,01992 = 316,1304 \text{ Pa} = 0,0031613 \text{ bar}$

De même, pour les autres conduites, on obtient les résultats suivants :

Conduites Aller				Conduites Retour			
Les conduites	ΔH	Les Conduites	ΔH	Les conduites	ΔH	Les conduites	ΔH
Conduite 1	316,1304	Conduite 9	948,3912	Conduite 1'	316,1304	Conduite 9'	790,326
Conduite 2	2529,0432	Conduite 10	632,2608	Conduite 2'	2529,0432	Conduite 10'	316,1304
Conduite 3	237,0978	Conduite 11	632,2608	Conduite 3'	237,0978	Conduite 11'	632,2608
Conduite 4	158,0652	Conduite 12	632,2608	Conduite 4'	158,0652	Conduite 12'	632,2608
Conduite 5	18967,824	Conduite 13	237,0978	Conduite 5'	18967,824	Conduite 13'	158,0652
Conduite 6	3161,304	Conduite 14	948,3912	Conduite 6'	3161,304	Conduite 14'	632,2608
Conduite 7	1896,7824	Conduite 15	395,163	Conduite 7'	1896,7824	Conduite 15'	237,0978
Total		33114,6594		Total		32561,4312	
$65676,0906 \text{ Pa} = 0,65676 \text{ bar}$							

➤ Coude à angle vif :

La vitesse d'écoulement V dans la conduite AB : $V = \frac{4Q_v}{\pi d^2} = \frac{4 \times 14}{\pi \times 0,06^2 \times 3600} = 1,38 \text{ m/s}$

Coefficient de pertes de charge $K=0,21$

La perte de charge linéaire ΔH : $\Delta H = K \frac{V^2}{2g} = 0,21 \times \frac{1,38^2}{2 \times 9,81} = 0,02038 \text{ bar}$

Pour 34 coudes

$$\Delta H = 34 \times 0,02038 = 0,69292 \text{ bar}$$

Perte de charge totale $\Delta H = 0,65677 + 0,69292 = 1,34969 \text{ bar}$

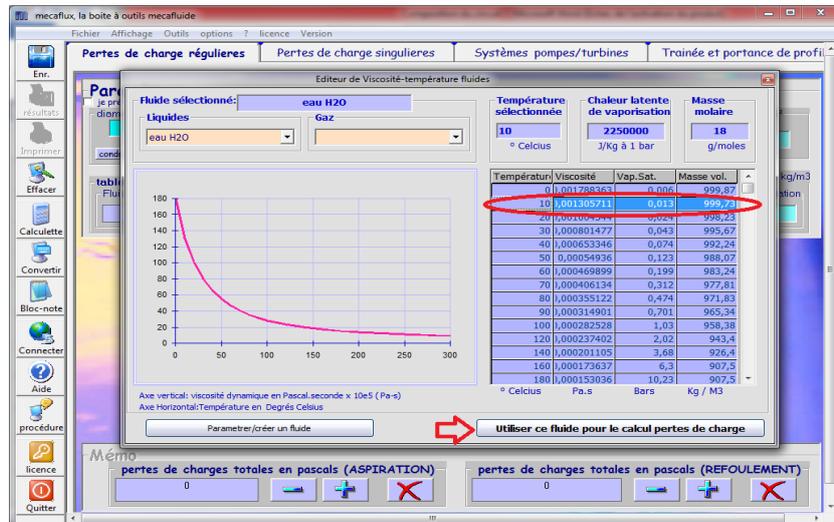
2- Etude Pratique (logiciel MECAFLUX)

➤ Présentation du Logiciel :

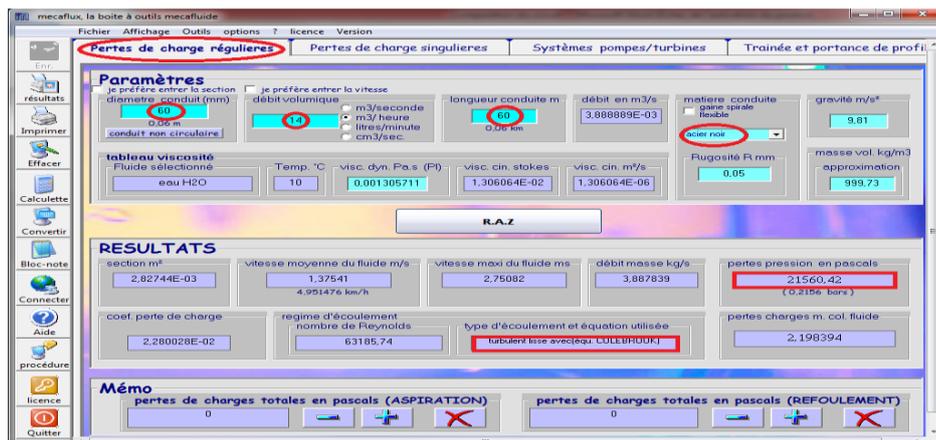
Mecaflux est un logiciel développé dans un esprit pédagogique de simplification. Il aide à optimiser le temps pour calculer la valeur de perte de charge quel que soit des pertes singulières, des pertes régulières et des systèmes pompe/ turbines.

➤ Travail effectué :

D'abord, on commence par le choix du fluide (l'eau dans notre cas) ;

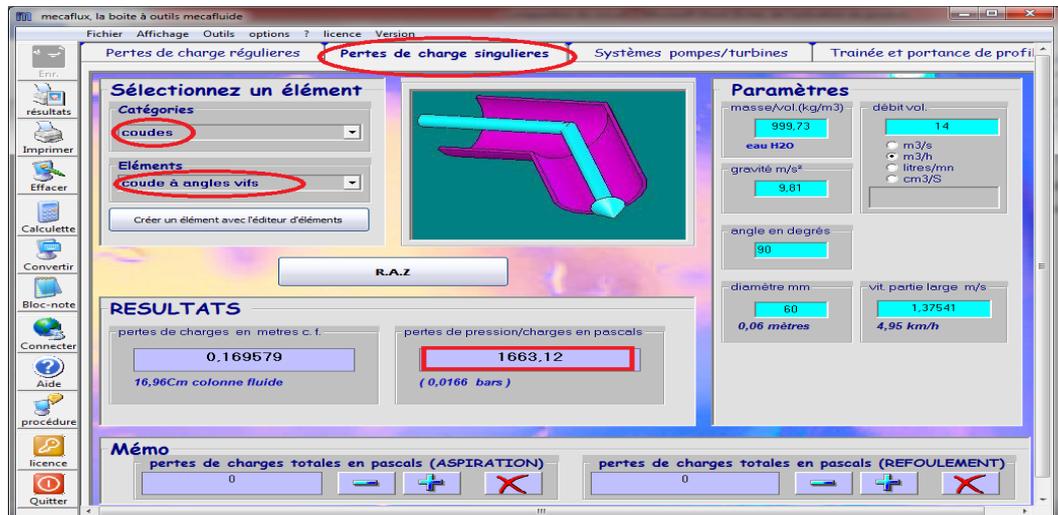


Ensuite, le calcul des pertes de charge dans les conduites (Exemple : conduite L₅) ;



Remarque : On doit mémoriser ses résultats sur notre application, pour qu'il soit utilisé après dans le calcul de NPSH, en cliquant sur les + en bas de chaque cas.

Puis le calcul des pertes de charge dans les coudes :



Après tout calcul fait, on obtient :

- | | | |
|---------------------|---|--|
| Refolement (Aller) | { | <ul style="list-style-type: none"> • Perte de charge pour les conduite : $\Delta H_1 = 0,32867288$ bar • Perte de charge pour les coudes : $\Delta H_2 = 18 \times 0,0166 = 0,2988$ bar |
| Aspiration (Retour) | { | <ul style="list-style-type: none"> • Perte de charge pour les conduites : $\Delta H'1 = 0,32395509$ bar • Perte de charge pour les coudes : $\Delta H'2 = 16 \times 0,0166 = 0,2656$ bar |

⇒ On obtient des pertes de charge total égal à : $\Delta H_T = 1,21702796$ bar

Conclusion

On remarque que les valeurs obtenues par calcul théorique et celles obtenues avec le logiciel Mecaflux, sont presque les même.

On remarque aussi que Mecaflux nous donne des valeurs plus précises avec une erreur d'ordre de grandeur très faible que celles du calcul théorique.

Et après les calculs faits on conclut qu'il y a un taux de perte de charge énorme dans une petite zone.

III- Mélange de peinture avec l'eau adoucie

Suite aux suivies du circuit d'EG, un problème majeur existe, c'est le mélange de la peinture avec l'eau de retour.

Pour cela, on a fait des analyses d'eau dans les différents piquages du retour de circuit l'eau glacée pour identifier la source du problème, et on a trouvé une couleur différente (pas dans tous les piquages mais surtout dans la zone de PA1) :



D'après les résultats du tableau suivant (présent du laboratoire) on a dressé le synoptique (Annexe 8)

	UE	PA						PB					
Echantillon	Bâche EG	Stade 6	CATA	CTA	Sécheur PA1	Sécheur PA2	Dilution	APPRET	BASE	Dilution	Vernis	GAN PB1	GAN PB2
PH	7,84	7,92	7,88	7,83	7,86	7,84	7,75	7,99	7,98	7,91	7,96	7,95	7,8
TH (°C) 1°F = 1,79 °C	3,31	4,21	3,01	3,99	2,86	2,86	2,65	4,76	4,17	4,92	5,17	4,83	5,01
Conductivité (µs/cm)	819	825	824	840	845	838	813	779	769	765	765	765	757
Fer	2,55	2,47	2,27	3,5	2,2	2,19	2	5	5	5	5	5	5
DCO (mg/l)	106	98,1	111	145	109	100	120	91,9	84,4	190	94,3	103	87,8

L'état normal des analyses d'eau adoucie est :

- **DCO** c'est est la consommation en dioxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux usées, Il varie **entre 30 et 50 mg/l** ;
- **le pH** : Il exprime l'acidité ou la basicité. Il varie **de 7 à 8** ;
- **le TH** : Il varie **de 0 à 7** ;
- **Fer** : **inférieur à 0,5** ;
- **Conductivité** : est un transfert de chaleur qui se réalise sans déplacement de matière. Ce transfert de chaleur est rencontré le plus souvent dans les fluides. Il varie entre **200et 300 µS/cm**.

D'après les résultats des analyses, on peut dire que la couleur et l'odeur bizarres des échantillons sont dus à un taux élevé de fer, de conductivité et du DCO ainsi présence d'un produit phosphate.

Suit à des recherches faites avec l'équipe de l'environnement on constate qu'on a :

- ⇒ Un phénomène d'embouage : le taux de fer plus élevé ;
- ⇒ Un phénomène de corrosion : le taux de DCO plus élevé ;
- ⇒ Mélange d'eau glacée avec un produit côté process : le taux de TH plus élevé et l'odeur de la phosphatation ;

Définitions :

L'embouage : est une accumulation de dépôts peu adhérents sur des surfaces dont la température plus basse ne permet pas l'incrustation. La présence d'oxygène dissous va former du fer ferrique insoluble, et donc des boues. Les conséquences de l'embouage vont être la diminution du débit, une augmentation de la consommation d'énergie, la corrosion des équipements.

La corrosion : est la conséquence de l'oxydation du métal par suite d'une réaction avec un agent oxydant présent dans le milieu environnant, c'est à dire l'eau. Parmi les différents types rencontrés, la corrosion électrochimique est la plus fréquente.

Conclusion

D'après ces analyses, on déduit que la cause de l'explosion de l'évaporateur du groupe froid est due au phénomène d'embouage et au mélange d'eau avec la peinture le CATA.

D-Solutions et conclusion

I- Solutions proposées

D'après les analyses faites, nous proposons quelques actions à réaliser pour éliminer les problèmes trouvés ;

1- Bilan thermique

D'après les résultats obtenues, et puisque la consommation et la production sont presque égales en présence de 3 groupe froid, nous proposons comme solution **l'ajout d'un 4^{ème} groupe** pour être en sécurité vu que ce groupe travaillera en redondance (en cas d'urgence) Dans ce cas, on aurait une production maximum (si les 4 groupes se mettent en marche) égale à **4176KW** d'où une marge de sécurité (si la consommation est max) égale à **944 KW**

2- Pertes de charge

Pour résoudre le problème du stade 6, qui était la perte des charge énorme, nous proposons de refaire le circuit en diminuant le nombre des coudes et en utilisant un métaux qui se corrode pas facilement avec une durée de vie plus élevé que celui existant

3- Mélange de peinture avec l'eau adoucie

Pour résoudre le problème du mélange de peinture avec l'eau adoucie nous proposons de les actions suivantes ;

a- Changement de l'évaporateur

Voici une liste des pièces :

Code	Désignation	Pour réparation du groupe	Prix unitaire en Euros	Total pour réparation du groupe en Euros
7165879	SONDE GUILCOR 10KOHM LONG 9M	3	27,83	83,49
7220462	CARTOUCHE DESHY REF4490/A	10	19,36	193,6
7026723	DETENDEUR SPORLAN INJ. LIQ.	1	282,7	282,7
7001950	CAPTEUR PRESSION TEXAS INST	1	52,14	52,14
7200456	CAPTEUR PRESSION PT5-07M	1	162,8	162,8
7010628	PRESSOSTAT TEXAS INS. HP MANU	1	28,38	28,38
7210298	SONDE DE TEMPERATURE ECN-N99	1	66,22	66,22
7200458	CABLE CONNECTEUR PT4 M60	2	27,72	55,44
7192503	DETENDEUR ELECTRONIQUE	2	717	1434
7262950	SUPERHEAT CONTROLLER	2	377	754
TOTAL en €			3112,77	

- b- le changement de la place d'une sonde
C'est une sonde qui détecte le colmatage du GF .actuellement, elle se trouve en haut, mais on va la déplacer en la mettant en bas pour une détection rapide
- c- le nettoyage du circuit EG à l'aide d'un inhibiteur
- d- l'ajout d'un filtre, selon l'étude suivante

But :

Le but de la filtration est de séparer les constituants d'un mélange liquide -solide par passage à travers un milieu filtrant. Cette opération est beaucoup plus rapide que la sédimentation: elle est donc plus utilisée.

Donnée :

Taille de la molécule cataphorèse= $5\mu\text{m}$

Pression =4bar

Proposition :

Selon les recherches faites on a trouvé les types de filtre suivants :



Pour choisir le filtre convenable, on doit savoir les avantages et inconvénients de chaque type, d'où la nécessité de présenter ces type dans le tableau suivant :

	Filtre à sable	Filtre à cartouche	Filtre magnétique	Filtre à poche
Principe	L'eau sale est filtrée en passant à travers du sable. 	L'eau sale est filtrée grâce à une cartouche en fibres végétales ou synthétiques. 	Le filtre magnétique à vôtres séquentiel capte les particules ferriques de manière efficace, grâce à un procédé hydraulique simple et naturel. 	La poche filtrante est utilisée pour une filtration de surface ou pour une filtration en profondeur. 
Type	<ul style="list-style-type: none"> • Les filtres à sable rapides. • Les filtres à sable semi rapide. • Les filtres à sable lents. 		<ul style="list-style-type: none"> • fILTREO • Automag • Filtramag • Micromag 	<ul style="list-style-type: none"> • Matière Polyamide • Matière Polyester • Matière Polypropylène • Matière nylon
Finesse de filtration	<ul style="list-style-type: none"> • 20 à 40 microns • Utilisation d'un floculant conseillé pour augmenter la finesse de filtration (à 15 à 20 microns) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 à 40 microns • Utilisation d'un floculant possible. 	Tous les microns	1 à 1000 microns
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Confort et facilité d'utilisation • Nettoyage facile et rapide • Très bon rapport qualité-prix • Longue durée de vie 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne qualité de filtration • Utilisation et entretien simple et rapide • Installation facile • Faible consommation d'eau • Faible encombrement 	<ul style="list-style-type: none"> • réduit le coût d'entretien. • augmente la durée de vie de l'installation • Augmentation de la durée de vie des appareils thermo hydrauliques. • Economie d'énergie: • Installation rapide • Maintenance de l'installation réduite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration économique ; • Simplicité d'utilisation ; • Maintenance rapide ; • Gamme de dimensions étendue ; • Perte de produit réduit si nécessaire avec l'ajout d'un réducteur de volume.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation qui demande quelques connaissances • Plus long à n'installer • Qualité de filtration moyenne (nécessite l'emploi d'un floculant) • Consommation d'eau à chaque nettoyage du filtre • Encombrement • Prix d'achat supérieur au filtre à cartouche 	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage régulier des cartouches (1 à 2 fois par semaine) • Prix des cartouches (revient cher à la longue) • Attention : certaines cartouches sont de mauvaise qualité 		<ul style="list-style-type: none"> • Les poches doivent être changées régulièrement. • Ce système est incompatible avec certains produits de traitement, notamment avec l'usage de floculant. • Le lavage de la poche est une opération fastidieuse qui doit être répétée fréquemment.
Prix	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 800 euros 	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 400 euros 	<ul style="list-style-type: none"> • De 80 à 300 euros 	Environ 8.17 euros
Perte de charge	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 0,098 – 0,1 bar 	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 0,1 bar 	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - 1,6 bar 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.1-1.5 BAR

Solution :

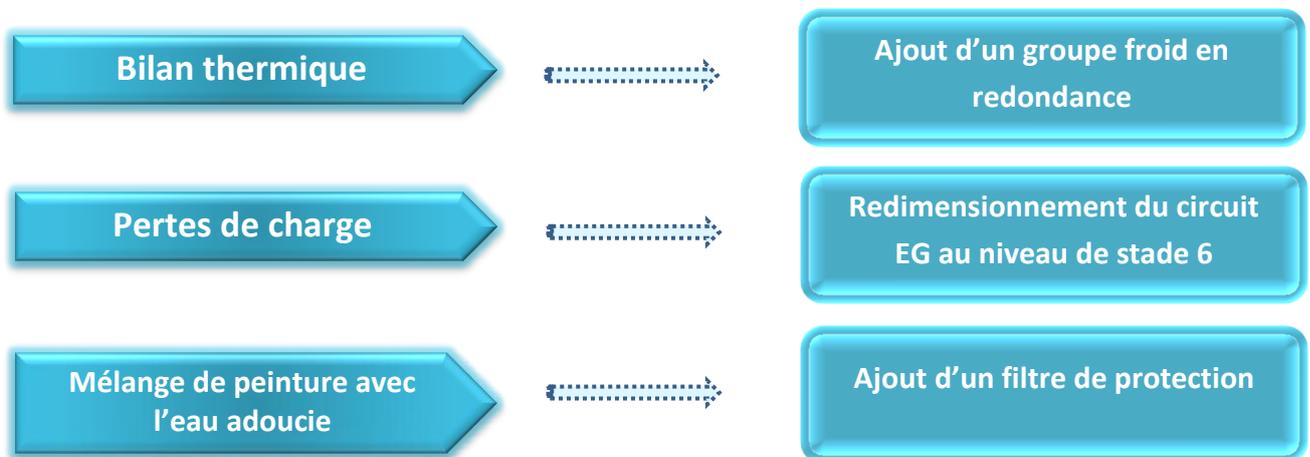
En comparant les types des filtres, et en tenant compte du circuit existant, nous proposons d'utilisé :

- si on a la corrosion : on choisit le filtre magnétique.
- si on a plus de peinture dans le circuit : on choisit le filtre à sable.

II- Conclusion

L'étude du circuit EG était un sujet très intéressant car il nous a permis d'analyser plusieurs problèmes en même temps, faire des études théoriques ainsi que pratiques, chercher les solutions possibles et choisir la meilleure.

Ci-dessous on trouve une figure simplificatrice des problèmes rencontrés et les solutions que nous avons proposée



Conclusion

Au terme de ce travail, nous pourrions dire que cette expérience de stage nous a été, en tout point, bénéfique car elle nous a permis de mettre en application et consolider un certain capital théorique déjà acquis tout au long des années passées, et le fait de travailler au terrain nous a permis d'avoir une vision détaillée sur les différents processus de fabrication d'un véhicule.

En effet, dans la première partie du stage, nous avons découvert l'usine RTE et les différents processus de fabrication des véhicules, ainsi que l'objectif de notre projet, et nous avons pu approfondir nos connaissances dans certains domaines que nous ne connaissons pas encore. Par exemple, nous avons découvert et nous nous sommes familiarisés avec les MOP et la GTC.

Ensuite, dans la deuxième partie nous étions concentrées dans l'étude théorique et pratique des deux circuits (ES et EG), la réalisation des synoptiques pour visualiser les résultats d'étude et l'analyse de ces résultats.

Finalement, la troisième partie a été consacrée aux solutions que nous avons pu proposer et aux gains réalisés.

Ce stage nous a également permis d'être en contact avec autrui et de communiquer; nous étions menées à s'intégrer dans l'équipe et nous avons eu l'occasion de réaliser plusieurs tâches à part notre sujet principal.

Nous gardons du stage un excellent souvenir, il constitue désormais une expérience professionnelle valorisante et encourageante pour notre avenir.

Bibliographie

Livres :

- « *LA VALORISATION DE LA BIOMASSE* »
 - ⇒ Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Hugues DE CHERISEY, Claude ROY et Jean-Christophe POUET
- « *ÉTUDES DE CAS D'UTILISATION DE LA BIOMASSE PROVENANT DE LA FORÊT DANS LES CHAUDIÈRES À RÉSIDUS POUR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE* »
 - ⇒ Centre de recherche industrielle Québec
- « *CHAUFFAGE A EAU CHAUDE SOUS PRESSION* »
 - ⇒ René NARJOT
- « *ECONOMISER SUR LES GROUPE FROIDS* »
 - ⇒ centre de recherche PRIORITERRE
- « *COURS DE MACHINES FRIGORIFIQUES* »
 - ⇒ Olivier PERROT

Rapports et thèses :

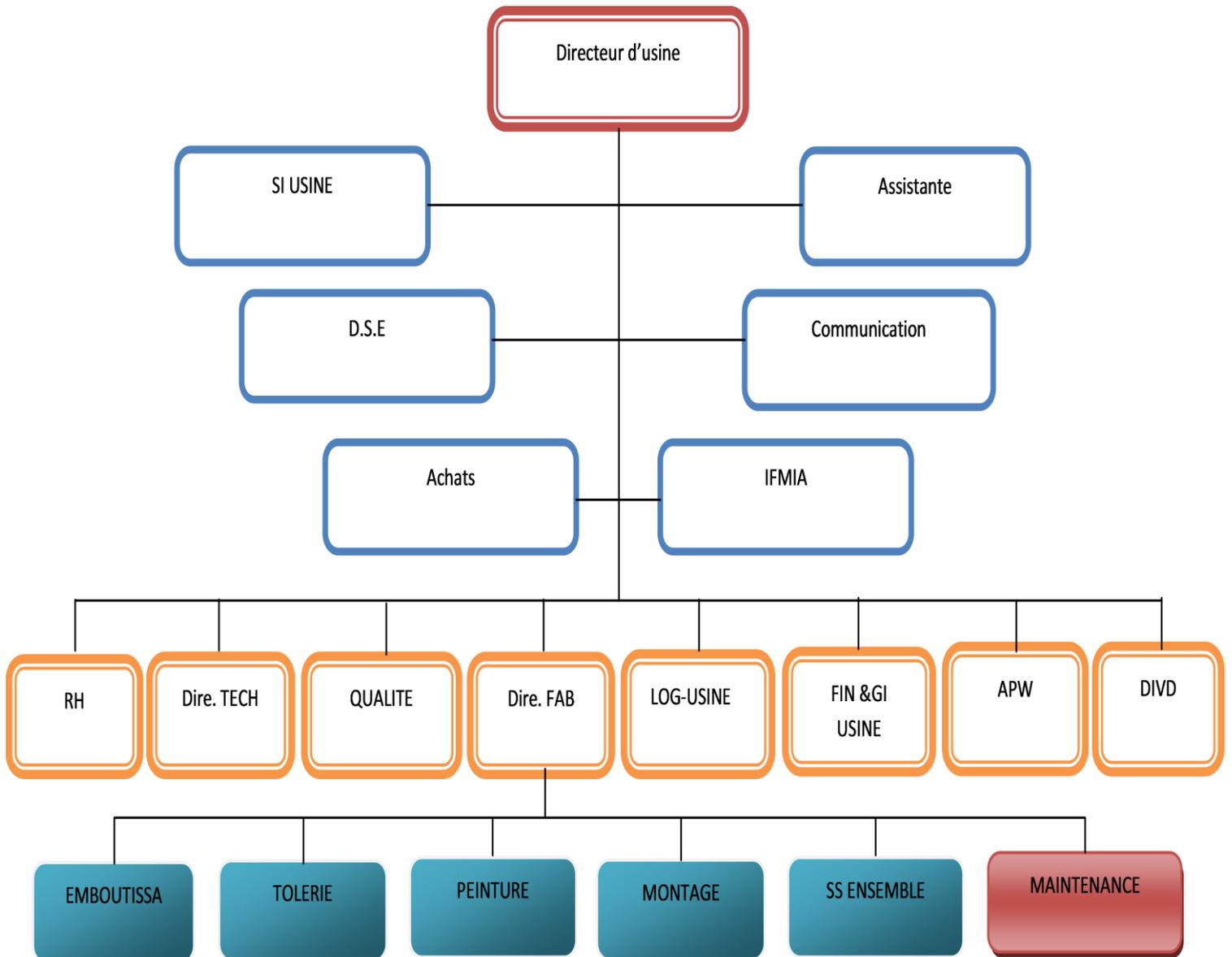
- « Etude d'une installation d'un groupe de production d'Eau Glacée »
 - ⇒ Par Lamine NDAO et Amadou WATI (Ecole Supérieure Polytechnique Centre de THIES)
- « Étude thermo-énergétique d'un échangeur de chaleur à plaques et joints Application aux fluides géothermiques »
 - ⇒ *Amine ALI NEHARI (UNIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID DE TLEMCEN)*
- « PERFORMANCES SAISONNIERES DES GROUPE DE PRODUCTION D'EAU GLACEE »
 - ⇒ Philippe RIVIERE (Ecole des Mines de Paris)

Webographie :

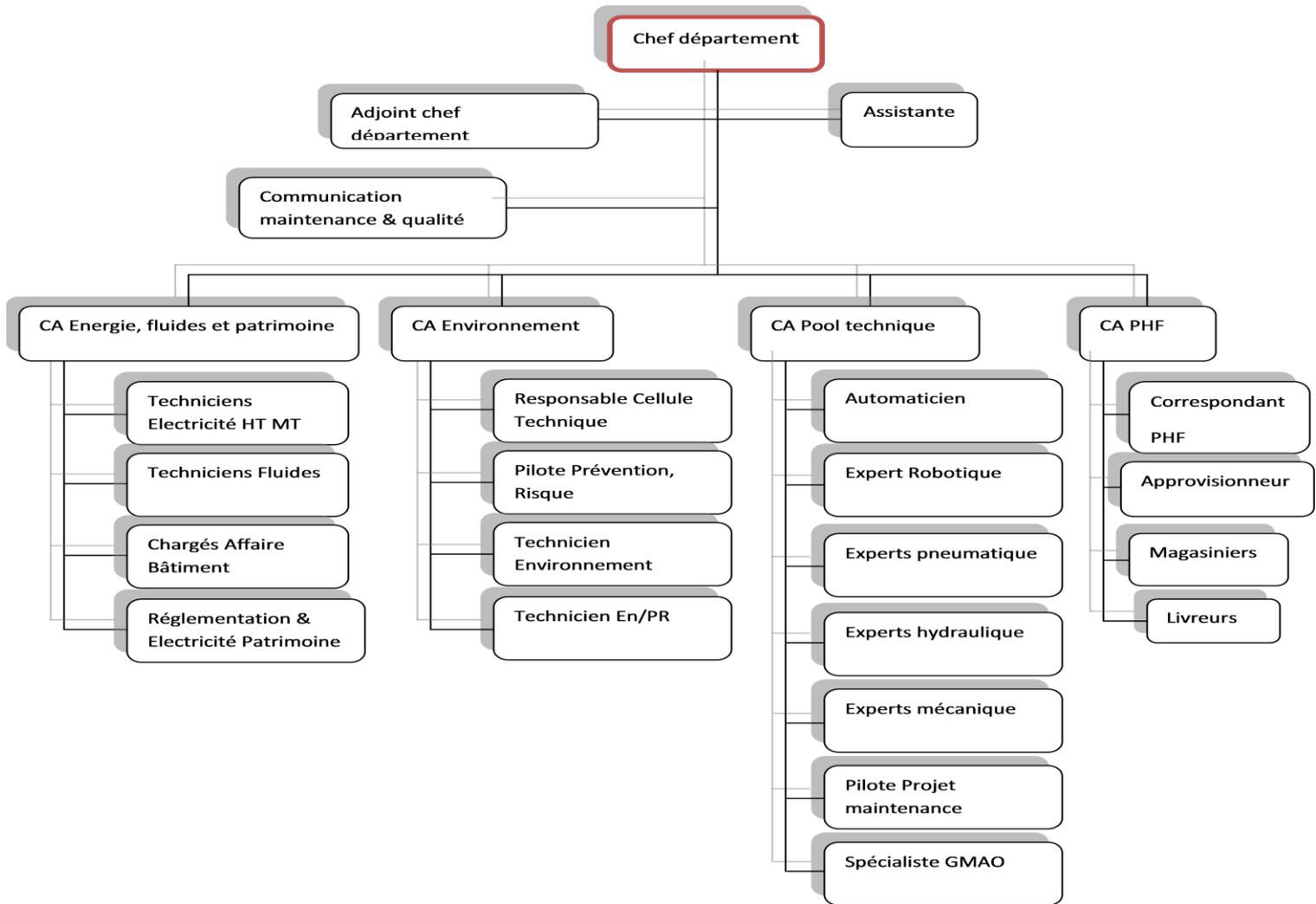
<http://www.renault.ma/>
<http://www.veoliaeau.com/>
<http://www.energieplus-lesite.be/>
<http://www.boisenergie.guidenr.fr/>
<http://www.genio.fr/index.php/article/static/160/>

Annexes

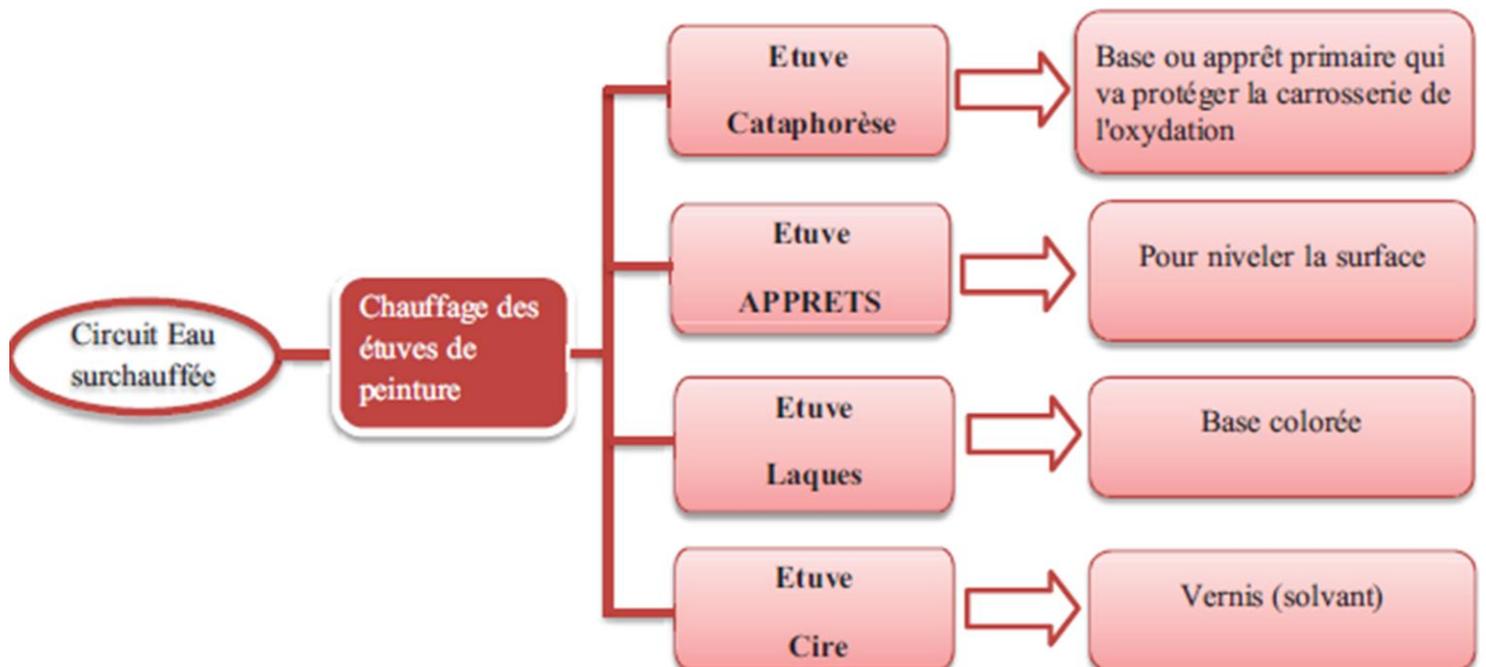
Annexe 1 : ORGANIGRAMME



Annexe 2 : organigramme du service



Annexe 3 : Arbre fonctionnelle circuit ES



Annexe 4 : caractéristiques des composants du skid maintien pression

Composants	caractéristiques		Rôle dans le circuit	
Bâche	volume	30000L	Contient l'eau déminée + l'eau de décharge	
	température	20-40°C		
Ligne de pompe N°1	P1A	Puissance Moteur	0,37KW	ligne 1 contient deux pompes : P1A et P1B * Si la pression $P \geq 34$ bar arrêt de la ligne L1 * Si la pression $P < 34$ bar mise en route de la ligne L1
		fréquence	50Hz	
		Vitesse de rotation	2873tr/min	
		débit	3M ³ /h	
	P1B	Puissance Moteur	6KW	
		fréquence	50Hz	
		Vitesse de rotation	5200tr/min	
		débit	3,5M ³ /h	
	marche	32,5 bar		
	arrêt	34 bar		
Ligne de pompe N°2	P2A	Puissance Moteur	5,5KW	Ligne 2 contient deux pompes : P2A et P2B Si la pression $P \geq 32$ bar arrêt de la ligne L2 * Si la pression $P \leq 32$ mise en route de la ligne L2+ la ligne L1
		fréquence	50Hz	
		Vitesse de rotation	2919tr/min	
		débit	5,8M ³ /h	
	P2B	Puissance Moteur	5,5KW	
		fréquence	50Hz	
		Vitesse de rotation	2919tr/min	
		débit	5,8M ³ /h	
	marche	32 bar		
	arrêt	34bar		
Bâche tampon	volume	3500L		
	température	Max 200°C		
	pression	34 bar		
Vannes déverseuses	Vanne N°1	marche	34,4	
		arrêt	34	
	Vanne N°2	marche	34,7	
		arrêt	34	

Annexe 6 : Arbre fonctionnelle circuit EG

