



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES SAISS
DÉPARTEMENT GÉNIE MÉCANIQUE



MÉMOIRE DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGÉNIEUR D'ÉTAT EN CONCEPTION MÉCANIQUE & INNOVATION

Lieu de stage :

*Société Marocaine de Construction Automobiles - SOMACA (Groupe Renault)
Casablanca*

Direction projets et SPR - UET Centrale Thermique

Thèse sous thème :

*Conception et dimensionnement d'un échangeur pour la production d'eau chaude,
et établissement d'un système de chauffage eau d'alimentation des chaudières
dans la centrale thermique à la Somaca*

Réalisé et soutenu par :

Mr. DBIYA Youssef

Encadré par :

Mr. SEDDOUKI Abbas (FST)
Mr. BOUTAYEB Messaoud (SOMACA)

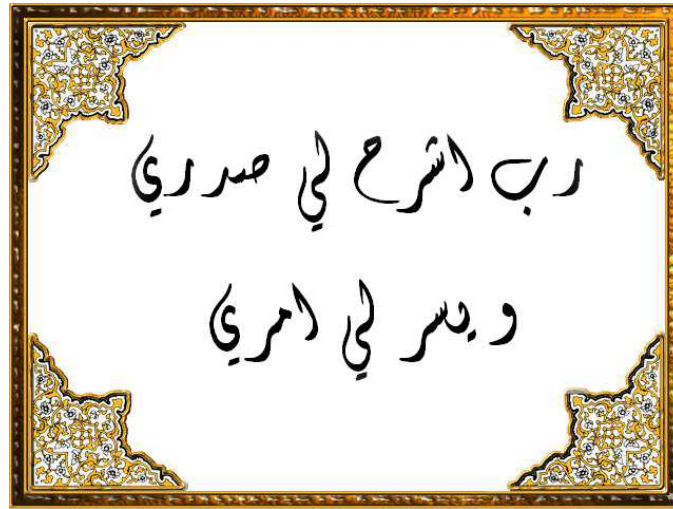
Suivi par :

Mr. ALBOUCH Bouchaïb (SOMACA)

STAGE EFFECTUÉ DU 7 FÉVRIER AU 12 JUIN 2011
SOUTENU PUBLIQUEMENT LE 30 JUIN 2011

Devant le jury :

<i>Mr. SEDDOUKI Abbas</i>	<i>Professeur à la FSTF</i>
<i>Mr. EL BARKANY Abdellah</i>	<i>Professeur à la FSTF</i>
<i>Mr. TOUACHE Abdelhamid</i>	<i>Professeur à la FSTF</i>



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail comme expression de ma profonde reconnaissance et symbole de mon amour à mes très chers parents pour leur soutien, affection et amour, leur confiance et patience et pour leurs sacrifices infinis.

Remerciement

Au terme de ce travail, il m'est agréable d'évoquer l'appui intellectuel et moral dont j'ai pu bénéficier de la part de nombreuses personnes.

Je tiens à remercier en premier lieu Mlle ZOUHAIRI Rajae de m'avoir offert l'opportunité d'effectuer un stage au sein de la Société Marocaine de Construction Automobiles (SOMACA).

Mes sincères gratitudee sont destinées à mes encadrants Monsieur SEDDOUKI Abbas de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès et Monsieur BOUTAYEB Messaoud de la SOMACA, ainsi à la personne qui m'a fait le suivi Monsieur ALBOUCH Bouchaïb dans l'UET Centrale Thermique, qui m'a prêté disponibilité et savoir-faire tout au long de la période du stage, de m'avoir donné les éléments de base sur mon projet de fin d'études, et d'avoir supervisé mon travail dans l'atelier.

Je me dois également d'adresser mes reconnaissances à ma chère sœur Ilham de son aide, de même à mon professeur Monsieur Haouache Saïd pour ses explications.

Enfin, je témoigne de mes remerciements les plus profonds à ceux que je nomme mes instituteurs, le personnel de l'atelier pour leur assistance, leur suivi, et pour m'avoir consacré une partie de leur temps pour veiller sur l'enrichissement de mes informations.

Merci, merci et encore merci...

Table des matières

TABLE DES MATIERES.....	4
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	7
INTRODUCTION	8
CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ MAROCAINE DE CONSTRUCTION AUTOMOBILES	9
I-1 HISTORIQUE.....	9
I-2 MISSIONS.....	10
I-3 ACTIVITÉS.....	10
I-4 ORGANIGRAMME	12
I-5 PROCESSUS DE PRODUCTION A LA SOMACA	13
I-5-1 TÔLERIE.....	13
I-5-2 PEINTURE.....	14
I-5-3 MONTAGE.....	15
CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	16
II-1 DESCRIPTION DE LA CENTRALE THERMIQUE	16
II-2 DESCRIPTION DU CIRCUIT ACTUEL.....	17
II-2-1 CHAUDIÈRES	17
II-2-2 BACHE ALIMENTAIRE	18
II-2-3 ÉCHANGEURS.....	18
II-2-4 RÉSERVOIR EAU DEMINERALISÉE.....	19
II-2-5 RÉSERVOIR EAU CHAUDE.....	19
II-2-6 POMPES	19
II-3 PRODUCTION DE LA CENTRALE THERMIQUE	20
II-4 PROBLÉMATIQUES.....	20
CHAPITRE III : ÉTUDE TECHNIQUE DU PROJET	21
III-1 SCHÉMA DIRECTEUR DE LA CENTRALE THERMIQUE	21
III-1-1 OBJECTIFS DU SCHÉMA DIRECTEUR.....	21
III-1-2 PLANNING DE CONTRÔLE DES PMP D'UET CENTRALE THERMIQUE.....	22
III-1-3 DIAGNOSTIC DE L'UET CENTRALE THERMIQUE	22
III-1-4 SÉCURITÉ CHAUDIÈRES (MAINTENANCE PREVENTIVE SÉCURITÉ)	23
III-1-4-1 TEST SOUPAPE DE SECURITÉ	23
III-1-4-2 TEST MANQUE D'EAU PAR ÉLECTRODE.....	23
III-1-5 SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS	24
III-1-5-1 ENTRETIEN PREVENTIF SELON LES PARAMETRES.....	24
III-1-5-2 CALORIFUGEAGE DES VANNES VAPEUR	25
III-1-5-3 DÉPRESSION DE LA CHEMINÉE	26
III-1-5-4 INSTALLATION D'UNE GAINÉ MONTÉE AVEC LE BRÔLEUR.....	26
III-1-5-5 INSTALLATION D'UN BAC D'EXPANSION	27
III-1-5-6 CRÉATION D'UNE SALLE DE CONTRÔLE.....	27
III-2 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE	28
III-2-1 OBJECTIFS DU SYSTÈME	28
III-2-2 SOLUTION PROPOSÉE	28
III-2-3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	30

III-2-4 DIMENSIONNEMENT DU SYSTÈME	30
III-2-4-1 SURFACE D'ÉCHANGE DU SERPENTIN A PLAT	30
III-2-4-2 POMPES.....	35
III-2-4-3 PURGEUR.....	35
III-2-4-4 MANOMÈTRE ET THERMOMÈTRE	35
III-2-4-5 VANNE PNEUMATIQUE	35
III-2-4-6 RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE (THERMOSTAT A PLONGEUR)	36
III-2-5 CONCEPTION ET RÉALISATION FINALE DU SYSTÈME	Erreur ! Signet non défini.
III-3 ÉTABLISSEMENT D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE EAU D'ALIMENTATION CHAUDIÈRES	36
III-3-1 OBJECTIFS DU SYSTÈME	36
III-3-2 SOLUTION PROPOSÉE	36
III-3-3 MODE DE FONCTIONNEMENT	38
III-3-4 DIMENSIONNEMENT DU SYSTÈME	39
III-3-4-1 CONDUITES.....	39
III-3-4-2 POMPES.....	39
III-3-4-3 FILTRE D'ASPIRATION	42
III-3-4-4 VANNES	42
III-3-4-5 CLAPET ANTI-RETOUR	42
III-3-4-6 SERPENTIN ÉCONOMISEUR	43
III-3-4-7 SOUPAPE DE SECURITÉ.....	43
III-3-4-8 DÉGAZEUR EN CASCADE - DIFFUSEUR.....	43
III-3-4-9 THERMOSTAT A PLONGEUR	44
III-3-5 REPRÉSENTATION FINALE DU SYSTÈME.....	44
CHAPITRE IV : ÉTUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU PROJET	45
IV-1 COÛT D'INVESTISSEMENT DU PROJET	45
IV-1-1 COÛT D'INVESTISSEMENT DU SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE	45
IV-1-2 COÛT D'INVESTISSEMENT DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE EAU ALIMENTATION CHAUDIÈRES.....	46
IV-2 GAINS DU NOUVEAU PROJET.....	46
IV-2-1 GAIN DU PROJET - SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE	46
IV-2-2 GAIN DU PROJET - SYSTÈME DE CHAUFFAGE EAU ALIMENTATION CHAUDIÈRES.....	46
IV-2-2-1 NOMBRE D'HEURES DE FONCTIONNEMENT A GAGNER.....	46
IV-2-2-2 GAIN ANNUEL DU PROJET	48
APPORTS DE STAGE ET TRAVAUX EFFECTUÉS.....	49
APPORTS DE STAGE.....	49
TRAVAUX REALISÉS	49
CONCLUSION GÉNÉRALE	50
BIBLIOGRAPHIE	51
WEBOGRAPHIE	51
ANNEXE	52
PLAN DE MASSE DE LA SOMACA	52
FORMULES	53
TABLEAUX	54
DIAGRAMMES.....	57
CATALOGUES	58
ABRÉVIATIONS.....	67
DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIES.....	68
COMBUSTIBLES.....	68

Liste des figures

Figure 1 : DACIA Logan (L90).....	11
Figure 2 : Déroulement des activités	11
Figure 3 : Organigramme de la SOMACA	12
Figure 4 : Organigramme du département.....	12
Figure 5 : UET de l'atelier tôlerie	13
Figure 6 : Schéma de Tunnel de Traitement de Surface	14
Figure 7 : Schéma de la ligne de montage	15
Figure 8 : Schéma de production de la centrale thermique	17
Figure 9 : Implantation centrale thermique	21
Figure 10 : Test manque d'eau par électrode.....	23
Figure 11 : Appareils Ultrason.....	25
Figure 12 : Gaine montée au brûleur.....	26
Figure 13 : Bac d'expansion	27
Figure 14 : Panelview	27
Figure 15 : Implantation de la nouvelle installation	28
Figure 16 : Dessin système de production d'eau chaude	29
Figure 17 : Purgeur.....	35
Figure 18 : Vanne Pneumatique.....	36
Figure 19 : Thermostat à Plongeur	36
Figure 20 : Système de production d'eau chaude	Erreur ! Signet non défini.
Figure 21 : Dessin système de chauffage eau d'alimentation chaudières.....	37
Figure 22 : Schéma explicatif du gain en température.....	38
Figure 23 : Filtre d'aspiration	42
Figure 24 : Vanne	42
Figure 25 : Clapet Anti-retour	42
Figure 26 : Serpentin en insert.....	43
Figure 27 : Soupape de sécurité.....	43
Figure 28 : Dégazeur en Cascade	44
Figure 29 : Thermostat à Plongeur	44
Figure 30 : Système de chauffage eau d'alimentation chaudières.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 31 : Plan de masse de la SOMACA	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Postes de la Centrale Thermique	16
Tableau 2 : Fiche technique des chaudières	18
Tableau 3 : Caractéristiques des pompes	19
Tableau 4 : Planning de contrôle des PMP	22
Tableau 5 : Diagnostic de la Centrale Thermique	22
Tableau 6 : Appareils d'analyse CO ₂	24
Tableau 7 : Caractéristiques des pompes	35
Tableau 8 : Table des formules	53
Tableau 9 : Table d'abréviations	67
Tableau 10 : Table des combustibles	68

INTRODUCTION

Le monde de la mécanique est une course permanente aux nouveaux services qui entraînent de nouvelles innovations.

Ces nouveaux services que propose la haute technicité des interventions privilégiées notamment la mécanique automobiliste compte tenu de l'augmentation du nombre de nouvelles fonctions à entretenir dans les véhicules.

Le grand public penche de plus en plus vers l'achat des véhicules de haute gamme, c'est pour cela que des nouvelles technologies mixant la mécanique et l'électronique apparaissent et s'imposent dans l'industrie automobile. En tant que futur professionnel dans le domaine de la mécanique, je ne dois pas me contenter de connaître l'architecture globale de ces machines mais aussi de bien discerner leurs fonctionnements.

Etant stagiaire à la Société Marocaine de Construction Automobiles, département Maintenance centrale (à l'Unité Élémentaire de Travail Centrale Thermique), mon sujet se résume à faire une conception et dimensionnement d'un échangeur pour la production d'eau chaude, et établir un système de chauffage eau d'alimentation des chaudières.

Le présent rapport est organisé comme suit :

- Présentation générale de la société où mon stage a été effectué (SOMACA).
- Prospector la zone d'étude (Centrale Thermique), connaître ses composantes, principes de fonctionnement et ses utilités, ainsi que les problématiques traitées.
- Étude technique des solutions.
- Étude technico-économique du projet, qui permet de donner une représentation financière du projet.
- Et enfin une conclusion.

La réalisation de ce projet permettra à la centrale thermique d'optimiser l'énergie en satisfaisant les besoins en vapeur et eau chaude et par conséquent devenir plus convenable.

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ MAROCAINE DE CONSTRUCTION AUTOMOBILES

I-1 HISTORIQUE

La Société Marocaine de Construction Automobile (SOMACA), a été créée en 1959 sur l'initiative du gouvernement marocain avec l'assistance technique italienne de Fiat SPA et de la société franco-italienne Simca qui détenait chacune 20% du capital. Plus tard Simca sera absorbée par Talbot puis Peugeot.

Implantée à Aïn Sebaâ, dans la banlieue nord de Casablanca, la société assemble la quasi-totalité des voitures particulières et des utilitaires légers produits au Maroc. La SOMACA dispose d'une usine d'une superficie couverte de 90 000 m². La capacité de production maximale est de 30 000 véhicules par an.

Après une première tentative de privatisation en 2002, qui s'est soldée par un échec, le gouvernement marocain a négocié directement la cession de ses parts dans la SOMACA avec Renault qui a racheté en 2003 les 38% détenus par le département du Trésor Marocain pour un montant de 8,7 millions d'euros.

Devenue filiale de Renault, la Somaca produit également depuis 2005 la DACIA Logan. La capacité annuelle de production de Somaca est passée en 2009, de 45 000 à plus de 90 000 véhicules, car elle commence aussi à assembler la Sandero. Ainsi qu'en 2010, la SOMACA assemble également la Sandero Stepway.

Une partie de la production est exportée en Europe (France, Espagne notamment), en Egypte et en Tunisie.

Aujourd'hui, le capital social est réparti comme suit :

- **54%** par le **Groupe Renault** (dont 46% pour Renault et 8% pour Renault Maroc).
- **20%** par **Peugeot**.
- **14%** par des investisseurs **privés**.
- **12%** par **l'État marocain**.

I-2 MISSIONS

La première mission de la SOMACA, est de générer une valeur ajoutée au niveau de la branche automobile et devenir un pôle de développement industriel.

La deuxième, est de se positionner sur le marché international en tant que partenaire des constructeurs, soit en tant que représentant d'une ou plusieurs marques, soit en assurant une partie de la fabrication automobile pour un ou plusieurs modèles.

La définition de la mission nous amène à préciser la stratégie de la SOMACA pour les prochaines années :

- Mettre à niveau l'outil de production tant sur le plan « Qualité » que « Capacité » pour répondre aux exigences éventuelles des Constructeurs.
- Mettre à niveau le potentiel humain pour avoir des qualifications et les profils nécessaires pour atteindre le niveau de qualité requis et d'autre part, mobiliser l'ensemble des ressources en initiant et réalisant un projet d'entreprise.

I-3 ACTIVITÉS

Carrosserie :

La carrosserie est l'enveloppe rigide de la voiture, destinée à protéger les personnes et les éléments mécaniques des intempéries.

la conception de la carrosserie s'intègre avec celle du châssis, les tôles devant à la fois protéger les personnes des intempéries, mais aussi, en cas d'accident (notamment en se déformant pour absorber une part significative de l'énergie des chocs), ainsi que d'assurer la rigidité de la structure en se substituant partiellement ou totalement aux montants et poutres des premiers véhicules.

Montage :

Il s'agit du garnissage des caisses en provenance du département peinture par la mise en place de tous les équipements et accessoires mécaniques.

Le véhicule ainsi monté subit des contrôles statiques, dynamiques et des tests d'étanchéité afin de s'assurer de sa conformité.

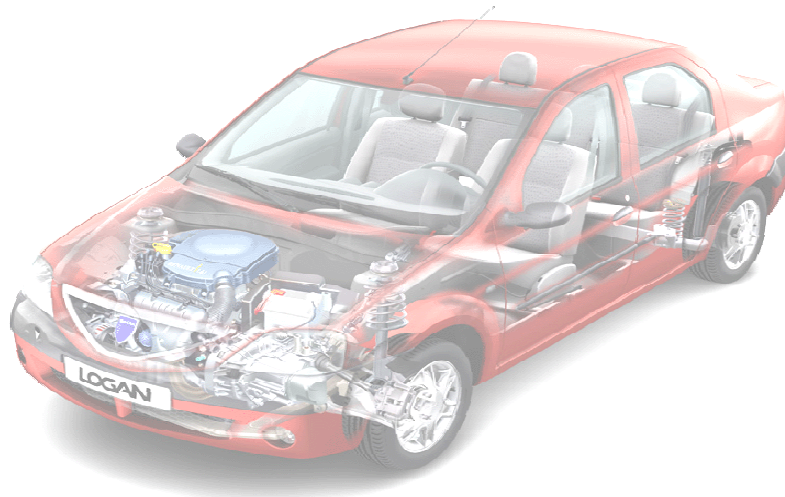


Figure 1 : DACIA Logan (L90)

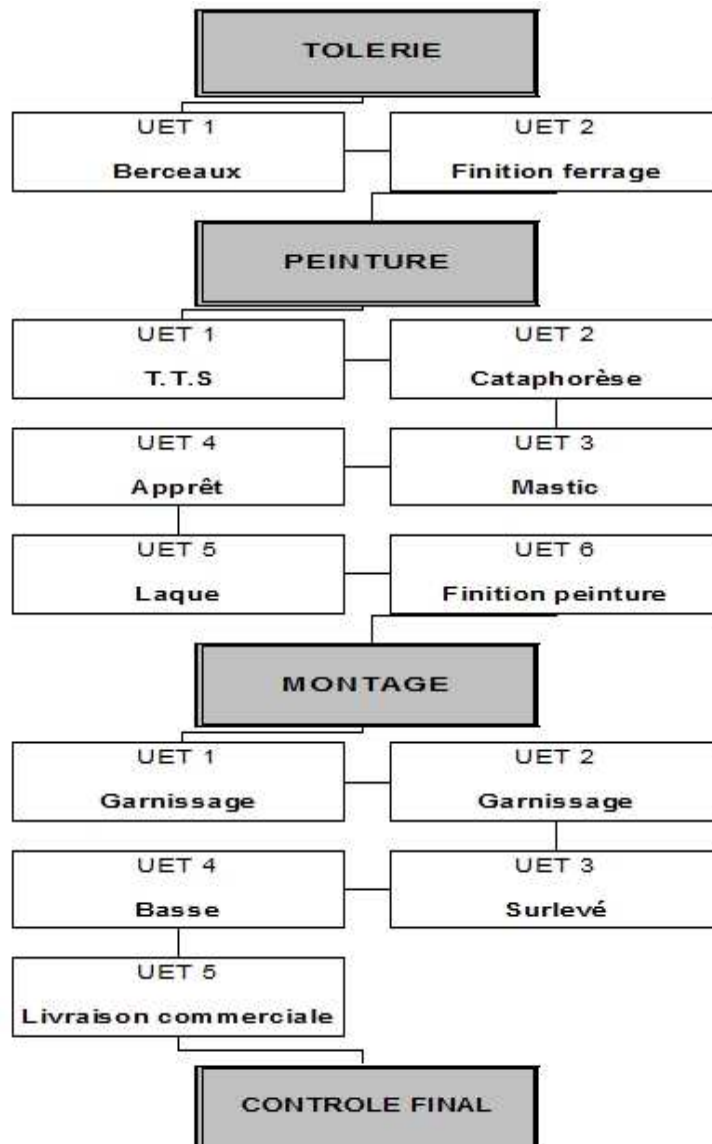


Figure 2 : Déroulement des activités

I-4 ORGANIGRAMME

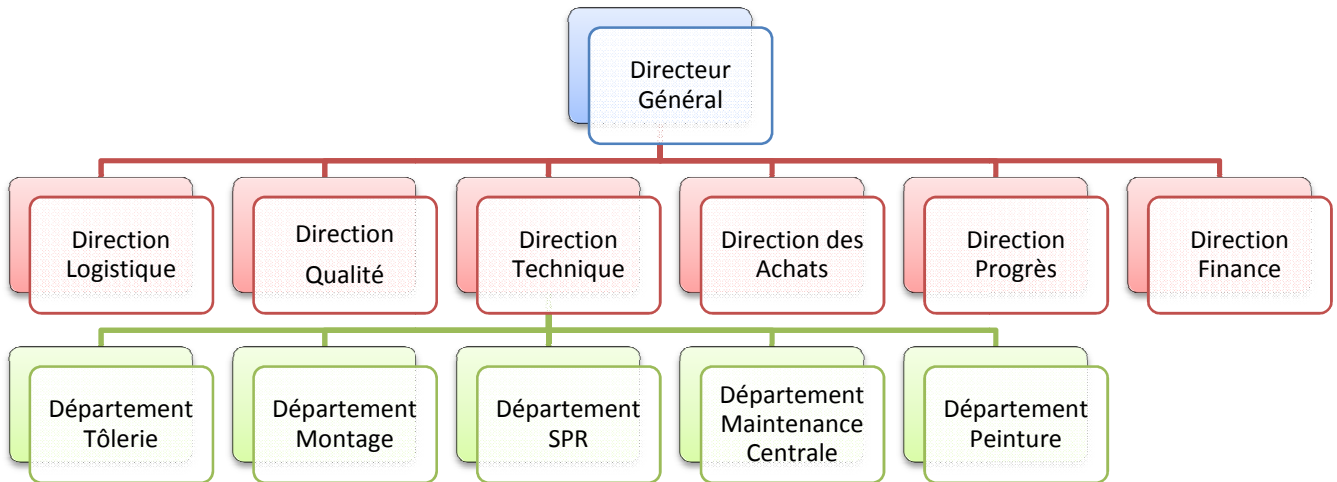


Figure 3 : Organigramme de la SOMACA

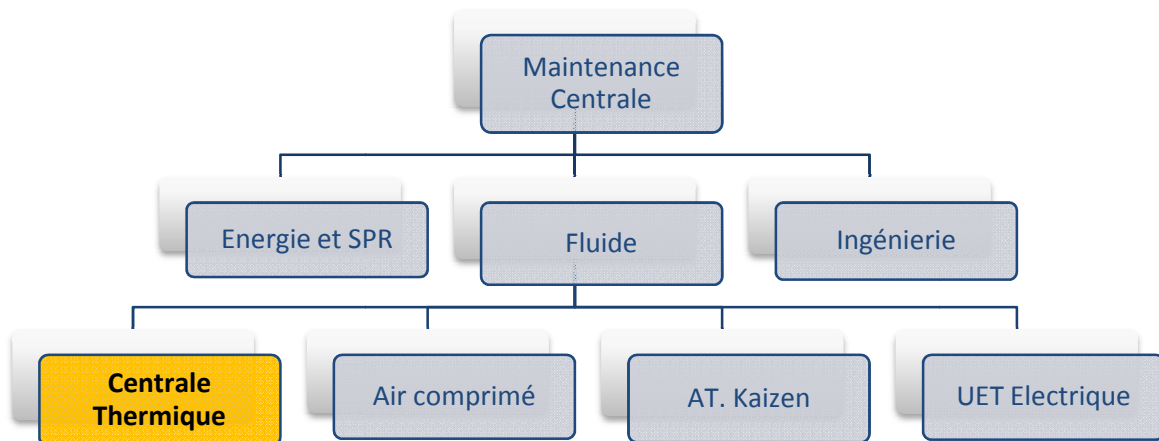


Figure 4 : Organigramme du département

I-5 PROCESSUS DE PRODUCTION A LA SOMACA

I-5-1 TÔLERIE

La tôlerie est la première étape du Processus de fabrication réalisant la forme initiale de la voiture (caisse) grâce à un ensemble d'opérations (le plus souvent soudures par points) ordonnées et successives qui commence au berceau et fini par un contrôle de finition ferrage (composé d'une UET pour contrôle de finition).

L'assemblage des voitures dite aussi le ferrage, représente la première étape à partir de laquelle le processus fabrication et production de la SOMACA est initié.

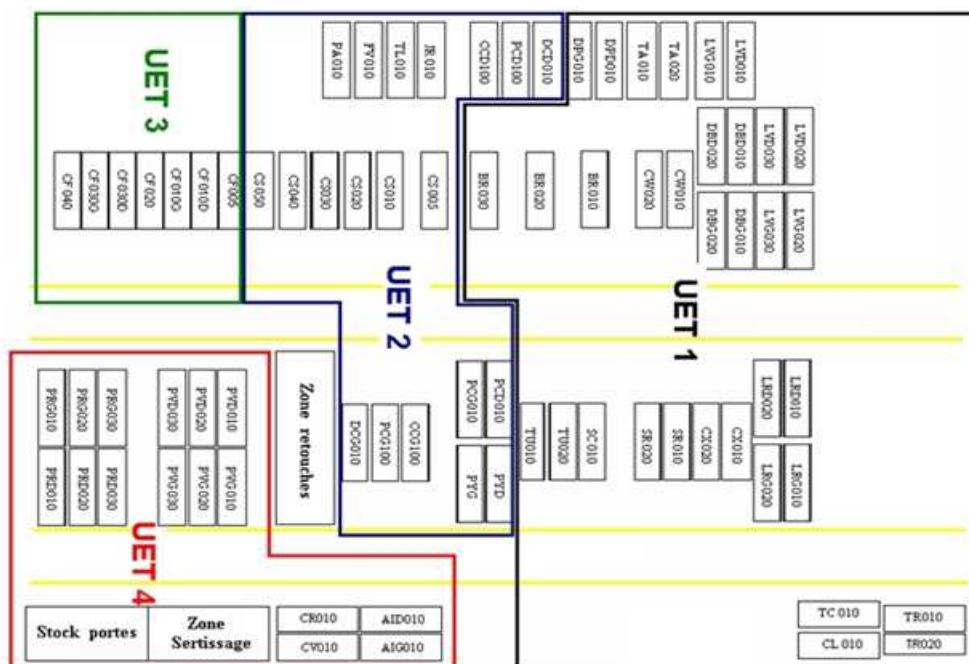
En effet, le ferrage consiste à assembler à partir de CKD (pièces complètement démontées) et autres pièces à l'état brut, en autre terme des caisses à blanc.

L'enchaînement de la caisse durant l'opération ferrage se fait en quatre unités :

- UET1, UET2, et UET4, qui a pour mission la mise en forme des caisses selon les gammes opératoires.
- UET3, Elle a pour mission le montage de tous les éléments mobiles de la voiture.

L'atelier tôlerie est l'amont Process de la fabrication :

- ✓ **UET1** : Fabrication du préliminaire de la caisse.
- ✓ **UET2** : Assemblage caisse.
- ✓ **UET3** : Montage ouvrants et réglage.
- ✓ **UET4** : Préparation des ouvrants.



I-5-2 PEINTURE

La peinture est la deuxième étape du processus de fabrication d'une voiture. On y fait subir au véhicule des traitements de surfaces pour améliorer sa résistance à la corrosion et aux attaques chimiques.

Une peinture est une préparation qui se présente sous forme de liquide plus au moins fluide. Elle doit pouvoir être appliquée en couches minces sur tout support par des procédés appropriés.

Le processus de la peinture comporte cinq étapes principales :

ETAPE 1 : Tunnel de traitement de surface (TTS)

- Traitement anticorrosion subit par les caisses en éliminant les huiles de protection.

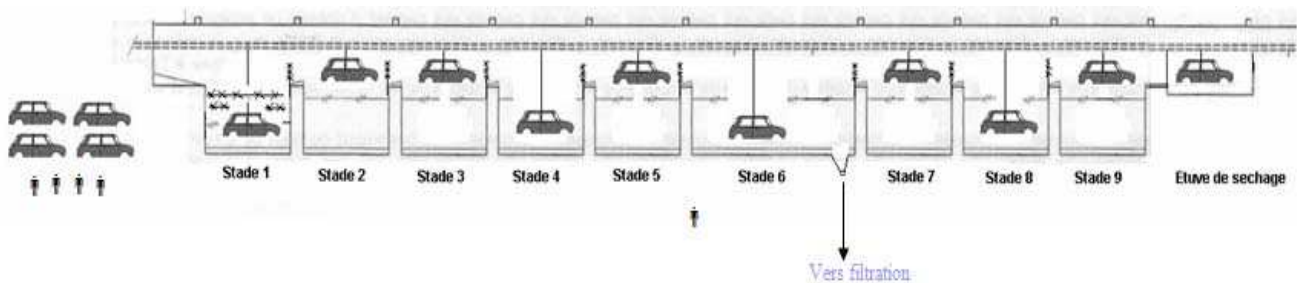


Figure 6 : Schéma de Tunnel de Traitement de Surface

ETAPE 2 : Ligne de Cataphorèse

- Traiter l'intérieur de la pièce (parties creuses).
- Revêtement de peinture de très haute qualité au moindre coût.

ETAPE 3 : Ligne de Mastic

- Les mastics appliqués ont diverses fonctions : Anti-gravillonnage, Etanchéité, Soudures des structures.

ETAPE 4 : Ligne Apprêt :

- 1^{ère} couche de peinture grise.

ETAPE 5 : Ligne des Laques

- Peinture de finition.

I-5-3 MONTAGE

L'atelier de montage comporte deux chaînes en forme de fer à cheval (en U), une chaîne nommée Chaîne B est dédiée à la production des modèles VUL, et une autre nommée Chaîne C est dédiée à la production du modèle LOGAN et SANDERO.

Chaque chaîne de montage est divisée en quatre unités :

- Première Unité Élémentaire de Travail :

Dans la première, on procède au montage des faisceaux électriques.

- Deuxième Unité Élémentaire de Travail :

Au niveau de cette UET, on procède à la préparation du groupe moteur

- Troisième Unité Élémentaire de Travail :

A ce niveau s'effectue le montage du réservoir, des amortisseurs et des roues.

- Quatrième Unité Élémentaire de Travail :

Enfin, le montage des tapis, des ceintures de sécurités avec leurs supports.

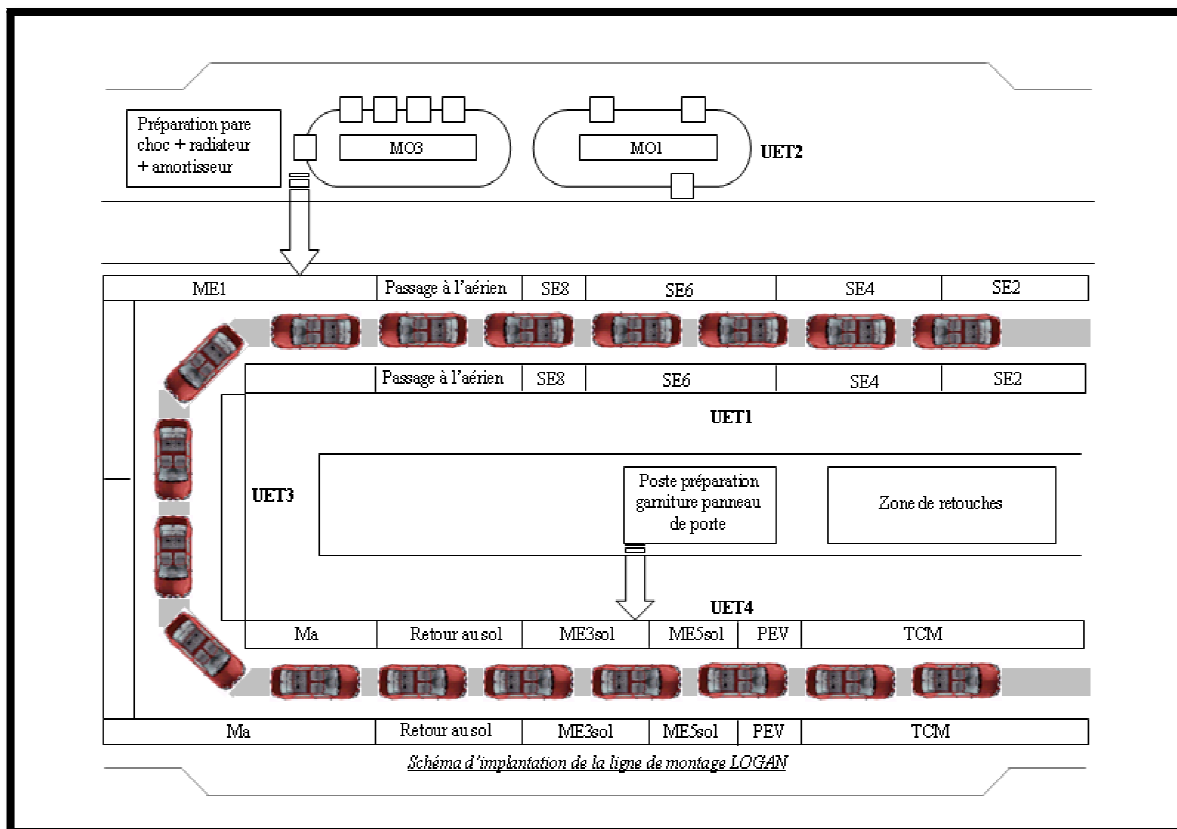


Figure 7 : Schéma de la ligne de montage

En fin de montages, la voiture est essayée par une unité de contrôle fonctionnelle (vérification mécanique, essaie sur piste...), puis elle est installée au parc des voitures neuves.

CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II-1 DESCRIPTION DE LA CENTRALE THERMIQUE

La centrale thermique se compose de trois chaudières, deux chaudières à tube de fumée (Wanson 1 et Wanson 2), et une chaudière à tube d'eau (Babcock Wilcox).

Ces chaudières servent à produire de la vapeur.

La vapeur pour les tunnels traitement de surface TTS, avec une température de 170°C et une pression de 5 bars.

L'eau chaude pour la cabine Apprêt (l'usine où se fait la 1^{ère} couche de peinture en gris), avec une température de 55°C et une pression de 2 bars.

La centrale est divisée en cinq postes :

Centrale Thermique	Poste 1	Chaudières	Chaudière Wanson 1 (à tubes de fumée)
			Chaudière Wanson 2 (à tubes de fumée)
			Chaudière Babcock Wilcox (à tubes d'eau)
	Poste 2	Eau déminéralisée	1. Réservoir de stock eau déminéralisée (V = 4,5m ³)
			2. Pompes N° 5 et 6 pour le remplissage du réservoir eau chaude et de la bêche alimentation chaudières
			3. Pompes d'alimentation chaudières
			4. Bêche alimentation chaudières
	Poste 3	Réseau vapeur	Collecteurs vapeur
			Circuit vapeur
	Poste 4	Réseau eau chaude	1. Pompes de recyclages
			2. Réservoir eau chaude
			3. Echangeurs
	Poste 5	Installation gaz	Citernes gaz
			Circuit gaz

Tableau 1 : Postes de la Centrale Thermique

- Tous les tubes sont calorifugés pour conserver l'énergie.
- La température de l'entrée de l'eau dans les chaudières est entre 40°C et 45°C.
- La température de sortie est entre 150°C et 170°C.

II-2 DESCRIPTION DU CIRCUIT ACTUEL

Le schéma suivant explique le circuit de la vapeur et de l'eau chaude dans la Centrale Thermique :

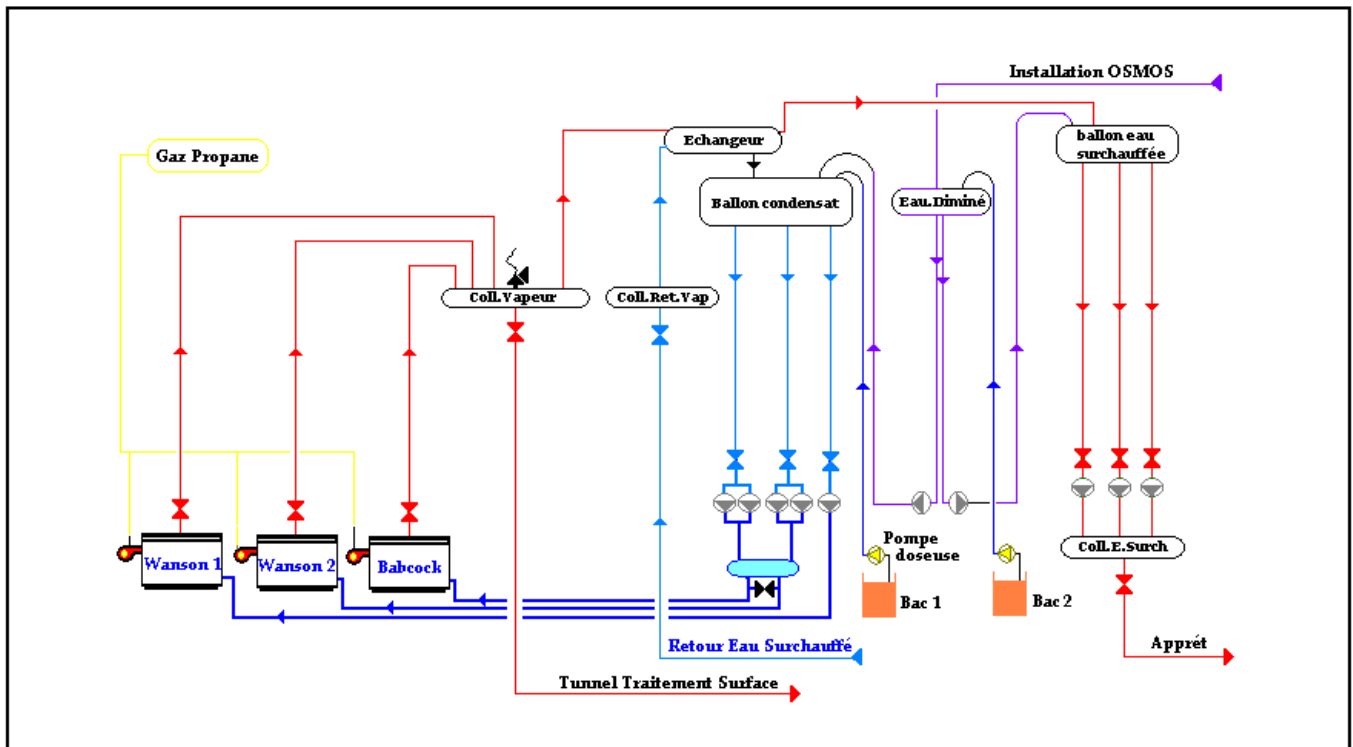


Figure 8 : Schéma de production de la centrale thermique

II-2-1 CHAUDIÈRES

- Les chaudières à tubes de fumée (WANSON I et WANSON II)

Les chaudières à tubes de fumée sont constituées d'un corps cylindrique, à l'intérieur se situe le cylindre foyer à tube de fumée, l'eau se situant autour des tubes, afin d'augmenter l'efficacité de ce tube de chaudière, la séparation des phases gazeuses et liquides s'effectue à la partie supérieure de la chaudière.

Ces chaudières se composent d'un brûleur (servomoteur + turbine), conduites vapeur, conduites gaz, armoire de commande électrique, des vannes, Electrovanne, soupapes de sécurité.

- La chaudière à tubes d'eau (BABCOCK WILCOW)

Contrairement aux chaudières WANSON I et II, c'est l'eau qui circule à l'intérieur des tubes et la fumée à l'extérieur.

Cette chaudière a les mêmes composants que WI et WII, sauf qu'elle est caractérisée en plus par deux ballons supérieur et inférieur (pour assurer une bonne séparation du mélange eau-vapeur).

Fiche technique des trois chaudières :

	WANSON 1 (WI)	WANSON 2 (WII)	BABCOCK WILCOX
Série	811 / 4446576	91079 / 32220	171633 / 1967
Débit vapeur	4 000 Kg/h	6 000 Kg/h	5 825 Kg/h
Pression maximale	14 bars	20 bars	25 bars
Puissance	2,56 Kcal/h	3,73 Kcal/h	3,73 Kcal/h
Voltage	380 V	380 V	380 V
Fréquence	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Surface de chauffage	126 m ²	152,7 m ²	142 m ²
Combustible	Gaz Butane propane	Gaz Butane propane	Gaz Butane propane

Tableau 2 : Fiche technique des chaudières

II-2-2 BACHE ALIMENTAIRE

C'est un grand récipient qui sert à alimenter les chaudières, de volume 5.30 m³, c'est un retour vapeur (de la Tunnel Traitement de Surface) et de l'eau chaude (de l'Apprêt).

Il se compose de :

- Troue d'homme
- Manomètre de pression (tanné sur 3bars)
- Thermomètre à cadron (tanné sur 60°C)
- Indicateur de niveau
- Purge
- Vanne d'alimentation

II-2-3 ÉCHANGEURS

Il existe trois échangeurs dans la centrale thermique. Ils servent à transformer de la vapeur à l'eau chaude.

Chaque échangeur se compose de :

- Soupapes de sécurité
- Manomètres de pression
- Thermomètre de température
- Vannes de purge

II-2-4 RÉSERVOIR EAU DEMINERALISÉE

C'est une citerne de stockage de l'eau déminéralisée (eau traitée), car c'est l'eau utilisée dans la centrale thermique, pour protéger les matériels. Elle alimente la bêche alimentaire quand le niveau de l'eau à l'intérieur diminue. Elle est de volume 5m^3 .

II-2-5 RÉSERVOIR EAU CHAUDE

C'est un réservoir de stockage de l'eau chaude émise des échangeurs de volume 10.8m^3 , lié à des pompes recyclage pour l'envoyer vers la cabine de l'Apprêt.

Il se compose de :

- Troue d'homme ovale
- Manomètre de pression (tanné sur 6 bars)
- Thermomètre de température (tanné sur 200°C)
- Deux vannes d'évacuation de la vapeur
- Vanne d'alimentation

II-2-6 POMPES

Il existe deux types de pompes :

Pompes recyclage	Pompes alimentation
<p>Il existe cinq pompes, trois ont pour rôles de faire le recyclage de l'eau chaude entre le réservoir eau chaude à la centrale thermique et la cabine d'Apprêt au département peinture, car c'est un circuit fermé. Et deux autres pompes qui servent à alimenter la bêche alimentaire par l'eau déminéralisée. La plaque signalétique est la suivante :</p> <p style="text-align: center;"><u>CALPEDA</u></p> <p style="text-align: center;">$Q_{min} = 24 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{max} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$ $H_{min} = 37 \text{ m}$ $H_{max} = 46 \text{ m}$ $V = 2900 \text{ tr/min}$ $P = 12,5 \text{ kW}$</p>	<p>Il existe cinq pompes alimentation, c'est pour alimenter les trois chaudières WI, WII et BK, par l'eau stockée dans la bêche alimentaire. La plaque signalétique est la suivante :</p> <p style="text-align: center;"><u>EUROTEMCO</u></p> <p style="text-align: center;">Type : 6A160L2 380/660V N = 50Hz V = 2920 tr/min P = 18,5 kW</p>

Tableau 3 : Caractéristiques des pompes

II-3 PRODUCTION DE LA CENTRALE THERMIQUE

La centrale thermique consomme :

- Gaz Butane-Propane : 35 132 kg/semaine
- Eau déminéralisée : 600 l/jours
- Cétamine : 0,25 l/semaine
- Brûleurs (chaudières) : $P_{\text{brûleurs}} = 1\,864 \text{ Kw/semaine}$
- Pompes : $P_{\text{pompe}} = 84 \text{ Kw/semaine}$

La centrale thermique produise :

- Vapeur : 451 437 (WI) + 224 000 (WII) + 525 000 (BK) = 1 200 437 kg/semaine
- Eau chaude : elle dépende de la demande de la cabine d'Apprêt selon la saison

II-4 PROBLÉMATIQUES

Nous avons constaté beaucoup de problèmes et de défaillance au sein de la centrale thermique et ceux à cause du manque de schéma directeur car ce dernier facilite l'accès aux caractéristiques des équipements et leurs manipulations, permet de donner plus de détails sur la quantité et la qualité de la matière première ainsi que la matière produite.

La cabine de l'Apprêt ne reçoit pas l'eau chaude, envoyée de la centrale, à la température demandée exactement ce qui augmente les réclamations clients (les agents de la cabine) et influence l'activité de la ligne de production.

Il y a énormément de charges (consommation énorme du gaz) et de pertes d'énergie (dégagement des fumées dans la cheminée de la chaudière Babcock), aussi la présence de corrosion dans les conduites d'eau et les tubes des chaudières, qui impacte la durée de vie des chaudières et des tuyauteries.

CHAPITRE III : ÉTUDE TECHNIQUE DU PROJET

III-1 SCHÉMA DIRECTEUR DE LA CENTRALE THERMIQUE

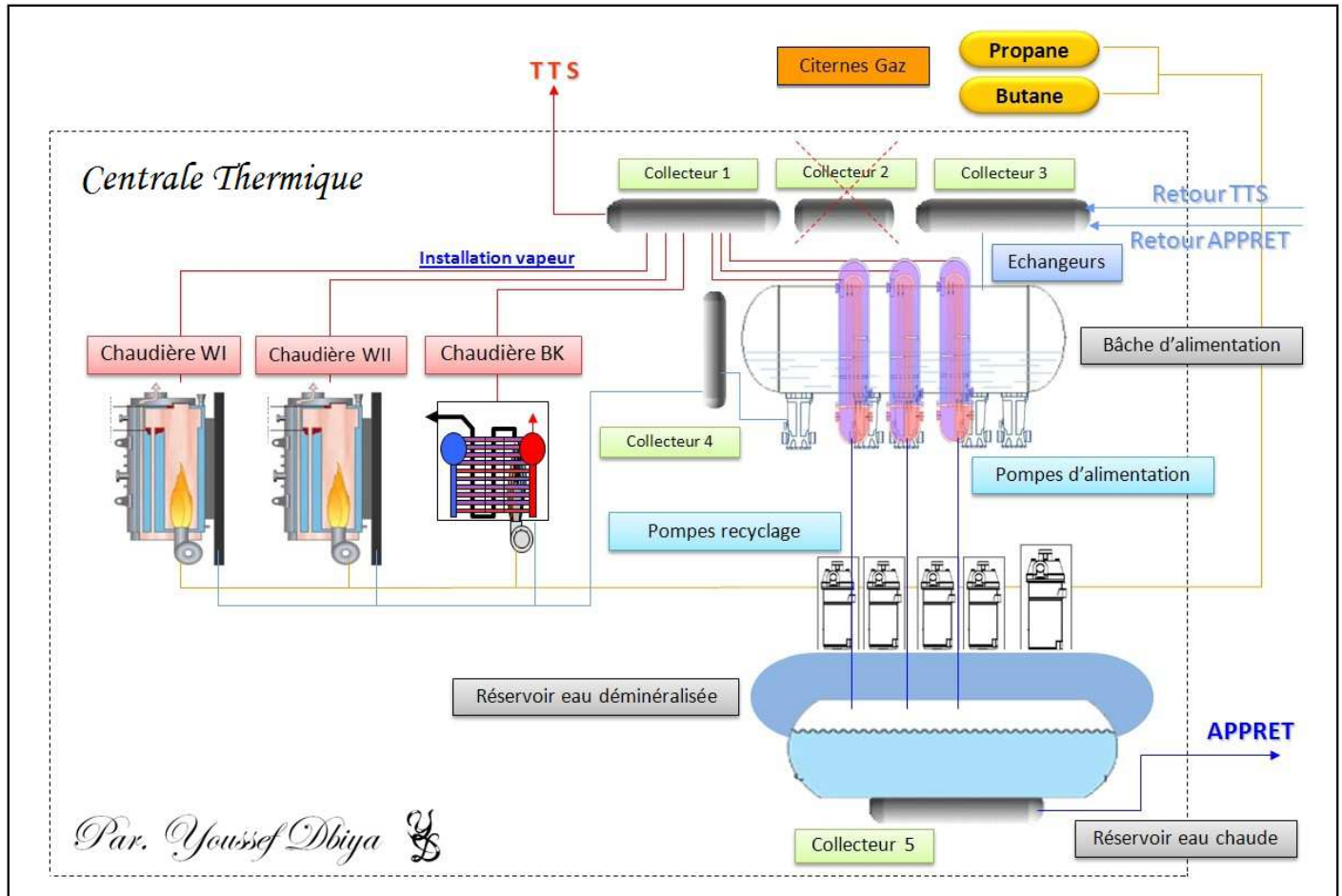


Figure 9 : Implantation centrale thermique

III-1-1 OBJECTIFS DU SCHÉMA DIRECTEUR

Les objectifs du schéma directeur sont les suivants :

- Définir le système et les objectifs de l'Atelier ou de l'Unité Élémentaire de Travail.
- Facilité d'accès aux équipements de la Centrale Thermique.
- Présentation des problèmes et des écarts.
- Présentation du planning de contrôle des PMP.
- Présenter le diagnostic de la Centrale Thermique.
- Amélioration des systèmes.
- Amélioration de la sécurité.

III-1-2 PLANNING DE CONTRÔLE DES PMP D'UET CENTRALE THERMIQUE

ÉQUIPEMENTS	PMP	SEMAINES
Chaudières	Wanson I	S7
	Wanson II	S8
	Babcock Wilcox	S9
	EGFI TTS	S10
Installation Eau déminéralisée	Conduites	S11
	Vannes	S12
	Pompes	S13
Installation Vapeur	Conduites	S14
	Vannes	S15
	Collecteurs	S16
Installation Eau chaude	Conduites	S17
	Vannes	S18
	Collecteurs	S19
	Pompes recyclage	S20
Installation Gaz	Conduites	S21
	Vannes	S22

Tableau 4 : Planning de contrôle des PMP

III-1-3 DIAGNOSTIC DE L'UET CENTRALE THERMIQUE

ACTIONS DE PROGRES EN COURS	
ACTIONS	DELAIS
Standardisation	S21
Professionalisme	S19
Implication, animation et règles de vie	S25
Maîtrise de la qualité	S22
Maîtrise des conditions de travail et de l'environnement	S27
Maîtrise de la performance des moyens	S37
Maîtrise et respect des flux et des délais	S19
Maîtrise des coûts	S37

Tableau 5 : Diagnostic de la Centrale Thermique

III-1-4 SÉCURITÉ CHAUDIÈRES (MAINTENANCE PREVENTIVE SÉCURITÉ)

III-1-4-1 TEST SOUPAPE DE SECURITÉ

Nous allons fixer les soupapes de sécurité sur 12 bars par exemple, puis nous allons augmenter la pression à l'intérieur des chaudières et des réservoirs, pour voir si elles vont déclencher ou pas.

III-1-4-2 TEST MANQUE D'EAU PAR ÉLECTRODE

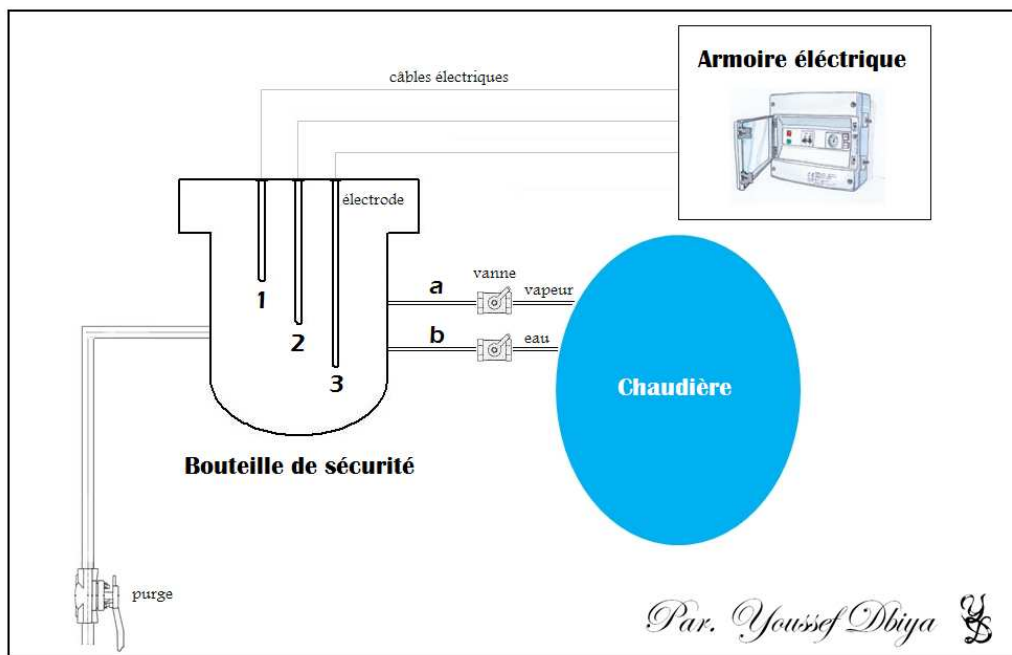


Figure 10 : Test manque d'eau par électrode

Niveau 3 (seulement)	Déclenchement du brûleur (car le manque d'eau risque l'explosion des chaudières)
Niveau 3 et 2	Cas normal
Niveau 1,2 et 3	Déclenche d'alarme (surcharge des conduites)

Comment faire le test ?

On ferme les vannes 'a' et 'b' après saturation de la bouteille de sécurité, puis on ouvre la vanne de purge, ce qui impliquera la diminution du niveau d'eau dans la bouteille de sécurité jusqu'à atteindre le 3^{ème} niveau, de cette manière nous allons voir si le brûleur se déclenchera ou non.

III-1-5 SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS

III-1-5-1 ENTRETIEN PREVENTIF SELON LES PARAMETRES

Analyse %CO₂ (% de dégagement dioxyde de carbone par les chaudières) :

Il faut commander un appareil Fyrite pour faire l'analyse de dégagement du CO₂ des chaudières, pour faire un contrôle préventif hebdomadaire, par conséquent, il y'aura une augmentation du rendement des chaudières.

Concentration typique dans les gaz de combustion :

→ Brûleurs gaz : 10 - 12 %

→ Brûleurs fioul : 12 - 14 %

Si on est hors normes il faut jouer sur le débit de l'air :

→ Si nous trouvons %CO₂ < 10 % donc il faut diminuer le débit de l'air.

→ Si nous trouvons %CO₂ > 12 % donc il faut augmenter le débit de l'air.

Nous jouons sur le débit de l'air à partir du servomoteur des brûleurs.

Il existe deux types d'appareil, manuel et numérique :



Manuel		Il permet de faire l'analyse % CO ₂ et O ₂
Numérique		il permet de calculer le rendement, %CO ₂ , température gaz fumée, CO, % H ₂ O qui s'évapore dans les gaz fumée...)

Tableau 6 : Appareils d'analyse CO₂

Ramonage des tubes des chaudières :

Si la température du gaz fumée dans les chaudières dépasse les normes ($T_{max} = 200^{\circ}C$), il y'aura alors une accumulation des suies et des cendres volantes sur les surfaces d'échange.

La couche formée est isolante et limite le transfert de chaleur, la résistance de cette couche à la transition de chaleur augmente avec son épaisseur.

Il en résulte une augmentation de la température des fumées et donc diminution du rendement.

Il faut donc faire un ramonage par brosse métallique, l'opération se fait avec faible charge pour éviter l'usure des tubes.

Relevé d'épaisseurs :

C'est un relevé qui se fait à cause des usures que nous avons toujours à l'intérieur des conduites et des réservoirs (à cause de la pression), il se fait :

- Chaque cinq an pour les réservoirs.
- Chaque année pour les tubes et les conduites.

Il faut donc commander un appareil Ultrason pour faire le relevé d'épaisseurs.

L'appareil Ultrason permet de mesurer l'épaisseur résiduelle des tuyaux, des réservoirs et d'autres structures métalliques corrodés par l'intérieur, il est utilisé pour la recherche des défauts les plus minces et les plus légers.



Figure 11 : Appareils Ultrason

III-1-5-2 CALORIFUGEAGE DES VANNES VAPEUR

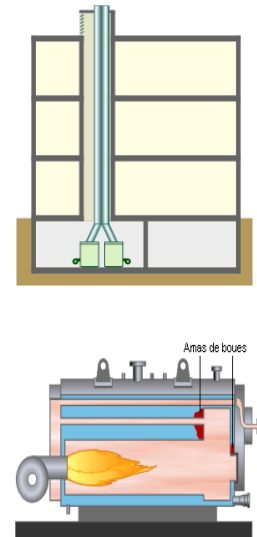
Pour les vannes vapeur, il faut mettre un calorifuge pour diminuer les pertes de charges. Le meilleur matériau pour le calorifugeage est la laine de verre.

C'est un matériau isolant de consistance laineuse obtenu par fusion à partir de roche, de verre ou de laitier (norme PR EN ISO 9229). C'est l'isolant le plus répandu. Elle fait partie des isolants de la famille des fibres minérales, les plus répandus aujourd'hui (75% des ventes d'isolants). La laine de verre est obtenue par fusion, centrifugation et soufflage de verre de récupération.

III-1-5-3 DÉPRESSION DE LA CHEMINÉE

La cheminée sert à l'évacuation vers l'extérieur des produits de combustion ou des fumées qui se forment dans le foyer. Cette évacuation se fait grâce au tirage naturel ou à la dépression, créée par la force ascendante des gaz chauds dans la cheminée. Ce tirage règle aussi la combustion.

Augmenter la dépression
↓
Augmenter la longueur de la flamme (plus d'aspiration)
↓
Optimisation de l'évaporation de l'eau dans la chaudière
↓
Augmentation de la quantité de la vapeur par rapport au temps



Il faut donc augmenter la longueur de la cheminée.

III-1-5-4 INSTALLATION D'UNE GAINÉ MONTÉE AVEC LE BRÛLEUR

On propose d'ajouter une gaine montée avec le brûleur.

Son but est de diminuer l'énorme bruit au démarrage du brûleur, et pour plus de sécurité des opérateurs à la centrale.

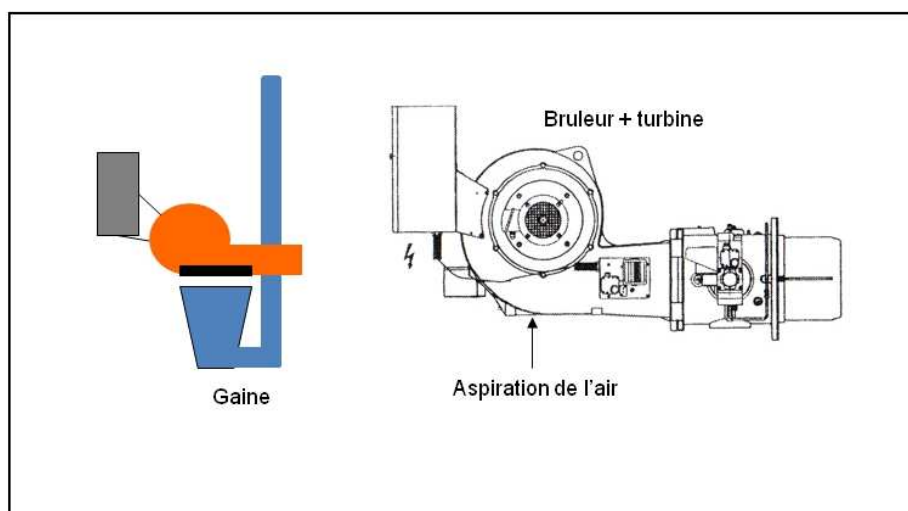


Figure 12 : Gaine montée au brûleur

III-1-5-5 INSTALLATION D'UN BAC D'EXPANSION

Le bac d'expansion sert à casser la pression, pour empêcher le retour de la pression à la centrale, car maintenant il y'a dégagement de la vapeur et la Cétamine «produit dangereux» à l'intérieur de la centrale.

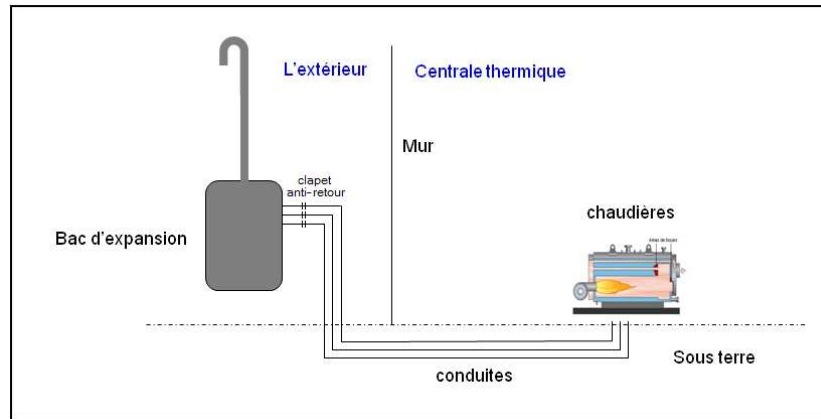


Figure 13 : Bac d'expansion

III-1-5-6 CRÉATION D'UNE SALLE DE CONTRÔLE

Cette salle permet la supervision du travail.

C'est une vitrine de verre où il y'a un panelview (afficheur).

Donc nous allons lier le panelview avec toutes les armoires électriques par des câbles, pour afficher toutes les informations et détecter automatiquement les problèmes qui vont être affichés dans le panelview, et pouvoir commander à distance (démarrage, arrêt...).

Dans la salle de contrôle il y'aura un système de carte mémoire qui permet l'enregistrement chronologique des paramètres et des problèmes.

Le panelview affiche :

- dépression cheminée.
- taux d'évaporation (Càd pour 1 litre de gaz liquide combien il nous donne de Kg de vapeur).
- % CO₂ et % CO.
- Débit de vapeur.
- Taux de condenser (Càd récupération du condenseur).
- Pression de service.
- Niveau de bêche d'alimentation.
- Niveau de bêche de condensation.
- Stock gaz Bupro.
- Rendement.



Figure 14 : Panelview

III-2 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

III-2-1 OBJECTIFS DU SYSTÈME

Les objectifs du système de production d'eau chaude sont les suivants :

- Optimisation d'énergie.
- Réduction du nombre des réclamations des clients (cabine de l'Apprêt).
- Augmentation de performance de la ligne de production (température exacte désirée).
- Gagner plus de temps pour chauffer l'eau (échangeur plus efficace que les anciens).

III-2-2 SOLUTION PROPOSÉE

L'installation de ce système sert à augmenter la performance de la ligne de production de l'eau chaude dans l'usine.

Ce système permet donc d'éliminer trois échangeurs et de transformer le réservoir d'eau chaude en système échangeur à grande efficacité, puis déplacer ce système près de la cabine de l'Apprêt, comme le montre le schéma suivant :

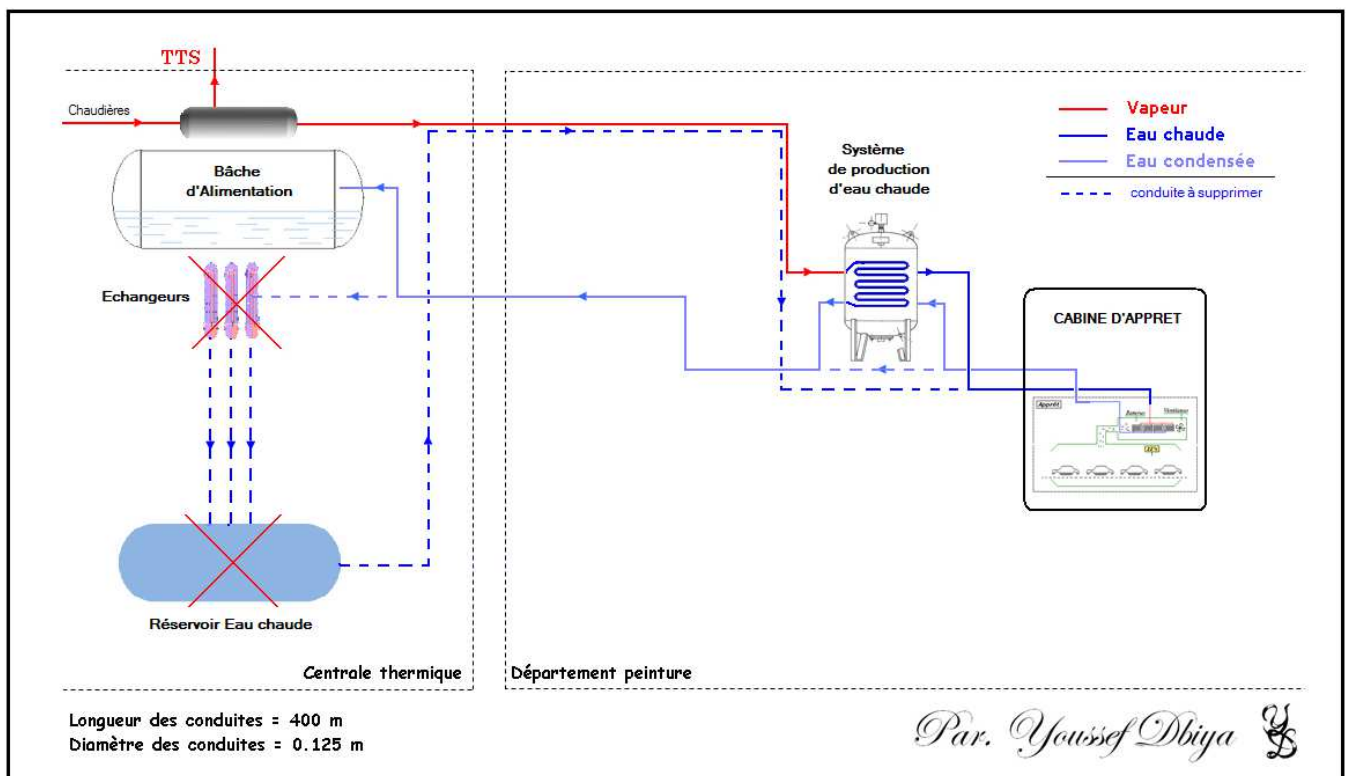


Figure 15 : Implantation de la nouvelle installation

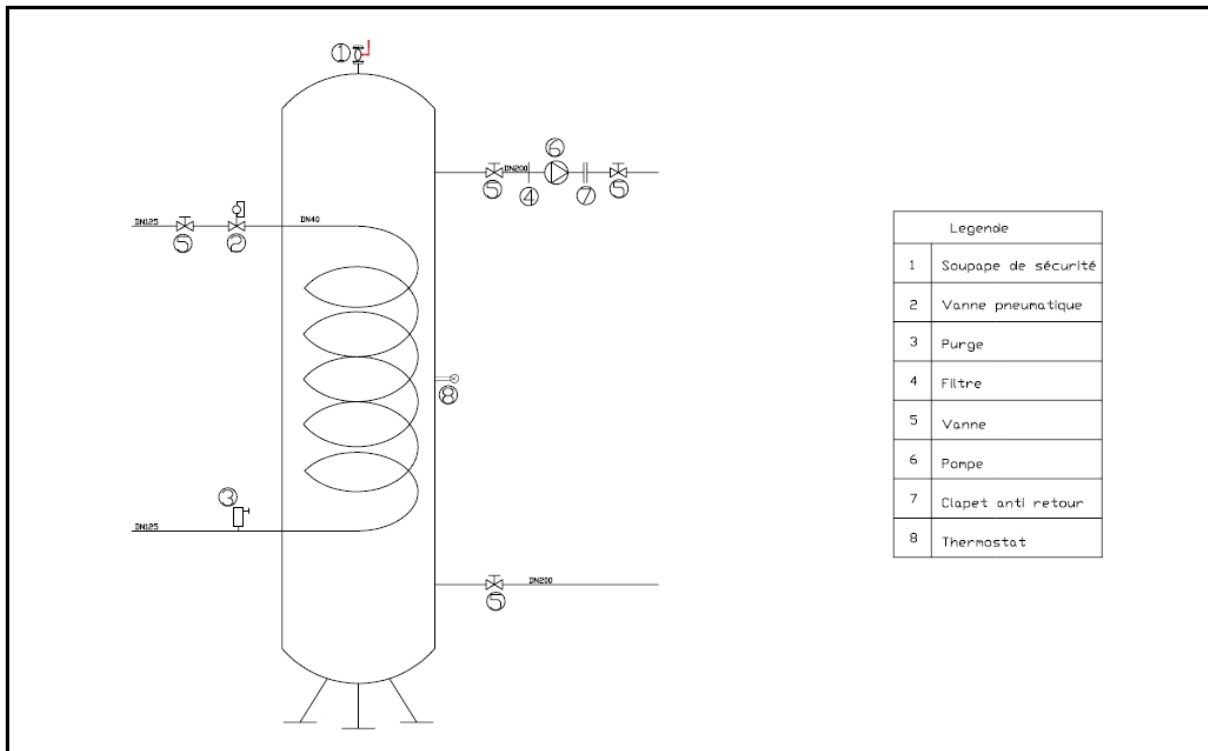


Figure 16 : Dessin système de production d'eau chaude

Le système de production d'eau chaude se compose de :

- Serpentin à plat
- Purgeur
- Pompes (deux)
- Vannes (cinq)
- Filtres (deux)
- Clapets anti-retour (deux)
- Système régulateur
 - Thermostat
 - Détecteur de température
 - Doigt de Gantt
- Soupape de sécurité
- Vanne pneumatique

III-2-3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Au début, nous allons régler le thermostat à la température désirée (55°C en hiver). A l'entrée du réservoir, il y'aura de la vapeur à 160°C, qui va circuler dans le serpentin à plat (en inox). Après, il y'aura transfert de chaleur avec l'eau dans le réservoir qui entrera à 40°C (l'eau que nous désirons chauffer), une fois atteindre la température réglée dans le régulateur, le détecteur de température enverra l'information au régulateur par un courant en mA, ce dernier se déclenchera automatiquement et fermera la vanne pneumatique (Thermostatique) à l'entrée. Nous aurons donc à la sortie du système l'eau chaude à la température 55°C exactement vers la cabine d'Apprêt, après utilisation dans la cabine, nous aurons le retour de l'eau à 40°C car nous aurons un circuit fermé de l'eau chaude entre l'Apprêt et notre système. Et la vapeur dans le serpentin se condensera et fera un retour vers la bêche alimentation chaudière.

Quand l'eau retournera à 40°C, la vanne pneumatique s'ouvre automatiquement pour laisser passer de la vapeur, et de la même manière le système fonctionnera.

III-2-4 DIMENSIONNEMENT DU SYSTÈME

III-2-4-1 SURFACE D'ÉCHANGE DU SERPENTIN A PLAT

Nous allons utiliser la méthode DTML (Différence des Températures de Mélange moyenne Logarithmique).

Formule générale :

$$\varphi = F S K \Delta T_{ML}$$

- Avec :
- φ = Puissance thermique (w)
 - F = Coefficient correctif (sans unité)
 - S = Surface d'échange (m²)
 - K = Coefficient d'échange globale (w/m²°C)
 - ΔT_{ML} = Différence des Températures de Mélange moyenne Logarithmique (°C)

Etape 1 : Calcul de la puissance thermique φ

On a :

$$\varphi \text{ (kcal)} = m_{eau} \text{ (Kg)} \times C_{p_{eau}} \text{ (kcal/Kg}^\circ\text{C)} \times \Delta T_{eau} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\rightarrow \varphi = \rho V \times C_{p_{eau}} \times \Delta T_{eau}$$

- Avec :
- ρ_{eau} = Masse volumique de l'eau (kg/m³)
 - $C_{p_{eau}}$ = Capacité thermique de l'eau (kcal/Kg°C)
 - ΔT_{eau} = Différence de Température entre l'entrée et la sortie de l'eau (°C)

$$\rightarrow \varphi = 970 \text{ kg/m}^3 \times 10,6 \text{ m}^3 \times 1 \text{ kcal/Kg}^\circ\text{C} \times (55 - 40) ^\circ\text{C}$$

$$\text{Donc } \varphi = 154\,230 \text{ kcal et } 1 \text{ kcal/h} = 1,16 \text{ w}$$

Alors la puissance thermique est :

$$\varphi \text{ (w)} = \frac{154\,230 \text{ (kcal)}}{1,16 \times \Delta t \text{ (h)}}$$

Or le temps de chauffage est 2h, donc :

$$\varphi = 6,64 \times 10^4 \text{ w}$$

Avec :

$$\rho_{\text{eau}} = 970 \text{ Kg/m}^3$$

$$Cp_{\text{eau}} = 1 \text{ kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$V_{\text{réservoir}} = 10,6 \text{ m}^3$$

Etape 2 : Calcul de ΔT_{ML}

C'est la différence des températures de mélange moyenne logarithmique, elle se calcule de la manière suivante :

$$\Delta T_{ML} = \frac{\Delta T_s - \Delta T_e}{\ln\left(\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e}\right)}$$

Avec :

$$\Delta T_s = T_{e \text{ (vapeur)}} - T_{s \text{ (eau)}} = 160 - 55 = 105 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_e = T_{s \text{ (vapeur)}} - T_{e \text{ (eau)}} = 120 - 40 = 80 ^\circ\text{C}$$

Donc

$$\Delta T_{ML} = \frac{105 - 80}{\ln\left(\frac{105}{80}\right)}$$

$$\Delta T_{ML} = 91,93 ^\circ\text{C}$$

Etape 3 : Calcul du coefficient correctif F

Ce coefficient dépend de deux paramètres R et P tels que :

✓ Le rapport des débits de capacités des deux fluides :

$$R = \frac{\dot{m}_{\text{vapeur}} Cp_{\text{vapeur}}}{\dot{m}_{\text{eau}} Cp_{\text{eau}}} = \frac{T_{s \text{ (vapeur)}} - T_{e \text{ (vapeur)}}}{T_{e \text{ (eau)}} - T_{s \text{ (eau)}}} = \frac{120 - 160}{40 - 55} = 2,66$$

✓ L'efficacité de l'échangeur :

$$P = \frac{T_e(eau) - T_s(eau)}{T_e(eau) - T_s(vapeur)} = \frac{40 - 55}{40 - 160} = 0,125$$

Après avoir calculé R et P, on déduit la valeur du coefficient correctif F à partir des abaques (voir diagramme C1 Annexe) :

$$F = 0,98$$

Etape 4 : Calcul du coefficient d'échange global du système K

Le coefficient de transfert global :

$$k = \frac{1}{\frac{1}{h_{eau}} + \frac{1}{h_{vapeur}} + \frac{e}{\lambda_{serpentin}}}$$

Avec : K = Coefficient d'échange global (w/m²°C)
 h_i = Coefficient d'échange thermique du fluide i (w/m²°C)
 λ_{serpentin} = Conductivité thermique du matériau (w/m°C)

Puisque nous avons un serpentin en acier inoxydable, donc λ_{serpentin} = λ_{inox} = 16 w/m°C.

Nous allons choisir d_{int}/d_{ext} = 40/50 (choix arbitraire), donc e_{serpentin} = 10 mm.

Nous sommes dans le cas d'un serpentin, donc le d_h = d_{int (serpentin)} = 0,04 m.

Définitions : μ = Viscosité dynamique du fluide (Kg/m.s)
 λ = Conductivité thermique du fluide (Kcal/h.m°C)
 Q = ṁ = Débit massique du fluide (kg/s ou kg/h)

➤ Calcul du coefficient d'échange thermique de la vapeur :

Données : ρ_{vapeur} = 0,24 Kg/m³
 μ_{vapeur} = 3,2 × 10⁻⁵ PI (Kg/m.s)
 λ_{vapeur} = 0,07 Kcal/h.m°C
 Cp_{vapeur} = 0,52 Kcal/Kg°C = 2173 J/Kg°C
 Q_{vapeur pour l'échangeur} = 240 kg/h (donnée de la centrale thermique)

Vitesse d'écoulement de la vapeur :

$$U_{vapeur} = \frac{4 \dot{m}_{vapeur}}{\rho_{vapeur} \times \pi \times d_h^2} = \frac{4 \times 240}{3600 \times 0,24 \times \pi \times 0,04^2} = 221,04 \text{ m/s}$$

Nombre de Reynolds:

$$Re_{vapeur} = \frac{\rho_{vapeur} V_{vapeur} D_h}{\mu_{vapeur}} = \frac{0,24 \times 221,04 \times 0,04}{3,2 \times 10^{-5}} = 66\,314$$

Nombre de Prandtl :

$$Pr_{vapeur} = \frac{\mu_{vapeur} C_p}{\lambda_{vapeur}} = \frac{3,2 \times 10^{-5} \times 0,52 \times 4180}{0,07 \times 1,16} = 0,82$$

Nombre de Nusselt :

Pour le serpentin, nous avons de la vapeur à l'intérieur des tubes et un écoulement turbulent, donc le nombre de Nusselt se calcule de la formule suivante :

$$Nu_{vapeur} = 0,025 Re^{0,8} Pr^{0,4}$$

$$Nu_{vapeur} = 0,025 (66\,314)^{0,8} (0,86)^{0,4} = 166,25$$

Coefficient d'échange thermique de la vapeur :

$$h_{vapeur} = \lambda_{vapeur} \frac{Nu_{vapeur}}{d_h} = 0,07 \times 1,16 \frac{166,25}{0,04} = 337,48 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

➤ Calcul du coefficient d'échange thermique de l'eau :

Données : $\rho_{eau} = 970 \text{ Kg/m}^3$
 $\mu_{eau} = 0,35 \times 10^{-3} \text{ PI (Kg/m.s)}$
 $\lambda_{eau} = 0,57 \text{ Kcal/h.m}^{\circ}\text{C}$
 $Cp_{eau} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C} = 4\,180 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$
 $Q = 10,71 \text{ kg/s}$ (donnée de la centrale thermique)

Vitesse d'écoulement de l'eau :

On est dans le cas d'utilisation d'une gaine oblongue, le diamètre hydraulique est obtenu par l'expression de l'ASHRAE (voir Formule C1 Annexe) :

$$D_h = 1,55 \frac{\left(\frac{\pi L^2}{4} + (L \times D) - L^2\right)^{0,625}}{(L\pi + (2 \times D) - (2 \times L))^{0,25}}$$

$$D_h = 1,55 \frac{(\frac{\pi 6^2}{4} + (6 \times 1,5) - 6^2)^{0,625}}{(6\pi + (2 \times 1,5) - (2 \times 6))^{0,25}} = 1,01 \text{ m}$$

$$U_{eau} = \frac{4 \dot{m}_{eau}}{\rho_{eau} \times \pi \times d_{h\ eau}^2} = \frac{4 \times 10,71}{970 \times \pi \times 1,01^2} = 0,0136 \text{ m/s}$$

Nombre de Reynolds:

$$Re_{eau} = \frac{\rho_{eau} V_{eau} D_h}{\mu_{eau}} = \frac{970 \times 0,0136 \times 1,01}{0,35 \times 10^{-3}} = 38\ 068$$

Nombre de Prandtl :

$$Pr_{eau} = \frac{\mu_{eau} C_p_{eau}}{\lambda_{eau}} = \frac{0,35 \times 10^{-3} \times 4180}{0,57 \times 1,16} = 2,21$$

Nombre de Nusselt :

Pour le réservoir, nous avons un écoulement turbulent de l'eau et perpendiculaire aux tubes (serpentin), donc le nombre de Nusselt se calcule de la manière suivante :

$$Nu_{eau} = 0,33 Re^{0,6} Pr^{0,33}$$

$$Nu_{eau} = 0,33 (38\ 068)^{0,6} (2,21)^{0,33} = 240$$

Coefficient d'échange thermique de l'eau :

$$h_{eau} = \lambda_{eau} \frac{Nu_{eau}}{d_h} = 0,57 \times 1,16 \frac{240}{1,01} = 157,22 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

Enfin, le coefficient d'échange global du système est :

$$K = 100,52 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

Etape 5 : Calcul de la surface d'échange S

$$S = \frac{\varphi}{F K \Delta T_{ML}} = \frac{6,64 \times 10^4}{0,98 \times 100,52 \times 91,93}$$

$$S = 7,33 \text{ m}^2$$

Donc, la longueur L totale des tubes :

$$L = \frac{S}{\pi d} = \frac{7,25}{\pi \times 0,04} = 58,34 \text{ m}$$

III-2-4-2 POMPES

Nous allons utiliser deux pompes (travaillent d'une manière alternée), ce sont des pompes qui existent déjà dans l'ancien système (réservoir de l'eau chaude) puisque nous allons conserver les mêmes caractéristiques :

CALPEDA			
$H_{\max} = 46 \text{ m}$	$H_{\min} = 37 \text{ m}$	$Q_{\max} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$	$Q_{\min} = 24 \text{ m}^3/\text{h}$
$V = 2900 \text{ tr/min}$	$P = 12,5 \text{ Kw}$	$\cos \varphi = 0,86$	$DN = 125 \text{ mm}$

Tableau 7 : Caractéristiques des pompes

III-2-4-3 PURGEUR

Le diamètre de la conduite est $DN = 125 \text{ mm}$, le purgeur existe déjà dans l'ancien système, avec une pression nominale de $PN = 16 \text{ bars}$.

Référence : TD 32 Spirax Sarco



Figure 17 : Purgeur

III-2-4-4 MANOMÈTRE ET THERMOMÈTRE

Le manomètre de pression et le thermomètre de température sont déjà installés dans le réservoir d'eau chaude.

- ✓ Manomètre marque JAKO (6 bars).
- ✓ Thermomètre marque SERGOT PARIS (200°C).

III-2-4-5 VANNE PNEUMATIQUE

Nous allons installer une vanne pneumatique liée au système thermostat (Régulateur, détecteur de température et doigt de Gant en cuivre), elle permet de contrôler automatiquement le passage de la vapeur vers le réservoir eau chaude pour avoir la température réglée dans le thermostat.

Nous avons choisi la vanne pneumatique car à la Somaca il y'a déjà la production de l'air comprimé.

Le diamètre de la conduite à l'entrée du réservoir eau chaude est DN = 125 mm, donc nous allons chercher dans les catalogues des vannes pneumatiques AVK VANNE GUILLOTINE PNEUMATIQUE, avec une pression nominale de PN = 16 bars.

Référence : 702-125-4014

Voir Catalogue D6 Annexe

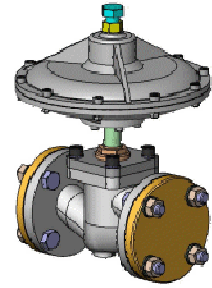


Figure 18 : Vanne Pneumatique

III-2-4-6 RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE (THERMOSTAT A PLONGEUR)

Le thermostat à plongeur se compose d'un régulateur, d'un détecteur de température et d'un doigt de Gant en cuivre (sonde).

Il est utilisé pour la surveillance de la température de l'eau chaude dans le réservoir, il répond lorsque la température de la sonde atteint la valeur réglée.

Il est lié directement à la vanne pneumatique.

Référence : TTM2 100 113 10 SIEMENS

Voir Catalogue D7 Annexe

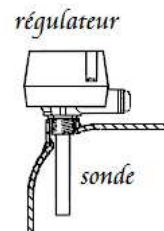


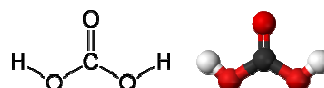
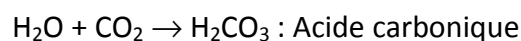
Figure 19 : Thermostat à Plongeur

III-3 ÉTABLISSEMENT D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE EAU D'ALIMENTATION CHAUDIÈRES

III-3-1 OBJECTIFS DU SYSTÈME

Les objectifs du système de chauffage eau d'alimentation chaudières sont les suivants :

- Augmentation du rendement de la chaudière.
- Récupération des calories perdus qui s'échappent de la cheminée.
- Diminution de la durée de fonctionnement des chaudières.
- Optimisation de l'énergie.
- Bonne qualité de la vapeur (pas de primage : la présence de l'eau dans la vapeur).
- Élimination de CO₂ et O₂ :



Puisque c'est un acide (PH<7), il cause donc la corrosion des conduites et des tubes des chaudières.

III-3-2 SOLUTION PROPOSÉE

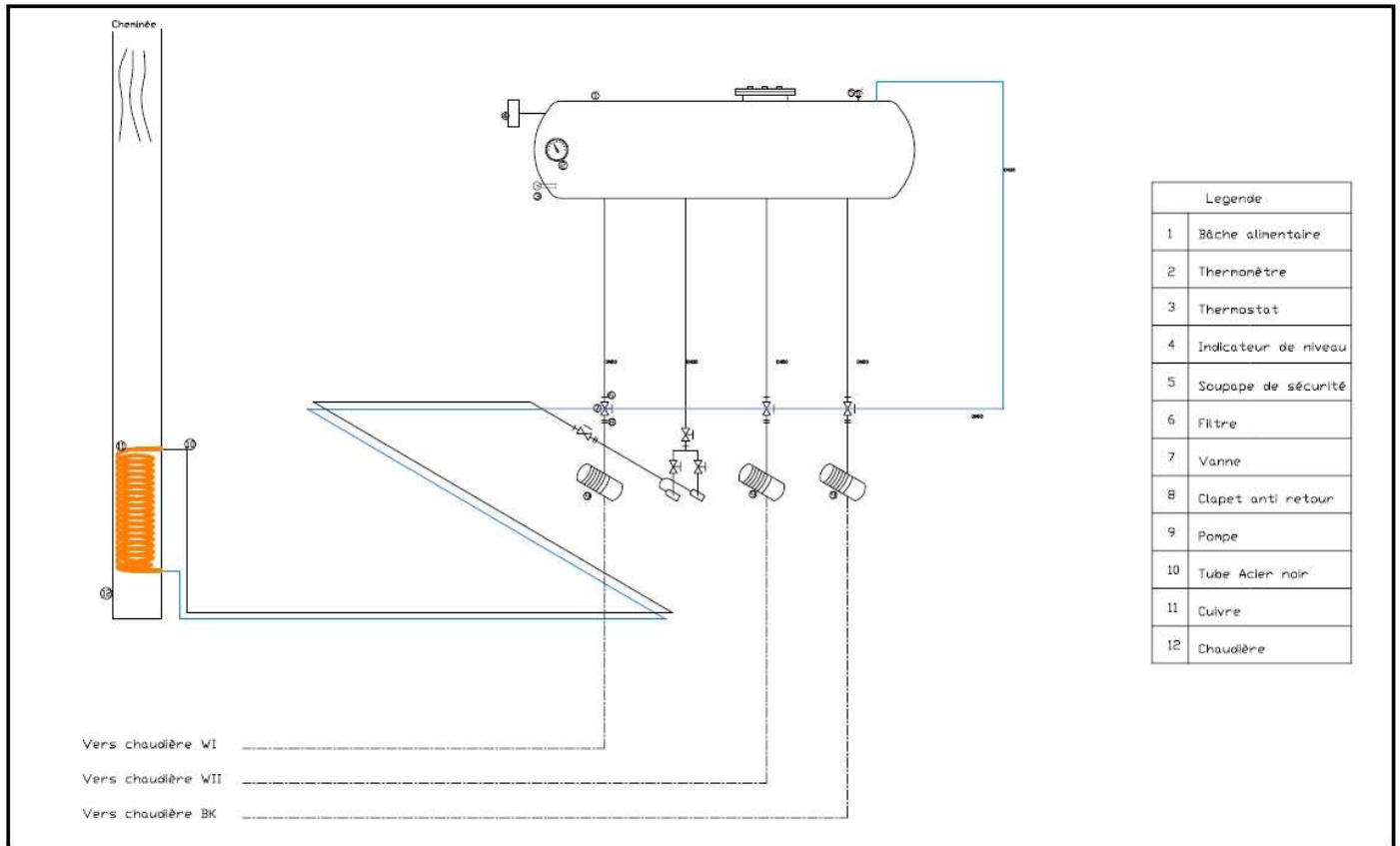


Figure 20 : Dessin système de chauffage eau d'alimentation chaudières

Le système de chauffage eau d'alimentation chaudière se compose de :

- Conduite DN25 (en acier noir)
- Deux Pompes (une pour le secours) de même caractéristiques
- Partie aspiration :
 - Un filtre hydraulique d'aspiration (pour chaque pompe)
 - Vannes (trois)
- Partie refoulement :
 - Vanne
 - Clapet anti-retour (pour chaque pompe)
 - Serpentin économiseur en insert DN25 (en cuivre)
- Bâche d'alimentation :
 - Soupape de sécurité
 - Diffuseur
 - Dégazeur en cascade
 - Thermostat lié à chaque pompe (à 85°C démarrage, 90°C arrêt)
 - Manomètre à bain d'huile de 0 à 6 bars (JAKO)
 - Thermomètre de 0 à 250°C (GALTIER)
 - Purgeur

III-3-3 MODE DE FONCTIONNEMENT

L'installation de ce système permettra l'optimisation de la consommation des chaudières.

Ce système permettra donc de chauffer l'eau dans la bache alimentaire, pour diminuer la durée de fonctionnement des chaudières en conservant la même quantité de production.

La température de l'eau dans la bache alimentaire est de 40°C, on veut l'augmenter à 90°C avant d'entrer aux chaudières.

Les chaudières produisent de la vapeur à la température 180°C. L'eau à l'entrée dans les chaudières est de 40°C (de la bache alimentaire), donc avec l'installation du nouveau système, au lieu que les chaudières augmentent la température de 40°C à 180°C au démarrage et de 58°C à 180°C au recyclage, elles vont l'augmenter de 90°C à 180°C au démarrage et de 91,66°C ($T_{\text{équilibre}}$) à 180°C au recyclage, on aura alors diminution de la durée de fonctionnement des trois chaudières, ce qui implique directement la diminution des charges et l'optimisation de l'énergie.

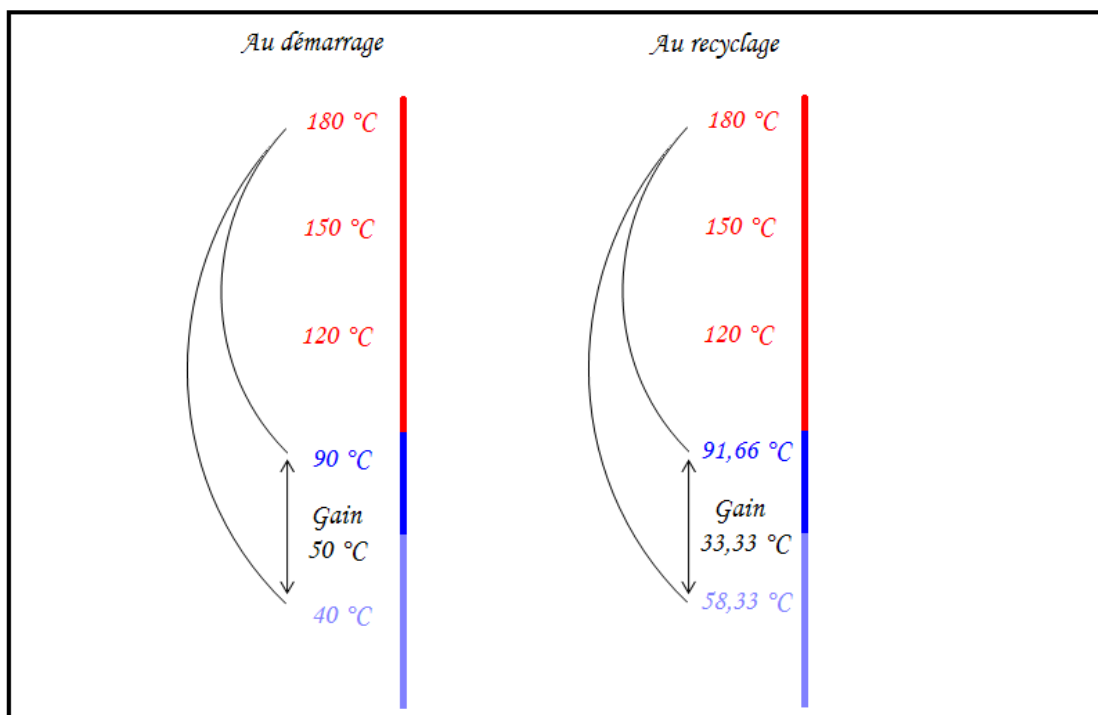


Figure 21 : Schéma explicatif du gain en température

La température de l'eau dans la bache alimentaire est de 40°C, au démarrage des pompes recyclage, l'eau circule vers les trois chaudières pour les remplir.

Au début, nous allons régler le thermostat à la température 90°C, la pompe démarrera et l'eau circulera dans la conduite (en bleu dans la figure 21), jusqu'à arriver au serpentin hélicoïdale en insert, qui est soudé avec les conduites, et quand l'eau passera par le serpentin, on aura un échange thermique entre l'eau au serpentin et les fumées dans la cheminée de la chaudière Babcock en contre courant.

Après, l'eau sortira du serpentin et circulera dans la conduite retour vers la bache alimentaire, cette opération va se répéter plusieurs fois, jusqu'à atteindre la température réglée dans le régulateur 90°C à l'intérieur de la bache alimentaire, le détecteur de température enverra l'information au régulateur par un courant en mA, ce dernier se déclenchera automatiquement et arrêtera la pompe.

Quand la température de la bache alimentaire diminue est arrivera à 85°C, la pompe démarrera automatiquement.

III-3-4 DIMENSIONNEMENT DU SYSTÈME

III-3-4-1 CONDUITES

Les conduites utilisées sont en acier noir, de diamètre nominal 1" (DN = 25 mm), de longueur environ 37m (sans tenir compte de la longueur serpentin économiseur) comme montre le schéma (III-3-2), les conduites sont calorifugées (laine de verre MW plus une tôle à l'extérieur, voir Tableau B3 Annexe).

III-3-4-2 POMPES

Calcul du débit :

On veut chauffer 5,3 m³ de l'eau en 2h, donc :

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\Delta t} = \frac{5,3}{2}$$

$$Q = 2,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calcul de la hauteur manométrique :

$$H_m = H_{\text{refoulement}} - H_{\text{aspiration}}$$

Phase aspiration ($H_{\text{aspiration}}$) :

$$H_1 - H_{\text{aspiration}} = \Delta H_T = \Delta H_{\text{singulière}} + \Delta H_{\text{régulière}}$$

$$\rightarrow H_1 - H_{\text{aspiration}} = \Delta H_{\text{singulière}}$$

$$\rightarrow H_{\text{aspiration}} = H_1 - \Delta H_{\text{régulière}} - \Delta H_{\text{singulière}}$$

$$\rightarrow H_{\text{aspiration}} = \left(\frac{P_0}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{1}{2g} \frac{L_1}{D} \lambda_1 V_1^2 \right) - \left(\frac{1}{2g} V_1^2 (2\alpha_{90^\circ}) \right)$$

Phase refoulement ($H_{\text{refoulement}}$) :

$$\rightarrow H_{\text{refoulement}} - H_2 = \Delta H_{\text{singulière}} + \Delta H_{\text{régulière}}$$

$$\rightarrow H_{\text{refoulement}} = H_2 + \Delta H_{\text{singulière}} + \Delta H_{\text{régulière (Conduite)}} + \Delta H_{\text{régulière (Serpentin)}}$$

$$\rightarrow H_{\text{refoulement}} = \left(\frac{P_0}{\rho g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) + \left(\frac{1}{2g} V_2^2 (16\alpha_{90^\circ}) \right) + \left(\frac{1}{2g} \frac{L_2}{D} \lambda_2 V_2^2 \right) + \left(\frac{1}{2g} \frac{L_{\text{serpentin}}}{D} \lambda_s V_s^2 \right)$$

Donc,

$$\begin{aligned} \rightarrow H_m = & \left(\frac{P_0}{\rho g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) + \left(\frac{1}{2g} V_2^2 (16\alpha_{90^\circ}) \right) + \left(\frac{1}{2g} \frac{L_2}{D} \lambda_2 V_2^2 \right) + \left(\frac{1}{2g} \frac{L_{\text{serpentin}}}{D} \lambda_s V_s^2 \right) \\ & - \left(\frac{P_0}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) + \left(\frac{1}{2g} \frac{L_1}{D} \lambda_1 V_1^2 \right) + \left(\frac{1}{2g} V_1^2 (2\alpha_{90^\circ}) \right) \end{aligned}$$

Or, $D_{\text{conduite (refoulement)}} = D_{\text{conduite (aspiration)}} = D_{\text{conduite (serpentin)}}$

Alors, $V_1 = V_2 = V_s = V$

$$\rightarrow H_m = \frac{1}{2g} V^2 \left(1 + 16\alpha_{90^\circ} + 2\alpha_{90^\circ} + \frac{L_1}{D} \lambda_1 + \frac{L_2}{D} \lambda_2 + \frac{L_{\text{serpentin}}}{D} \lambda_s \right) + z_2 - z_1$$

$$\rightarrow H_m = \frac{1}{2g} V^2 \left(1 + 18\alpha_{90^\circ} + \frac{L_1}{D} \lambda_1 + \frac{L_2}{D} \lambda_2 + \frac{L_{\text{serpentin}}}{D} \lambda_s \right) + z_2 - z_1$$

Avec :

$$V = \frac{4 Q}{\pi d^2} = \left(\frac{4 \times 2,65}{3600 \times \pi \times (25 \times 10^{-3})^2} \right) = 1,5 \text{ m/s}$$

$$z_2 - z_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$\alpha_{90^\circ} = 0,294 \text{ (voir Tableau B4 Annexe)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

La valeur de λ_i est déduite à partir du diagramme de Moody (Diagramme C2 Annexe).

Puisque nous avons le matériau des conduites est l'acier galvanisé et le cuivre, la rugosité du matériau est donc :

$$\epsilon_{\text{Acier}} = 0,15 \text{ mm} \text{ et } \epsilon_{\text{Cuivre}} = 0,0015 \text{ mm} \text{ (Voir Tableau B6 Annexe)}$$

Calcul du nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{970 \times 1,5 \times 0,025}{0,35 \times 10^{-3}} = 103\,929$$

Calculs :	$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon/D = 0,15 \times 10^{-3}/0,025 = 0,006 \\ Re = 103\,929 \end{array} \right.$	→	$\left\{ \begin{array}{l} \text{à partir du diagramme de Moody} \\ \text{(Diagramme C2 Annexe), nous trouvons} \\ \text{alors :} \\ \lambda_{\text{acier}} = 0,031 \end{array} \right.$
Calculs :	$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon/D = 0,0015 \times 10^{-3}/0,025 = 6 \times 10^{-5} \\ Re = 103\,929 \end{array} \right.$	→	$\left\{ \begin{array}{l} \text{à partir du diagramme de Moody} \\ \text{(Diagramme C2 Annexe), nous trouvons} \\ \text{alors :} \\ \lambda_{\text{cuivre}} = 0,0185 \end{array} \right.$

Enfin,

$$\rightarrow H_m = \frac{1}{2 \times 9,81} 1,5^2 \left(1 + (18 \times 0,294) + \frac{3,4}{0,025} 0,031 + \frac{33}{0,025} 0,031 + \frac{49}{0,025} 0,0185 \right) + 0,2$$

$$H_m = 10,26 \text{ m}$$

Nous avons trouvé $Q = 2,65 \text{ m}^3/\text{h}$ et $H_m = 10,26 \text{ m}$; nous allons voir dans les catalogues des pompes hydrauliques UPN Série 100 :

Désignation : UPS32-100N

Voir Catalogue D1 Annexe

III-3-4-3 FILTRE D'ASPIRATION

Le filtre d'aspiration est nécessaire dans l'installation, car il empêche le passage d'autres éléments dans les conduites avant l'entrée de la pompe pour la protéger.

Nous avons DN = 25 mm, donc nous allons chercher dans les catalogues des filtres hydrauliques SOCOFRI, DN25, avec une pression nominale de PN = 16 bars.

Codification : PN16 DN25 ACS GS

Voir Catalogue D2 Annexe



Figure 22 : Filtre d'aspiration

III-3-4-4 VANNES

La vanne est un robinet à piston sert à arrêter ou modifier le débit d'un fluide en milieu fermé (conduites).

Nous allons travailler avec quatre vannes, une installée dans la phase d'aspiration, la 2^{ème} et la 3^{ème} avant les deux pompes, la quatrième est dans la phase de refoulement.

Nous avons DN = 25 mm, donc nous allons chercher dans les catalogues des vannes KLINGER, DN25, avec une pression nominale de PN = 16 bars.

Codification : KVN VIII PN16 DN25

Voir Catalogue D3 Annexe

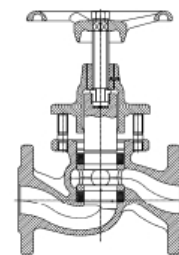


Figure 23 : Vanne

III-3-4-5 CLAPET ANTI-RETOUR

Un clapet anti-retour est un dispositif permettant de contrôler le sens de circulation d'un d'un fluide quelconque dans une conduite. Il permet le passage du fluide dans un sens et bloque le flux si celui-ci venait à s'inverser.

Le clapet est toujours installé après la pompe (phase refoulement).

Nous avons DN = 25 mm, donc nous allons chercher dans les catalogues des clapets anti-retour ELVO-DIRIS, DN25, avec une pression nominale de PN = 16 bars.

Codification : ISO PN16 DN25 TMS200

Voir Catalogue D4 Annexe

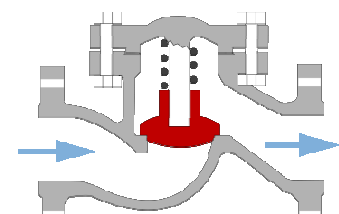


Figure 24 : Clapet Anti-retour

III-3-4-6 SERPENTIN ÉCONOMISEUR

Ce type de serpentin est plus que tous les autres destiné à être inséré à l'intérieur d'une pièce (cheminée de la chaudière Babcock Wilcox pour notre système).

L'eau va entrer du haut vers le bas du serpentin, pour que l'échange thermique soit à contre courant, par conséquent nous aurons plus d'efficacité d'échange thermique.

Le serpentin en insert (hélicoïdale) utilisé est en cuivre, soudé dans ses extrémités avec les conduites en acier noir, de diamètre nominal 1" (DN = 25 mm), de longueur environ 49 m (44 spires).

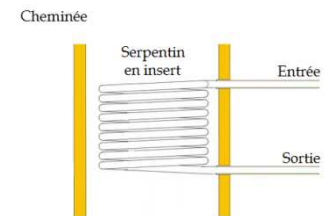


Figure 25 : Serpentin en insert

III-3-4-7 SOUPAPE DE SECURITÉ

Nous allons installer une soupape de sécurité sur la bêche alimentation, car le fluide à l'intérieur peut être soumis à des variations de pression

La soupape permet la sortie de la vapeur lorsque la pression atteint un certain seuil dans la bêche alimentaire.

Nous avons DN = 25 mm, donc nous allons chercher dans les catalogues des soupapes de sécurité SOCOFRI, DN50 (entrée) et DN80 (sortie), avec une pression nominale de PN = 16 bars.

Codification : SV607 PN16 DN50 ANSI300 Tarage 4 bars

Voir Catalogue D5 Annexe

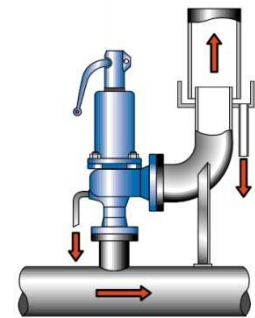


Figure 26 : Soupape de sécurité

III-3-4-8 DÉGAZEUR EN CASCADE - DIFFUSEUR

→ Dégazeur en Cascade :

Il consiste à éliminer O_2 , CO_2 et N_2 (condensats) qui résident dans l'eau de la bêche alimentation chaudière, pour éviter la composition de l'acide carbonique dans l'eau, par conséquent il n'y aura pas de corrosion des tubes des chaudières et des canalisations.

→ Diffuseur :

C'est un distributeur de vapeur avec des trous qui jouent le rôle d'un condenseur pour transformer de la vapeur en eau chaude, et pour ne pas mélanger la vapeur avec de l'eau, nous l'avons utilisé dans notre cas car nous pouvons avoir de la vapeur au retour après plusieurs itérations.

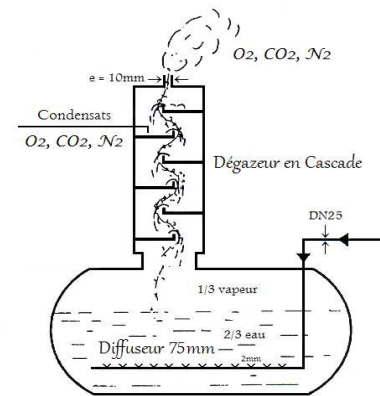


Figure 27 : Dégazeur en Cascade

III-3-4-9 THERMOSTAT A PLONGEUR

Il est utilisé pour la surveillance de la température de l'eau chaude dans la bêche alimentaire, il répond lorsque la température de la sonde atteint la valeur réglée.

Il est lié avec les deux pompes.

Référence : WR23 10/140 Satchwell

Voir Catalogue D8 Annexe

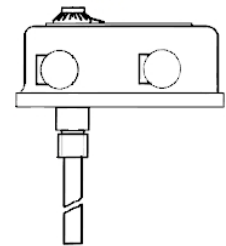


Figure 28 : Thermostat à Plongeur

III-3-5 REPRÉSENTATION FINALE DU SYSTÈME

CHAPITRE IV : ÉTUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU PROJET

L'étude Technico-économique ou étude de faisabilité s'impose comme une partie indispensable pour la réalisation de tout projet, dans la mesure où elle permet de donner une représentation technique et financière du projet.

Décomposé en trois parties consistantes :

- ⇒ Déterminer le coût d'investissement.
- ⇒ Déterminer les charges d'exploitation.
- ⇒ Le coût de production ou les gains réalisés par la mise en place du nouveau système.

Ceci nous permettra de déterminer le retour d'investissement, ainsi que le temps pour que le projet soit rentable.

Charges actuelles :

Désignation du produit	Unité	PU en Dhs	Quantité/semaine	Montant
Gaz Butane + Propane	kg	9,80	35 132 kg	344 294
Eau déminéralisée	litre	25	3 000 litres	75 000
Cétamine	litre	90	0,25 litres	22,50
Electricité Brûleurs	Kwh	0,70	5 294 Kwh	3 706
			TOTAL (Dhs)	423 022

La consommation actuelle de la centrale thermique est donc de 423 022 Dhs/semaine.

IV-1 COÛT D'INVESTISSEMENT DU PROJET

IV-1-1 COÛT D'INVESTISSEMENT DU SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

Désignation du produit	Prix Unitaire en Dhs	Quantité	Montant	
Vanne pneumatique	30 000	1 pièce	30 000	
Thermostat	1 200	1 pièce	1 200	
Conduite Acier Inox DN40	70	50 mètres	3 500	
Travaux	15 000	-	15 000	
			TOTAL (Dhs)	49 700

Le coût d'investissement du projet s'élèvera jusqu'à : 49 700 Dhs.

IV-1-2 COÛT D'INVESTISSEMENT DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE EAU ALIMENTATION CHAUDIÈRES

Désignation du produit	Prix Unitaire en Dhs	Quantité	Montant
Pompe	3 500	2 pièces	7 000
Vanne 1 pouce	100	4 pièces	400
Conduite Acier noir 1 pouce	40	37 mètres	1 480
Conduite Cuivre 1 pouce	170	49 mètres	8 330
Filtre d'aspiration 1 pouce	300	1 pièce	300
Clapet anti-retour 1 pouce	300	1 pièce	300
Thermostat	1 200	1 pièce	1 200
Soupape de sécurité 2 pouces	1 000	1 pièce	1 000
Dégazeur en cascade	5 000	1 pièce	5 000
Diffuseur Acier noir 3 pouces	50	5 mètres	250
Travaux	15 000	-	15 000
TOTAL (Dhs)			40 260

Le coût d'investissement du projet s'élèvera jusqu'à : 40 260 Dhs.

IV-2 GAINS DU NOUVEAU PROJET

IV-2-1 GAIN DU PROJET - SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

Les gains de ce système sont non quantifiés, se sont des gains en terme qualité de production (température exacte de chauffage), réduction du nombre de réclamations de la cabine d'Apprêt, et en temps de chauffage car nous aurons un échangeur plus efficace que les anciens.

IV-2-2 GAIN DU PROJET - SYSTÈME DE CHAUFFAGE EAU ALIMENTATION CHAUDIÈRES

IV-2-2-1 NOMBRE D'HEURES DE FONCTIONNEMENT A GAGNER

➤ Au démarrage : (Δt de passage de 40°C à 90°C)

Chaudière	Δt de passage de 40°C à 90°C	Nombre de démarrage / semaine	Gain en heures de fonctionnement / semaine
Wanson I	1h30	4	6h00 / semaine
Wanson II	2h00	4	8h00 / semaine
Babcock Wilcox	1h55	4	7h40 / semaine

- Au recyclage : (Δt de passage de la $T_{\text{éq}}$ en ajoutant eau à 40°C et $T_{\text{éq}}$ en ajoutant eau à 90°C)

Calcul de la température équilibre :

Quand le niveau de l'eau à l'intérieur des chaudières est inférieur au 1/3 de volume total, les pompes alimentation démarrent et remplissent les 2/3 par l'eau de la bache alimentaire.

On doit alors chercher la température d'équilibre pour l'ancien et le nouveau système, et voir la différence que je vais gagner.

On a :

$$m_1 C_1 \Delta T_1 = - m_2 C_2 \Delta T_2$$

$$\rightarrow m_1 C_{\text{eau}} (T_1 - T_{\text{équilibre}}) = - m_2 C_{\text{eau}} (T_2 - T_{\text{équilibre}})$$

Avec :

- $m_1 = m_{\text{eau chaudière}} = 1/3 \rho V$
- $m_2 = m_{\text{bache alimentaire}} = 2/3 \rho V$
- $T_1 = T_{\text{eau (chaudière)}} = 95^\circ\text{C}$
- $T_2 = T_{\text{eau (bache alimentaire)}} = 40^\circ\text{C}$ (ancien système)
- $T_2 = T_{\text{eau (bache alimentaire)}} = 90^\circ\text{C}$ (nouveau système)

$T_{\text{équilibre}}$ pour l'ancien système	$T_{\text{équilibre}}$ pour le nouveau système
$1/3 \rho V (95 - T_{\text{éq}}) = - 2/3 \rho V (40 - T_{\text{éq}})$ $\rightarrow 3 T_{\text{éq}} = 80 + 95$ $\rightarrow T_{\text{éq}} = 58,33^\circ\text{C}$	$1/3 \rho V (95 - T_{\text{éq}}) = - 2/3 \rho V (90 - T_{\text{éq}})$ $\rightarrow 3 T_{\text{éq}} = 180 + 95$ $\rightarrow T_{\text{éq}} = 91,66^\circ\text{C}$

La différence de température que je vais gagner après installation du nouveau système est de :

$$T_{\text{éq}} (40^\circ) - T_{\text{éq}} (90^\circ) = 33,33^\circ\text{C}$$

Chaudière	Δt de passage de 58,33°C à 91,66°C	Nombre de démarrage de pompe alimentation par semaine	Gain en heures de fonctionnement par semaine
Wanson I	10min	62	10h20 / semaine
Wanson II	15min	74	18h30 / semaine
Babcock Wilcox	14min	72	16h50 / semaine

➤ Nombre d'heures de fonctionnement à gagner :

Chaudière	Gain en heures de fonctionnement par semaine (aux démarrages)	Gain en heures de fonctionnement par semaine (aux recyclages)	Nombre d'heures total gagné par semaine
Wanson I	6h00	10h20	16h20 / semaine
Wanson II	8h00	18h30	26h30 / semaine
Babcock Wilcox	7h40	16h50	24h30 / semaine

IV-2-2-2 GAIN ANNUEL DU PROJET

⇒ Calcul de la consommation de chaque chaudière par heure :

Chaudière	Consommation bruleur par heure		Coûts Consommation bruleur par heure		Coûts de consommation Totale de la chaudière par heure
	Gaz	Électricité	Gaz	Électricité	
Wanson I	135 kg/h	4 Kwh	1 323 Dhs	3 Dhs	1 326 Dhs
Wanson II	168 kg/h	10 Kwh	1 646 Dhs	7 Dhs	1 653 Dhs
Babcock Wilcox	168 kg/h	10 Kwh	1 646 Dhs	7 Dhs	1 653 Dhs

⇒ Calcul du gain total du projet :

Chaudière	Nombre d'heures total gagné par semaine	Coûts de consommation Totale de la chaudière par heure (Dhs)	Gain Hebdomadaire du projet (Dhs)	Gain Annuel du projet (Dhs)
Wanson I	16h20 / semaine	1 326	21 658	1 039 584
Wanson II	26h30 / semaine	1 653	43 804	2 102 592
Babcock Wilcox	24h30 / semaine	1 653	40 498	1 943 904
			TOTAL (Dhs)	5 086 080

Le gain total annuel du projet est donc de 5 086 080 Dhs/an (\approx 5 MDhs)

APPORTS DE STAGE ET TRAVAUX EFFECTUÉS

APPORTS DE STAGE

Les quatre mois que j'ai passés dans la société marocaine de construction automobiles au sein de la centrale thermique m'ont permis un rapprochement direct avec le monde de l'industrie, j'ai pu enrichir mes connaissances techniques sur les divers éléments.

Ce projet m'a également permis de développer mon sens de l'organisation à travers les différentes études que je devais mener, réfléchir avant d'agir et surtout organiser mon travail et lui donner son temps nécessaire pour passer à un autre.

En outre, j'ai été toujours entouré par des gens qualifiés et compétents sur tous les plans, chose qui m'a poussée de faire preuve à mon tour de crédibilité et de persévérance.

TRAVAUX REALISÉS

- ✓ Réalisation du schéma directeur de la centrale thermique.
- ✓ Réalisation des FOS (Feuilles d'Opérations Standards) pour la validation du SPR (Système Production Renault).
- ✓ Validation des FOS avec le Chef d'UET.
- ✓ Participation à la maintenance de la chaudière Babcock Wilcox.
- ✓ Réparation du problème de Givrage du gaz butane-propane avec l'équipe au sein du département Peinture.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Durant mon stage de fin d'études à la SOMACA, j'ai essayé d'exploiter mes connaissances en mécanique en utilisant le logiciel de conception assistée par ordinateur « **AutoCAD** », les fondements de la thermodynamique et de la mécanique des fluides, et le logiciel de simulation « **AutoFluide** » qui m'est utile pour présenter un travail correcte, cohérent et qui correspond à ma spécialité.

2007 a été l'année de la mise en place du Système de Management Environnemental (SME) à la SOMACA. Elle s'est soldée par la certification **ISO 14 001** en 2008. De ce fait, la SOMACA ne cesse de s'adapter aux nouvelles technologies nécessaires à l'amélioration des conditions de travail et de productivité. Tout ceci fait partie de la qualité du travail. J'ai ainsi, vécu l'ambiance d'une entreprise multinationale. La coordination des travaux, l'ordre et la ponctualité furent pour moi, les faits les plus marquants. Dorénavant, je saurais m'intégrer sans ambiguïté dans le milieu professionnel, un monde qui m'était inconnu.

Dans mon projet, j'ai essayé de rendre la centrale thermique plus convenable, en adaptant une nouvelle conception qui va permettre d'optimiser la consommation des chaudières (diminution du temps de fonctionnement des chaudières en conservant la même quantité de production), diminuer les pertes de chaleur dans les conduites vers le département peinture, et éliminer les échangeurs et le réservoir eau chaude.

Je rappelle que mon projet était d'apporter un système de production d'eau chaude pour augmenter la performance de la ligne de production, et un autre système de chauffage eau alimentation chaudières au sein de la centrale thermique.

Youssef Dbiya

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Techniques d'Ingénieur
- [2] Cours Thermodynamique - Saïd Haouache
- [3] Cours Transferts de masse et échangeurs de chaleur - INSA de Lyon (version 2006)
- [4] Cours Mécanique des fluides - Mohammed El Hammoumi
- [5] P.-Y. Lagrée, systèmes ouverts / Echangeurs
- [6] Cours Transferts et échangeurs de chaleur - Yves Jannot
- [7] Transfert de chaleur Tome 2 - J. CRABOL
- [8] Thermique Echangeurs - Gicquel

WEBOGRAPHIE

- [9] <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/mise-en-forme-des-metaux-et-fonderie-ti552/effet-thermique-de-la-mise-en-forme-m3013>
- [10] <http://www.thermoptim.org>
- [11] http://www.thermexcel.com/french/ressourc/pdc_line.htm
- [12] <http://btscira.perso.sfr.fr/page1/page30/page30.html>
- [13] <http://www.gmi-robinetterie.com>
- [14] <http://www.robinetterieklinger.fr>
- [15] <http://www.grundfos.fr/web/homeFR.nsf/Webopslag/FBRN-7VAFYW>

FORMULES

Formule A1 : Diamètre hydraulique des gaines oblongues

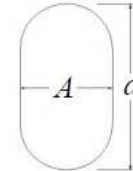
Selon l'ASHRAE Le diamètre hydraulique (ou diamètre équivalent) des conduits oblongs est déterminé, en fonction de la Largeur et de la Hauteur du conduit par la formule :

$$DH = \frac{1.55(Aire)^{0.625}}{(Périmètre)^{0.250}}$$

avec :

$$Aire = (\pi.a^2 / 4) + a.(A - a)$$

$$Périmètre = \pi.a + 2.(A - a)$$



dans lesquelles :

$$a = hauteur$$

$$A = largeur$$

Formule A2 : Calculs

Charge thermique	$\varphi = F S K \Delta T_{ML}$
Différence des températures de mélange moyenne logarithmique	$\Delta T_{ML} = \frac{\Delta T_s - \Delta T_e}{\ln\left(\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e}\right)}$
Coefficient de convection d'un fluide	$h = \lambda \times \frac{Nu}{d_h}$
Nombre de Reynolds	$Re = \frac{\rho u d_h}{\mu}$
Nombre de Prandtl	$Pr = \frac{\mu C_p}{\lambda}$
Coefficient d'échange global du système	$k = \frac{1}{\frac{1}{h_{eau}} + \frac{1}{h_{vapeur}} + \frac{e_{serpentin}}{\lambda_{serpentin}}}$
Surface d'échange	$S = \frac{\varphi}{F K \Delta T_{ML}}$

Tableau 8 : Table des formules

TABLEAUX

Tableau B1 : Données sur l'eau et la vapeur

Données	$\rho_{\text{vapeur}} = 0,24 \text{ Kg/m}^3$ $\rho_{\text{eau}} = 970 \text{ Kg/m}^3$ $\mu_{\text{vapeur}} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ PI (Kg/m.s)}$ $\mu_{\text{eau}} = 0,35 \times 10^{-3} \text{ PI (Kg/m.s)}$ $\lambda_{\text{vapeur}} = 0,07 \text{ Kcal/h.m}^\circ\text{C}$ $\lambda_{\text{eau}} = 0,57 \text{ Kcal/h.m}^\circ\text{C}$ $C_{p_{\text{vapeur}}} = 0,52 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} = 2173 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ $C_{p_{\text{eau}}} = 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} = 4180 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ $Q_{\text{eau}} = 10,77 \text{ Kg/s}$ (données de la centrale thermique à la Somaca) $Q_{\text{vapeur pour l'échangeur}} = 240 \text{ kg/h}$ (donnée de la centrale thermique) Les données de la vapeur sont valables juste entre 100°C et 160°C Les données de l'eau sont valables juste entre 30°C et 60°C
----------------	--

Tableau B2 : Comparaison entre chaudières à tubes de fumée et à tubes d'eau


	Chaudières à tubes de fumée	Chaudières à tubes d'eau
Mise en route (à puissance équivalente)	Lente (grand volume d'eau à chauffer)	Rapide
Adaptation aux changements de régime	Médiocre (inertie importante)	Bonne
Surface de chauffe	moyenne	Elevée
Sécurité	Médiocre (foyer, tubes et ballon sont sous haute pression)	Bonne (ballon en dehors des circuits de gaz chauds) (risques d'explosion limités à un tube à la fois)
Encombrement	Faible	Fort
Prix	limité	élevé
Applications usuelles : - puissance - débit - timbre	Moyennement élevé 1,5 à 25 t/h 10 à 20 bars	Importante 40 à 200 t/h 90 à 100 bar+ (circulation naturelle) Jusqu'à 225 bars (circulation forcée, avec pompe sur tubes de chute)

Tableau B3 : Isolation thermique à température ambiante

	Isolant	Abréviation (1)	Masse volumique (kg.m ⁻³)	Température limite (°C)
A1	Laine de roche	MW	18 à 180	≠ 600
A2	Laine de verre	MW	7 à 130	≠ 400
A3	Laine de silice		8 à 100	≠ 1 100
A4	Fibres de silice-alumine	RCF	40 à 200	≠ 1 260
A5	Fibres de bois	WF	200 à 250	≠ 100
A6	Fibres de polyester		10 à 35	≠ 95
A7	Laine de mouton		10 à 35	≠ 100

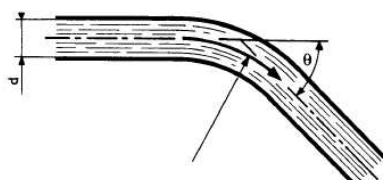
(1) Abréviations selon norme CENTC88/WG14/N156E, 1995.

Tableau B4 : Coefficient de pertes des charges singulières

HYDRAULIQUE - AÉRAULIQUE FORMULAIRE 

COUDES

1) ARRONDI



d'après la formule de Weisbach, on a :

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{d}{2r} \right)^{3,5} \right] \frac{\theta}{90}$$

k : voir ci-après ; $\Delta h = k \frac{V^2}{2g}$
 k est donné par le tableau suivant, en fonction de
 r = rayon de courbure du coude en mètres ;
 d = diamètre intérieur du tuyau en mètres ;
 θ = déviation en degrés.

θ (°) \ $\frac{r}{d}$	1	1,5	2	2,5
11° 25	0,037	0,021	0,018	0,017
22° 5	0,074	0,043	0,036	0,034
30°	0,098	0,057	0,048	0,046
45°	0,147	0,085	0,073	0,069
90°	0,294	0,170	0,145	0,138
180°	0,588	0,341	0,291	0,275

Tableau B5 : Conversions des paramètres

Conversions	<p>1 Kcal/h = 1,16 w</p> <p>1 Joule = 1 w.s</p> <p>1 Calorie = 4,19 Joules</p> <p>1 N = Kg.m/s²</p> <p>1 Pa = N/m² et 1 bar = 10⁵ Pa</p> <p>H_m (m) × ρ (kg/m³) × g (m/s²) = Pa</p>
-------------	--

Tableau B6 : Conversion des diamètres

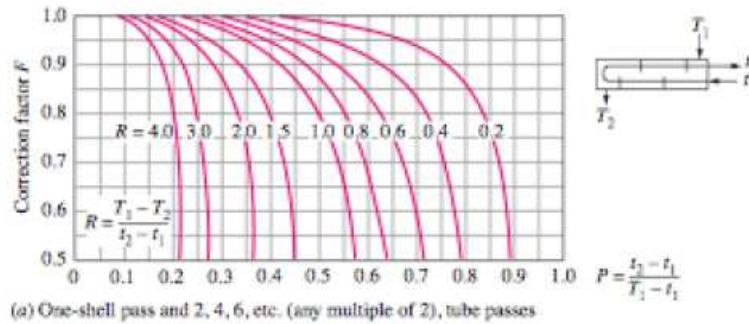
DN	Pouce	De (en mm)	Di (en mm)
10	3/8"	17,2	12,5
15	1/2"	21,3	16
20	3/4"	26,9	21,6
25	1"	33,7	27,2
32	1 1/4"	42,4	35,9
40	1 1/2"	48,3	41,8
50	2"	60,3	53

Tableau B6 : Valeurs usuelles de la rugosité ϵ

Valeurs usuelles indices de rugosité (K) en mm		
	Nature de la surface intérieure	Indice rugosité k
1	cuivre, plomb, laiton, inox	0,001 à 0,002
2	Tube PVC	0,0015
3	Acier inox	0,015
4	tube acier du commerce	0,045 à 0,09
5	Acier étiré	0,015
6	Acier soudé	0,045
7	acier galvanisé	0,15
8	Acier rouillé	0,1 à 1
9	fonte neuve	0,25 à 0,8
10	fonte usagée	0,8 à 1,5
11	fonte incrustée	1,5 à 2,5
12	tôle ou fonte asphaltée	0,01 à 0,015
13	ciment bien lissé	0,3
14	Béton ordinaire	1
15	béton grossier	5
16	bois bien raboté	5
17	bois ordinaire	1

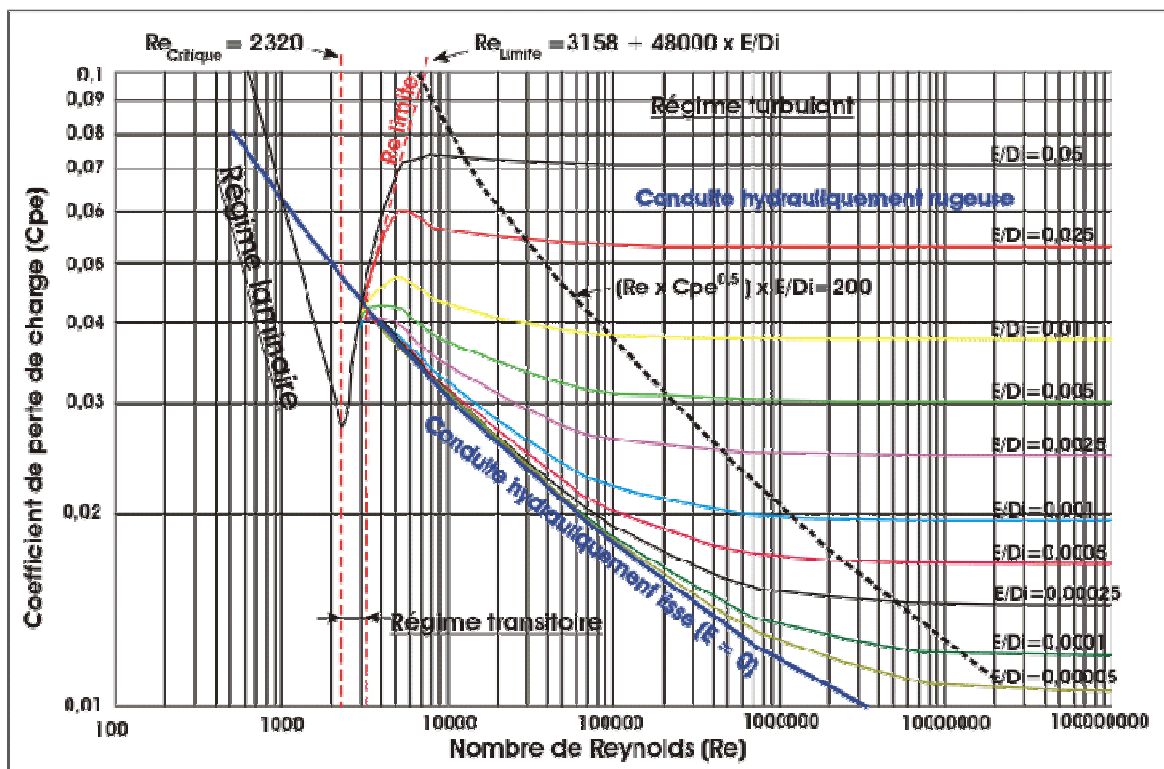
DIAGRAMMES

Diagramme C1 : Facteur de correction pour un échangeur double



Facteur de correction pour un échangeur double, figure issue de Çengel.

Diagramme C2 : Diagramme de Moody



CATALOGUES

Catalogue D1 : Pompes

UPN - UPSN



Circulateurs sanitaires domestiques et petit collectif

Caractéristiques techniques

Débit, Q : 1 m³/h maxi
Hmt, H : 10 m maxi
Pression de service : 10 bar maxi
Temp. liquide : + 2° C à + 110° C
+ 60° C pour eau chaude sanitaire
- 25° C à + 110 pour UPxxB

Classe d'isolation : F
Indice de protection : IP 44 pour UPS
IP 42 pour UP

Protection thermique incorporée.
Certification ACS

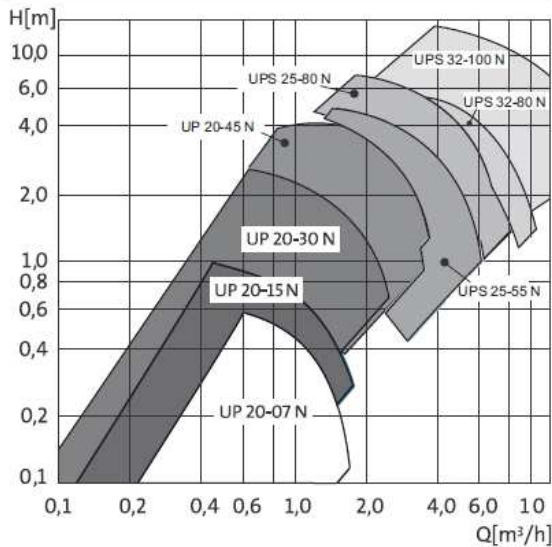


Domaine d'applications

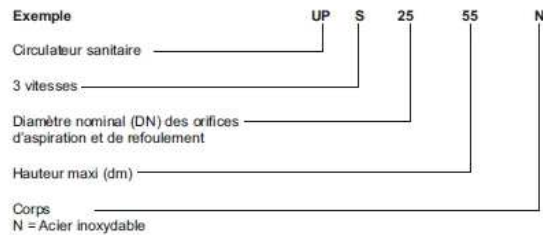
Conçus pour les installations d'eau chaude sanitaire, les circulateurs UP sont à rotor noyé; l'hydraulique et le moteur forment une unité compacte sans garniture mécanique. Pour les UP, voyant lumineux de mise sous tension et fiche de connexion électrique externe.

- Corps du circulateur en acier inoxydable (N)
- Vitesses pour les UP et 3 vitesses de fonctionnement possible pour les UPS.

Plage de performances



Désignation



Accessoires

Horloge journalière

Elle permet de régler les plages de fonctionnement des circulateurs UPN.



Caractéristiques techniques

Type de circulateur	Tensions (V)	P1 (W) (vitesses 3)	In (A)	Raccords	Entraxe (mm)	Temp. liquide
UP 20-07 N	1 x 230	50	0,24	G 1 1/4	150	+ 2° C à + 110° C
UP 20-15 N	1 x 230	65	0,28	G 1 1/4	150	+ 2° C à + 110° C
UP 20-30 N	1 x 230	75	0,31	G 1 1/4	150	+ 2° C à + 110° C
UP 20-45 N	1 x 230	120	0,52	G 1 1/4	150	- 25° C à + 110° C
UP 25-55 N	1 x 230	85	0,38	G 1 1/2	180	- 25° C à + 110° C
UP 25-80 N	1 x 230	165	0,70	G 1 1/2	180	- 25° C à + 110° C
UPS 32-80 N	1 x 230	220	0,98	G 2	180	- 25° C à + 110° C
UPS 32-100 N	1 x 230	345	1,52	G 2	180	- 25° C à + 110° C
UPS 40-50 FN	1 x 230	105	0,46	DN 40	250	- 25° C à + 110° C



UPN - UPSN

GRUNDFOS UP-N

les circulateurs Grundfos UP-N sont principalement conçus pour les installations d'eau chaude sanitaire. Ils sont de type à rotor noyé.

DÉSIGNATION	RÉFÉRENCES	RACCORDS	ENTRÉE (mm)	POIDS NET (kg)	PRIX H.T.
UP 20-07 N	59640506	G 1" 1/4	150	2,1	307.47 €
UP 20-15 N	59641500	G 1" 1/4	150	2,1	307.47 €
UP 20-30 N	59643500	G 1" 1/4	150	2,1	324.77 €
UP 20-45 N	95906472	G 1" 1/4	150	3,6	363.03 €


CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

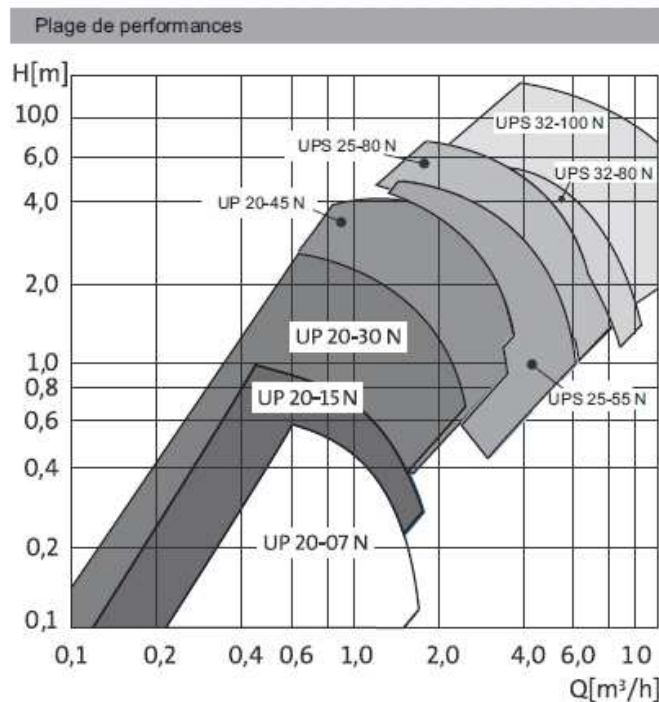
DÉSIGNATION	TENSION	P ₁ (W)	I _n (A)
UP 20-07 N	1 X 230 V	50	0,24
UP 20-15 N	1 X 230 V	65	0,28
UP 20-30 N	1 X 230 V	75	0,31
UP 20-45 N	1 X 230 V	120	0,52

ENCOMBREMENTS

DÉSIGNATION	DIMENSIONS en mm					
	L	B1	B2	H1	H2	G
UP 20-07 N	150	75	43	25	100	1" 1/4
UP 20-15 N	150	75	43	28	100	1" 1/4
UP 20-30 N	150	75	43	28	100	1" 1/4
UP 20-45 N	150	85	53,5	25	126	1" 1/4

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Tension d'alimentation	1 x 230V – 10 %/+ 6 %, 50 Hz, PE
Indice de protection	IP 42
Classe d'isolation	F
Pression maximale de service	10 bar
Débit	jusqu'à 4 m ³ /h
Liquides pompés	<ul style="list-style-type: none"> - Liquides clairs, propres, non agressifs et non explosifs sans particules solides ni fibres. - Liquides de refroidissement ne contenant pas d'huile minérale. - Eau chaude sanitaire. - Eau adoucie.
Température ambiante	toujours inférieure à la température du liquide pour éviter la condensation dans le corps du stator.
Température du liquide	+2 °C à + 110 °C +60 °C maxi pour ECS
Certification	



Catalogue D2 : Filtres d'aspiration SOCOFRI

FILTRE A TAMIS « Y »

Fonte PN16 à brides

CARACTERISTIQUES

Filtre à tamis Inox en « Y »
Corps fonte PN16
Bouchon avec purge démontable
Écartement selon DIN 3202/F1

UTILISATION

Tous fluides compatibles
Pression maxi : 16 bars de -10°C à 120°C
Température maxi : 180°C à 13 bars

GAMME

DN 15 à DN 300 PN16
Sur demande :
• Norme ACS
• Corps fonte GS

CONSTRUCTION

1	Corps, Chapeau	Fonte FT25
2	Tamis	Inox 304
3	Joint	Klingersil

DIMENSIONS

DN	L	H	H1	b	D1	D2	n x d3	Purge	maille	Kg	Kv
15	130	88	72	14	95	65	4 x 14	-	0.8	2.8	4.8
20	150	88	72	16	105	72	4 x 14	-	0.8	3.2	8.8
25	160	102	80	16	115	85	4 x 14	-	0.8	4.5	16.1
32	180	125	96	18	140	100	4 x 18	-	0.8	5.4	25.5
40	200	145	108	18	150	110	4 x 18	1/4"	0.8	7.5	33
50	230	175	130	20	165	125	4 x 18	3/8"	0.8	9.5	57
65	290	230	160	20	185	145	4 x 18	3/8"	0.8	16	91
80	310	275	190	22	200	160	8 x 18	1/2"	0.8	19	131
100	350	330	225	24	220	180	8 x 18	1/2"	0.8	28	232
125	400	340	280	26	250	210	8 x 18	1/2"	0.8	44	372
150	480	420	330	26	285	240	8 x 18	1/2"	0.8	61	544
200	600	550	370	30	340	295	12 x 22	1/2"	0.8	120	952
250	730	680	456	32	405	355	12 x 27	1/2"	1.6	191	1470
300	850	810	353	32	460	410	12 x 27	1/2"	1.6	228	2151

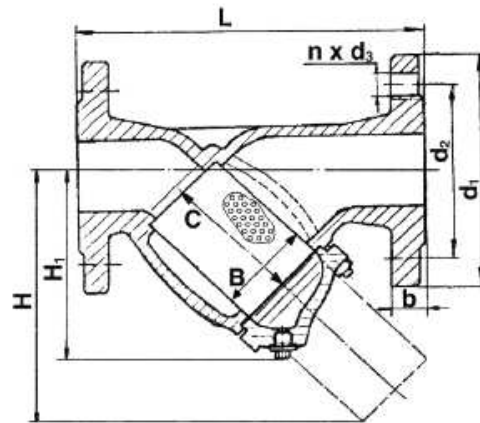


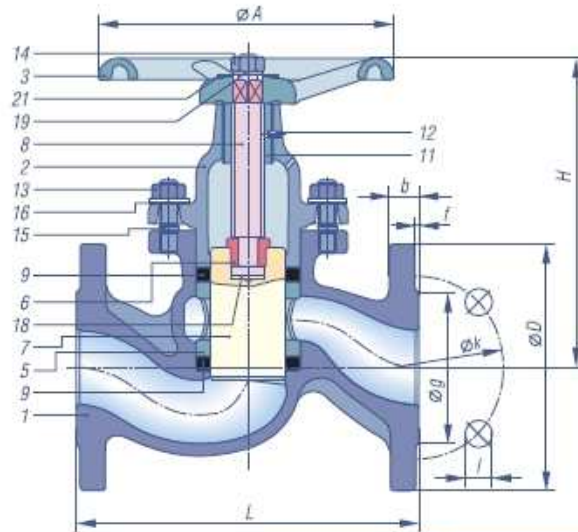
Figure 800STFI

Catalogue D3 : Vannes KLINGER KVN

Robinet à piston KLINGER

Type KVN DIN DN 10 à 50

Fonte, ISO PN 16, à brides, passage intégral, DN 15 à 50
 Fonte GS, ISO PN 40, à brides, passage intégral, DN 15 à 50
 Acier, ISO PN 40, à brides, passage intégral, DN 10 à 50
 Inox, ISO PN 40, à brides, passage intégral, DN 15 à 50



Caractéristiques et avantages :

- Système d'étanchéité original avec un piston en acier inoxydable coulissant entre deux rondelles KX-GT (graphite lamellaire avec inserts inox à picots).
- La rondelle supérieure assure l'étanchéité vers l'extérieur. Pas de presse-étoupe.
- La rondelle inférieure assure l'étanchéité en ligne. L'étanchéité en ligne assurée latéralement sur toute la hauteur de la rondelle en contact avec le piston est optimale.

Raccordement : Bride selon EN 1092-1 et EN 1092-2.

Encombrement : FAF selon EN 558-1.

Codes matière, codes couleur :

III : Fonte, étiquette grise, volant noir
 VI : Fonte GS, étiquette verte, volant noir
 VIII : Acier, étiquette bleue, volant noir
 Xc : Inox, corps naturel, volant noir.

Conditions maximales d'utilisation :

Se reporter à la courbe N°1 page 27.

Exemple de codification :

KVN VIII PN 40 DN 15.

Désignations	Matériaux			
	III (fonte)	VI (fonte GS)	VIII (acier)	Xc (Inox)
1 Corps	EN-GJL-250	EN-JS 1025	1.0619	1.4581
2 Chapeau	EN-GJL-250	EN-JS 1025	1.0619	1.4581
3 Volant	EN-GJL-200	EN-GJL-200	EN-GJL-200	EN-GJL-200
5 Lanterne	Sint C10	Sint C10	Sint C10	1.4408
6 Ecrou 2 pièces	1.0715 gal	1.0715 gal	1.0715 gal	1.4571
7 Obturateur (piston)	1.4104	1.4104	1.4104	1.4404
8 Tige	1.4021	1.4021	1.4021	1.4404
9 Rondelle d'étanchéité	KX-GT	KX-GT	KX-GT	KX-GT
11 Ecrou de tige ⁽¹⁾	-	Acier fritté	Acier fritté	1.4401
12 Goupille ⁽¹⁾	-	Acier ressort	Acier ressort	1.4305
13 Ecrou de goujon	1.1181	1.1181	1.1181	A4
14 Ecrou de volant	1.1181	1.1181	1.1181	A4
15 Goujon KVN10-25	1.1181	1.1181	1.1181	A4
15 Goujon KVN32-50	1.7709	1.7709	1.7709	A4
16 Rondelle	50CrV4	50CrV4	50CrV4	1.4310
18 Rondelle ressort	1.4401	1.4401	1.4401	1.4401
19 Rondelle éventail	Acier ressort	Acier ressort	Acier ressort	A2
21 Plaque d'identification	Al	Al	Al	Al

(1) seulement pour DN 40 et 50

DN	Dimensions (mm)				Masse approximative (kg)	
	L	H	Course	A	III/PN 16 VI/PN 40	PN 40 VIII/Xc
10	130	105	23	100	-	2,50
15	130	105	23	100	2,50	2,70
20	150	120	28	120	4,15	4,60
25	160	139	33	140	5,40	5,90
32	180	156	37	160	8,50	9,10
40	200	186	44	180	10,90	11,40
50	230	211	51	200	14,20	16,30

this is a list of materials for the valve body. The materials are listed in the table below. The materials are listed in the table below. The materials are listed in the table below. The materials are listed in the table below. The materials are listed in the table below.



KLINGER KF Fluid importateur exclusif robinetterie Klinger en France ■ 96, rue de Boudonville - 54000 Nancy - ☎ 03 83 96 89 44 ■ Fax 03 83 96 89 43 ■ kffluid.mo@wanadoo.fr

Catalogue D4 : Clapet anti-retour ELVO-DIRIS

ELVO-DIRIS®

Clapet à Levée Verticale

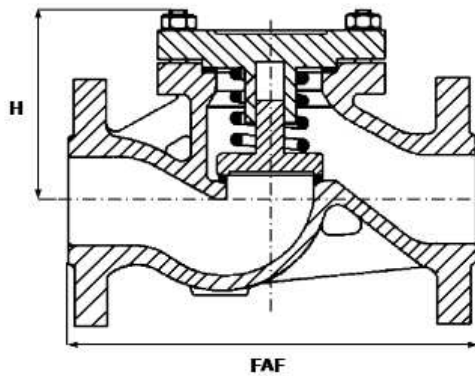
Réf :
230 100

FONTE

➤ SOUPE
➤ DIN 3202 F1

➤ BRIDES
➤ ISO PN16

➤ TMS : 200°C [1]
➤ PMS : 16B



CORPS / BODY	FONTE GG 25
CHAPEAU / BONNET	FONTE GG 25
SOUPE / DISC	ACIER GSC 25
SIÈGE / SEAT	INOX F6
RESSORT / SPRING	INOX 316
JOINT / GASKET	PLAT CSA 50

DN	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
INCHES	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	
FAF			130	150	160	180	200	230	290	310	350	400	480	600	730	850						
H			75	75	75	80	90	95	120	130	155	175	200	265	325	360						
MASSE			2,4	3,2	3,7	5,4	7,4	10	16	20	20	46	71	132	180	230						

Unités : mm, Kg.

[1]: Le rapport pression / température est à définir par nos soins

SOUS RÉSERVE DE MODIFICATIONS

REV. 08
PAGE E180

Catalogue D5 : Soupape de sécurité SOCOFRI

SOUPAPE DE SURETE

Fonte GS / Acier à échappement canalisé type SV607 / SV604

CARACTERISTIQUES

Soupape de sûreté fonte GS ou Acier carbone à échappement canalisé PN16 / PN25 / PN40

UTILISATION

Eau, Vapeur, Gaz industriels inertes
Tarage : 0.5 bar à 40 bars
Température SV607 : -10°C à 350°C
Température SV604 : -10°C à 400°C

GAMME

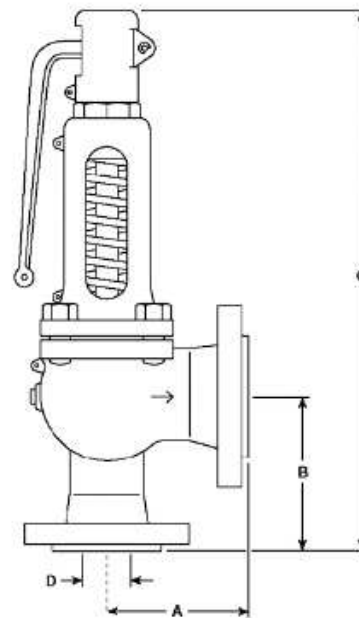
DN 20 au DN 150 à brides PN16, 25, 40, ANSI 300

- Chapeau fermé, levier souple
- Chapeau fermé, bouchon étanche
- Chapeau fermé, levier étanche
- Chapeau ouvert, levier simple

Fournit avec certificat de tarage

DIMENSIONS

Entrée	Sortie	Levée	A	B	C	D	Kg	
							SV 604	SV 607
DN 20	DN 32	5.2	85	95	385	17.1	10.5	10.5
DN 25	DN 40	6.5	100	105	435	23.8	12.5	11.5
DN 32	DN 50	8.3	110	115	450	30.7	16	15
DN 40	DN 65	10.4	115	140	520	38.1	18	18
DN 50	DN 80	13.7	120	150	535	50.2	20	22
DN 65	DN 100	16.5	140	170	710	59	40	38
DN80	DN 125	20	160	195	790	73	56	53
DN 100	DN 150	25.5	180	220	835	91	77	75
DN 125	DN 200	29.3	200	250	1042	105	120	115
DN 150	DN 250	35.5	225	285	1165	125	190	180



spirax
/sarco



Figure 635

Catalogue D6 : AVK VANNE GUILLOTINE PNEUMATIQUE

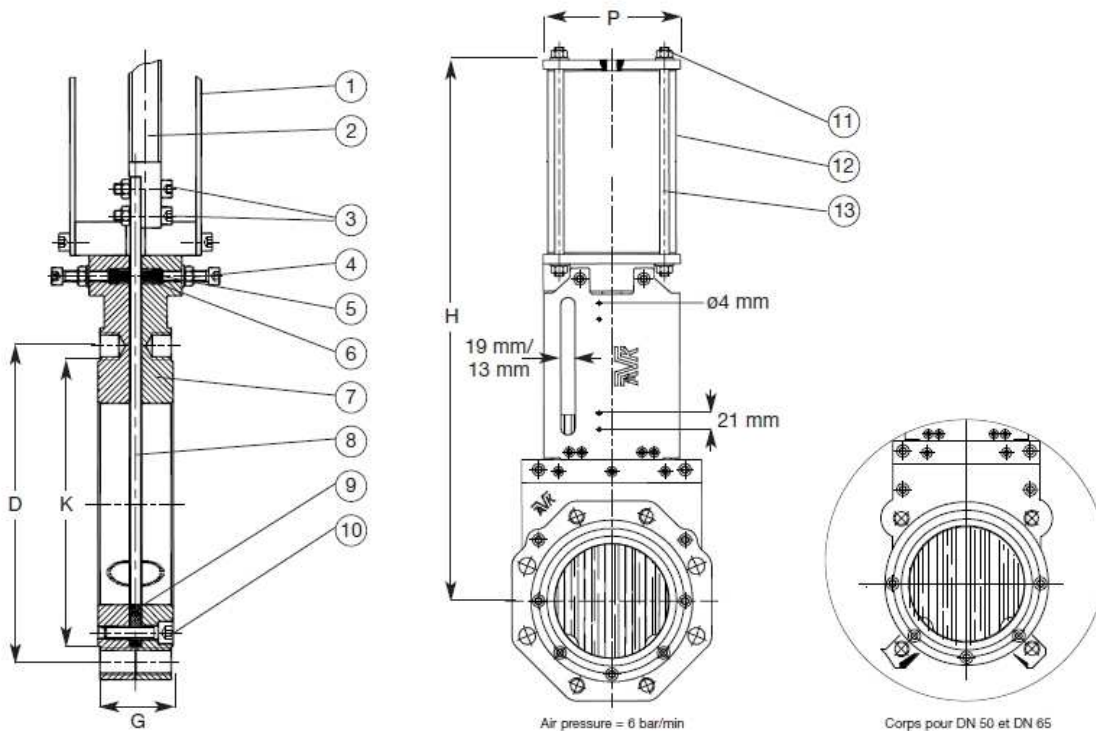
AVK VANNE GUILLOTINE PNEUMATIQUE

702/40

Avec actuateur pneumatique double effet , DN 50 à DN 600
Bride et perçage suivant ISO 7005-2 (ISO PN 10 ou ISO PN 16), et EN 1092-2
Etanchéité bidirectionnelle

Component list:

- | | | |
|-------------------------|------------------|--------------|
| 1. Plaque | 6. Presse étoupe | 11. Vis |
| 2. Tige | 7. Etoupe | 12. Ecrou |
| 3. Noix | 8. Corps | 13. Cylindre |
| 4. Vis et écrou | 9. Pelle | 14. Tirant |
| 5. Vis de presse étoupe | 10. Joint | |



AVK Réf.	DN	Pression de service	Pression de test	H mm	P mm	G ± 1 mm mm	K mm	D mm	Poids kilos
702-050-4013	50	10	16	374	130	43	100	125	8
702-065-4014	65	10	16	413	130	46	120	145	9
702-080-4014	80	10	16	461	140	46	135	160	13
702-100-4014	100	10	16	518	140	52	158	180	15
702-125-4014	125	10	16	593	160	56	188	210	17
702-150-4014	150	10	16	709	180	56	212	240	27
702-200-4004	200	8	14	871	210	60	268	295	40
702-200-4014	200	8	14	871	210	60	268	295	40
702-250-4004	250	8	14	1020	210	68	320	350	60
702-250-4014	250	8	14	1020	210	68	320	350	60
702-300-4004	300	6	10	1194	210	78	370	400	75
702-300-4014	300	6	10	1194	210	78	370	400	75

0- ISO PN 10 1- ISO PN 16

Catalogue D7 : Thermostats à plongeur SIEMENS

SIEMENS

1²²²

TTM2... TTW2...

Thermostats à plongeur

pour la surveillance de la température d'eau chaude



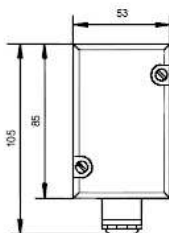
Références et désignations

Il existe cinq types de thermostats qui diffèrent par la plage de température, la longueur du tube de protection et le nombre de systèmes de commande.

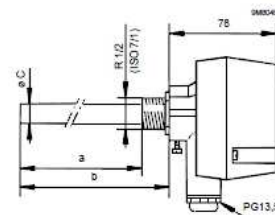
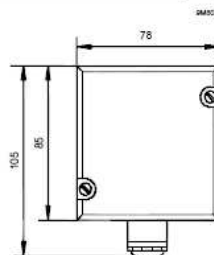
Référence	Longueur du tube de protection	Plage de mesure	Poids
<i>Thermostats à plongeur :</i>			
TTM2	113 mm	35 ... 95 °C	0,4 kg
TTW2	113 mm	50 ... 130 °C	0,4 kg
TTW2L	400 mm	50 ... 130 °C	0,54 kg
<i>Thermostats doubles à plongeur :</i>			
TTM22	113 mm	50 ... 130 °C	0,63 kg
TTM22L	400 mm	50 ... 130 °C	0,76 kg

Encombres

Thermostats à plongeur TTM2 , TTW2...



Thermostats doubles à plongeur TTM22...



Filet extérieur du tube de protection
R1/2 selon ISO 7/1

Référence	a [mm]	b [mm]	ø c [mm]
TTM2	100	113	10
TTW2	100	113	10
TTM22	100	113	17
TTW2L	387	400	10
TTM22L	387	400	17

Dimensions en mm

© 2000 Siemens Building Technologies AG

Sous réserve de modifications

CA1N1222F / 08.2000

Siemens Building Technologies
Landis & Staefa Division

Catalogue D8 : Thermostats à plongeur Satchwell



NT 213.12

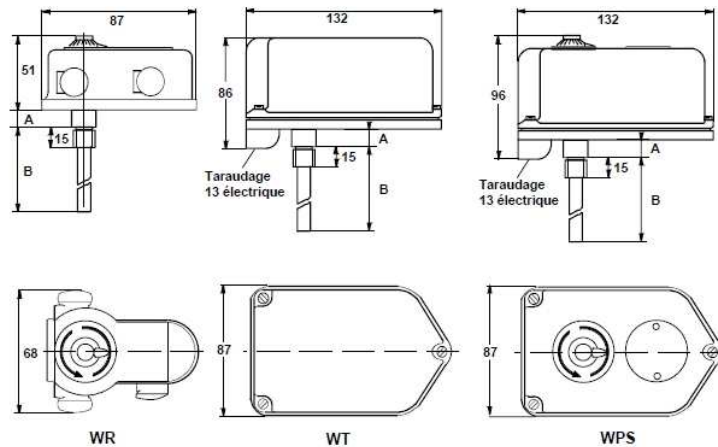
12/98

WR - WPS - WT

DESIGNATION

Famille	Référence	Graduations en °C	Longueur nominale en cm	A en mm	B en mm	Plage totale en °C	Ecart thermique en °K	Ancienne référence
WR	WR23 10/140	10/140	23	17,5	230	140	3	WR 2022
	WR23 110/290	110/290	23	17,5	230	230	4,5	WR 2023
	WR45 65/135	65/135	45	17,5	462	74	1,5	WR 2027
WPS	WPS23 10/140	10/140	23	17,5	230	140	3	WPS 2019
	WPS30 5/110	5/110	30	17,5	283	110	2	WPS 2352
	WT23 10/140	10/140	23	17,5	230	140	3	WT 2018
	WT23 70/190	70/190	23	17,5	230	140	3	WT 2024
WT	WT23 110/290	110/290	23	17,5	230	230	4,5	WT 2020
	WT 50/300 (1)	50/300	30	94	220	270	5	WT 2256
	WT45 5/70	5/70	45	17,5	462	74	1,5	WT 2017
	WT45 65/135	65/165	45	17,5	462	74	1,5	WT 2025
WTN	WTN30 10/110	10/110	30	17,5	297	110	-	WTN 2004
	WTN30 90/190	90/190	30	17,5	297	110	-	

DIMENSIONS



ACCESSOIRES

Gaines - Raccord 1/2 Gaz conique

Référence	Désignation
Gaine W23	Gaine cuivre longueur: 23 cm
Gaine W23 IN	Gaine inox longueur: 23 cm
Gaine W30	Gaine cuivre longueur: 30 cm
Gaine W30 IN	Gaine inox longueur: 30 cm
Gaine W45	Gaine cuivre longueur: 45 cm
Gaine W45 IN	Gaine inox longueur: 45 cm

Bride de W Bride de fixation pour montage sur gaine



SATCHWELL S.A.
10 Ave du Centaure
95800 CERGY St SHRISTOPHE
FRANCE
Téléphone : 01 34 43 27 27
Télocopie : 01 34 43 27 00
A Siebe Group Company

ABRÉVIATIONS

Abréviations	Significations
A	
AR	Arrière
AV	Avant
B	
BEPI	Bureau d'Etudes et de Participation Industrielle
C	
CD	Contrôle Destructif
CND	Contrôle Non Destructif
CO	Monoxyde de carbone
D	
DIVD	Direction Ingénierie des Véhicules Décentralisés
F	
FGR	Fiche de Gestion des Risques
FOS	Feuilles d'Opérations Standards
H I J K	
K7J	Motorisation essence 1,4 l
K7M	Motorisation essence 1,6 l
K9K	Motorisation essence 1,6 l
L	
L90	LOGAN
M N	
NO_x (NO, NO₂)	Monoxyde et Dioxyde d'Azote
P	
PdS	Plans de Surveillance
Q	
QCD	Qualité Coût Délai
R S	
SOMACA	Société Marocaine de Construction Automobiles
T	
TTS	Tunnel de Traitement de Surface
U	
UET	Unité Elémentaire de Travail
V	
Véh	Véhicule
W X Y Z	

Tableau 9 : Table d'abréviations

DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIES

Notations et symboles		
Symbole	Unité	Définition
ϕ	w	Charge thermique (puissance échangée) ou bien flux thermique
S	m ²	Surface d'échange
K	w / m ² .°C	Coefficient d'échange global
F	Nombre	Facteur correctif
ΔT_{ML}	°C	Différence des températures de mélange moyenne logarithmique
T _e	°C	Température d'entrée
T _s	°C	Température de sortie
V	m ³	Volume
Q ou \dot{m}	Kg / s	Débit
R	Nombre	Rapport des débits de capacités des deux fluides 1 et 2
P	Nombre	Efficacité de l'échangeur
h	w / m ² .°C	Coefficient d'échange thermique du fluide
e	m ²	Epaisseur de la paroi
C _p	J / Kg.°C	Capacité thermique massique
λ	w / m.°C	Conductivité thermique
μ	PI (Kg/m.s)	Viscosité dynamique
d _h	m	Diamètre hydraulique de la paroi
U	m ²	Vitesse d'écoulement du fluide
Nu	Nombre	Nombre de Nusselt
Re	Nombre	Nombre de Reynolds
Pr	Nombre	Nombre de Prandtl
ρ	Kg / m	Masse volumique
L	m	Longueur des tubes (serpentin)
Nt	Nombre	Nombre de tube pour une passe
p	Nombre	Pas entre les tubes du serpentin

COMBUSTIBLES

Combustible	Coût (Dhs/tonne)	Domaine d'utilisation	Remarques
Fuel	3 000	MP [7 ; 12 bars]	Il y'a toujours l'intervention de la maintenance du matériel où circule le fuel
Charbon	1 000	HP [sup à 12 bars] (mais tjrs démarrage avec fuel)	Toujours démarrage du bruleur avec le fuel
Bupro (butane + propane)	8 000	BP [2 ; 7 bars]	C'est le plus chère mais puisque nous avons à la Somaca les basses pressions donc c'est le plus rentable

Tableau 10 : Table des combustibles



Réalisé par :

Youssef DBIYA

Cycle Ingénieur d'état filière Conception Mécanique & Innovation

2008-2011

Faculté des Sciences et Techniques Fès Saïss

Route d'Imouzzer - BP 2202 - Fès

Tel : 05 35 60 96, fax : 05 35 608214

والله ولي التوفيق