




Filière Systèmes industriels

Orientation Power & Control

Diplôme 2015

Joseph Rigaud

*Efficiency and energy monitoring of an isolated hotel
from the electrical network*

-  *Professeur*
Jessen Page
-  *Expert*
Werner Fischer
-  *Date de la remise du rapport*
10.07.2015

<input checked="" type="checkbox"/> FSI <input type="checkbox"/> FTV	Année académique / Studienjahr 2014/15	No TD / Nr. DA pc/2015/38
Mandant / Auftraggeber <input type="checkbox"/> HES—SO Valais <input checked="" type="checkbox"/> Industrie Hôtel Weisshorn <input type="checkbox"/> Etablissement partenaire <i>Partnerinstitution</i>	Etudiant / Student Joseph-Marie Rigaud Professeurs / Dozenten Jessen Page	Lieu d'exécution / Ausführungsort <input checked="" type="checkbox"/> HES—SO Valais <input checked="" type="checkbox"/> Industrie <input type="checkbox"/> Etablissement partenaire <i>Partnerinstitution</i>
Travail confidentiel / vertrauliche Arbeit <input type="checkbox"/> oui / ja ¹ <input checked="" type="checkbox"/> non / nein	Expert / Experte (données complètes) Werner Fischer R&D Carbon SA PO 362 3960 Sierre	

Titre / Titel

Efficiency et suivi énergétique d'un hôtel isolé du réseau électrique

Description / Beschreibung

L'hôtel Weisshorn, situé à 2337 m d'altitude, assure sa production électrique à l'aide d'une mini-turbine hydraulique et de génératrices à mazout. Le chauffage est fourni par une chaudière à mazout. L'hôtel consomme actuellement 20'000 litres de mazout par saison d'hiver. L'idée est de mettre en place des mesures permettant de réduire fortement cette consommation de mazout. Une deuxième nécessité apparaît aussi dans le cadre de la maintenance et la supervision de l'hôtel, celle de pouvoir visualiser à distance les paramètres importants de l'installation. Ceci afin de réagir rapidement en cas de panne et aussi afin d'optimiser l'utilisation de l'énergie.

Sur les bases des travaux déjà réalisés et du système de mesure existant, le but est de :

- > proposer des solutions de meilleur fonctionnement des installations afin de réduire la consommation hivernale de mazout de moitié
- > proposer une visualisation sur place et à distance des paramètres importants de fonctionnement de l'installation pour en permettre un suivi effectif.

Objectifs / Ziele

- Analyser les principaux consommateurs et optimiser leurs heures d'utilisation et leur bon fonctionnement (p.ex. le système de chauffage et de réfrigération)
- Mettre en place une visualisation schématique exploitant la base de données et les mesures existantes et qui satisfasse les attentes des utilisateurs (gérant, propriétaire) et permette un suivi effectif.

Signature ou visa / Unterschrift oder Visum

Responsable de l'orientation

Leiter der Vertiefungsrichtung:.....

¹ Etudiant / Student :

Délais / Termine

Attribution du thème / Ausgabe des Auftrags:
11.05.2015

Remise du rapport / Abgabe des Schlussberichts:
10.07.2015, 12:00

Expositions / Ausstellungen der Diplomarbeiten:
26 – 28.08.2015

Défense orale / Mündliche Verfechtung:
Semaine | Woche 36

¹ Par sa signature, l'étudiant-e s'engage à respecter strictement la directive DI.1.2.02.07 liée au travail de diplôme.
Durch seine Unterschrift verpflichtet sich der/die Student/in, sich an die Richtlinie DI.1.2.02.07 der Diplomarbeit zu halten.



Effizienz et suivi énergétique d'un hôtel isolé du réseau électrique

Diplômant/e Joseph Rigaud

Objectif du projet

Réduire les 20'000 litres de mazout consommé par le chauffage et la génératrice de l'hôtel Weisshorn chaque hiver en mettant en place des mesures d'efficacité. Le second objectif de ce travail est l'installation d'une supervision locale et distante pour assurer un suivi de l'hôtel.

Méthodes | Expériences | Résultats

Dans un premier temps un état des lieux de l'hôtel a été fait afin d'en connaître tous les aménagements existants. Ensuite deux analyses ont été réalisées successivement. Premièrement une étude qui porte sur la partie électrique de l'hôtel pour identifier et tracer le profil de puissance journalier, les principaux consommateurs et le mode de fonctionnement des installations principales. Des premières propositions d'amélioration ont alors été proposées pour économiser des litres de mazout utilisé par le groupe électrogène. La seconde étude est orientée sur la partie thermique du bâtiment, à savoir le système de chauffage et de ventilation pour économiser des litres de mazout utilisé par le brûleur. Plusieurs alternatives d'amélioration ont été étudiées et les moins coûteuses ont été retenues.

La seconde partie du travail portait sur la réalisation d'une supervision locale et distante de l'hôtel exploitant les mesures existantes et quelques nouvelles mesures installées. Cette supervision doit satisfaire les attentes du gérant et du propriétaire et permettre un suivi effectif.

Finalement les mesures entreprises du côté électrique et thermique ont permis de réduire fortement la consommation de mazout de l'hôtel. La visualisation distante en temps réel accompagné d'archivage des données et d'e-mails d'alarme automatiques permettent le suivi effectif de cet hôtel situé à 2337 m d'altitude.

Travail de diplôme
| édition 2015 |

Filière
Systèmes industriels

Domaine d'application
Power & Control

Professeur responsable
Jessen Page
Jessen.page@hevs.ch

Partenaire
RD Carbon

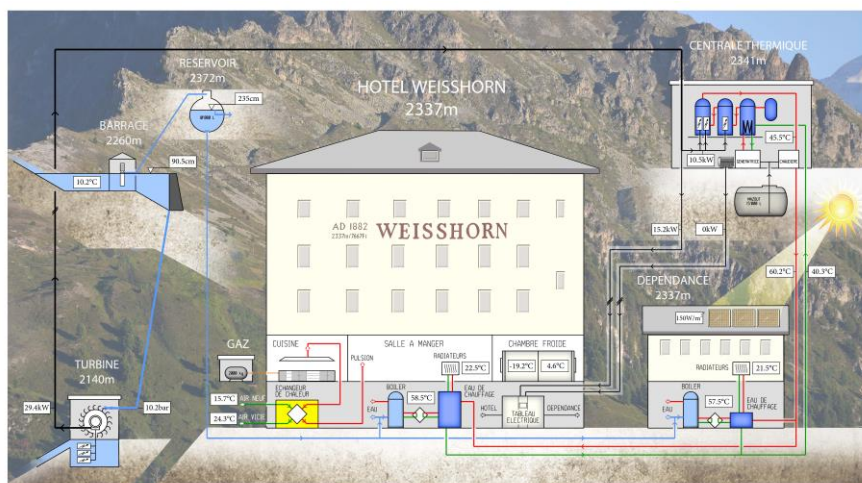


Image créée pour la visualisation en temps réel distante



Energieeffizienz und Überwachung von einem Hotel isoliert vom Netz

Diplômant/e Joseph Rigaud

Projektziele

- Senkung des Oelverbrauches des Hotel Weisshorn um 50% (12'000l) bei spezifischen Kosten von weniger als 5 frs/l
- Echtzeit Visualisation des thermischen und elektrischen Betriebsparameter

Methoden | Analysen | Resultate

- Analyse des thermischen und elektrischen Istzustandes pro Woche und Tag
- Definition des Sollzustandes
 - Tagesbetrieb mit Dieselgenerator
 - Nachtbetrieb mit Wasserturbine
- Evaluation aller technischen Möglichkeiten und Realisation der Wirtschaftlichen
- Ergebnis :
 - Senkung des Oelverbrauches um 13'000 l Oel/Jahr (40'000 kg CO₂/Jahr)
 - Investitionen : 54'000 frs, Payback time weniger als 4 Jahre
 - Echtzeitvisualisation der Betriebsparameter funktional

Diplomarbeit
| édition 2015 |

Filière
Systèmes industriels

Domaine d'application
Power & Control

Professeur responsable
Jessen Page
Jessen.page@hevs.ch

Partenaire
RD Carbon

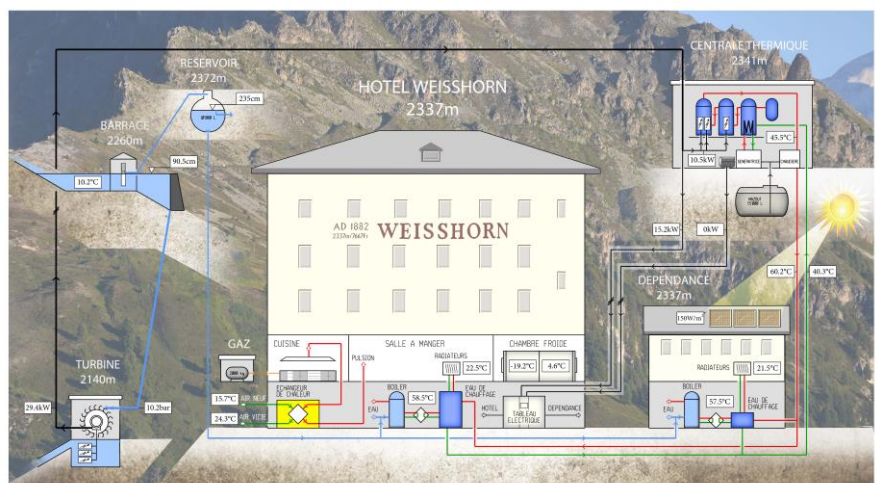


Bild für die Echtzeitvisualisation erstellt

Table des matières

1	Introduction.....	1
2	Etat des lieux.....	2
2.1	Consommation typique par saison	2
2.2	Bilan de la production électrique 2014/2015.....	4
3	Efficienc e électrique	5
3.1	Travaux sur la prise d'eau.....	5
3.2	Remplacement de la pompe d'eau potable.....	7
3.3	Remplacement des génératrices.....	8
3.4	Réorganisation du réseau électrique de l'hôtel.....	9
3.5	Courbes caractéristiques de la turbine.....	18
3.6	Compensation du réactif de la ligne 1000V.....	23
4	Efficienc e thermique.....	25
4.1	Schéma de principe	25
4.2	Stockage d'énergie à l'intersaison.....	26
4.3	Pompe à chaleur.....	30
4.4	Récupération de chaleur des eaux usées	32
4.5	Système de ventilation	33
4.6	Panneaux solaires thermiques.....	37
4.7	Récupération de la chaleur de la génératrice.....	38
4.8	Centralisation des systèmes de chauffage.....	41
5	Automation.....	43
5.1	Schémas de principe.....	43
5.2	Etalonnage	47
6	Visualisation et suivi	49
6.1	Transfert des données entre deux automates	49
6.2	Création de l'image de visualisation distante.....	51
6.3	Suivi.....	53
6.4	Logique de suivi.....	53
6.5	Enregistrement des données.....	54
6.6	Rapport hebdomadaire	56
6.7	Génération d'e-mails d'alarme	57

7	Conclusion	58
7.1	Récapitulatif des gains.....	58
7.2	Investissements.....	59
7.3	Impact financier.....	60
7.4	Bénéfices indirects du travail de diplôme	60
7.5	Objectifs.....	61
8	Remerciements.....	62
9	Bibliographie	63
	Annexe 1 : Fiche technique de la nouvelle pompe d'eau potable.....	64
	Annexe 2 : Exemple de pompe à chaleur air/eau et son prix.....	65
	Annexe 3 : Offre pour panneaux solaires thermiques.....	66
	Annexe 4 : Fiche technique de l'échangeur pour gaz d'échappement	67
	Annexe 5 : Fiche technique de l'échangeur pour eau de refroidissement.....	68
	Annexe 6 : Script de création de la base de données MySQL.....	69
	Annexe 7 : Script de création de procédures dans la base de données MySQL.....	70
	Annexe 8 : Procédure de création du fichier de configuration XML	71
	Annexe 9 : Code du FB request_Constructor et du FB request_ConstructorForArray ...	72
	Annexe 10 : Code du PRG ADS_READER	73
	Annexe 11 : Code du PRG DATABASE	74
	Annexe 12 : Code du PRG EMAIL.....	75
	Annexe 13 : Capteurs et étalonnage	76

Table des figures

Figure 1: Consommation hebdomadaire de l'hôtel en été 2014	2
Figure 2: Dissipation hebdomadaire dans les résistances de chauffage en été 2014	2
Figure 3: Consommation hebdomadaire de l'hôtel en hiver 2013/2014	3
Figure 4: Dissipation journalière typique dans le chauffage en hiver 2013/2014	3
Figure 5: Travaux sur la prise d'eau, 2014	5
Figure 6: Débit d'eau au cours de l'hiver 2015.....	6
Figure 7: Nouvelle et ancienne pompe d'eau potable.....	7
Figure 8: Nouvelle génératrice OLYMPIAN GEP44	8
Figure 9: Schéma de principe des commutateurs manuels de groupe.....	9
Figure 10: Enregistreur Arnoux Chauvin de type PEL 103	10
Figure 11: Consommation totale de l'hôtel, portion totale pour une semaine : 1.5 MWh.....	12
Figure 12: Puissance heure par heure des groupes	12
Figure 13: Top 10 consommateurs intergroupe, portion totale pour une semaine : 1.5 MWh ..	13
Figure 14: Tri par catégorie de consommateurs, portion totale pour une semaine : 1.5 MWh	13
Figure 15: Proposition de nouvelle distribution de l'hôtel.....	15
Figure 16: Proposition de diagramme de flux de la nouvelle distribution	15
Figure 17: Mesure de la turbine, positionnement des appareils	18
Figure 18: Puissance électrique en fonction de la surface d'injecteurs.....	20
Figure 19: Pression et pertes de charge en fonction du débit	20
Figure 20: Puissance électrique en fonction du débit d'eau.....	21
Figure 21: Positionnement des injecteurs de la turbine.....	22
Figure 22: Mesure de la ligne 1000V, positionnement des appareils	23
Figure 23: Pertes sur la ligne 1000V pour plusieurs points de fonctionnement.....	24
Figure 24: Réactif inductif généré par la ligne 1000V.....	24
Figure 25: Schéma de principe du chauffage actuel	25
Figure 26: Production et consommation à l'intersaison	26
Figure 27: Litres d'eau nécessaires au stockage en fonction du ΔT	27
Figure 28: Aperçu du volume nécessaire au stockage d'eau chaude de 10°C à 70°C.....	28
Figure 29: Aperçu de la retenue d'eau nécessaire.....	29
Figure 30: Evolution de la température extérieure au cours de l'hiver 2014-2015	30
Figure 31: Carte de l'extension potentielle du pergélisol en Suisse	31
Figure 32: Exemple d'installation de "Power Pipe"	32
Figure 33: Consommation d'eau par personne et par jour, chiffres étude SSIGE 1997	32
Figure 34: Schéma de principe de la ventilation.....	33
Figure 35: Enclenchement de la ventilation, semaine 11, 2015	34
Figure 36: Mesure des températures des bouches entrantes et sortantes, semaine 11, 2015...	34
Figure 37: Schéma d'installation proposé par Sigmatic.....	37
Figure 38: Exemple d'échangeur sur gaz d'échappement	39
Figure 39: Echangeur à plaque 25 kW sur eau de radiateur	40
Figure 40: Nouvel aménagement du local de la centrale thermique.....	42
Figure 41: Suppression de la chaudière de l'hôtel	42
Figure 42: Suppression de la chaudière de la dépendance	42
Figure 43: Antennes du réservoir et du barrage, peu d'impact sur le paysage.....	43
Figure 44: Schéma général de l'automatisation de l'hôtel	44
Figure 45: Antenne de l'hôtel et situation géographique, distance mesurée: 13.2 km	45

Figure 46: Schéma de principe des connexions avec l'extérieur.....	46
Figure 47: Puissance électrique, mesure PEL103.....	47
Figure 48: Puissance électrique, mesures bornes BECKHOFF KL3403.....	47
Figure 49: Puissance électrique totale, comparaison PEL103 et bornes BECKHOFF.....	48
Figure 50: Utilisation du FB ADSREAD.....	49
Figure 51: Structure mise à jour en temps réel sur l'ordinateur distant.....	51
Figure 52: Image utilisée pour la visualisation.....	52
Figure 53: Logique du suivi de l'hôtel Weissborn.....	53
Figure 54: Exemple d'e-mail envoyé par l'automate.....	57
Figure 55: Investissement pour les gains en mazout.....	59
Figure 56: Investissement pour la visualisation.....	60
Figure 57: Bénéfices indirects du travail de diplôme.....	60

1 Introduction

Ce travail a pour lieu d'application l'hôtel Weissshorn situé à 2337m d'altitude. Le bâtiment est en îlotage, il assure ses besoins énergétiques principalement au moyen d'une micro-turbine et d'une génératrice à mazout.

Il s'inscrit à la suite d'autres travaux déjà réalisés sur cet établissement [1], [2], [3]. Ces travaux présentent d'ailleurs un descriptif complet de l'hôtel, qui ne sera pas répété dans ce rapport.

Deux objectifs ressortent de la donnée de ce travail de diplôme. Premièrement, la réduction de la consommation de mazout de l'hôtel qui s'élève à 20'000 litres de mazout par année. Cette consommation est principalement répartie sur la saison d'hiver. Une analyse complète du fonctionnement de l'hôtel doit permettre de trouver des solutions énergétiques viables à ce problème. Le second objectif est d'installer une supervision répondant aux attentes du propriétaire. Cette visualisation doit permettre un suivi effectif de l'hôtel à distance mais doit aussi représenter un objet didactique pour la clientèle de l'hôtel.

Ce rapport présente d'abord un état des lieux de l'hôtel pour poser les bases du travail. Ensuite les mesures possibles d'amélioration de la partie électrique de l'hôtel seront étudiées, suivie d'une étude thermique. Ces deux études présentent chaque fois des solutions avec les litres de mazout qu'elles permettent d'économiser et leur faisabilité. Ensuite, la partie automation détaille les travaux réalisés pour permettre la visualisation à distance en temps réel de l'hôtel et l'archivage dans une base de données. Finalement, la partie visualisation et suivi explique l'architecture du système de visualisation ainsi que le scénario de suivi proposé.

Désignation :

Mazout : désigne le mazout de chauffage utilisé dans une chaudière, appelé aussi fuel.

Diesel : désigne le carburant pour un moteur diesel, appelé parfois gasoil.

Conversion :

1 litre de mazout correspond à 8kW thermique utile.

1 litre de diesel correspond à 2.2 kWh électrique utile.

Rentabilité :

1 litre de mazout vaut 1 frs pour le calcul de prix spécifique.

2 Etat des lieux

2.1 Consommation typique par saison

Il est important de rappeler l'ordre de grandeur de la consommation de l'hôtel par saison et par qui la production est assurée.

saison d'hiver : janvier → avril
intersaison : mai → juin
saison d'été : juillet → octobre
intersaison : novembre → décembre

2.1.1 Saison été 2014

La consommation moyenne journalière en été fluctue autour des 15kW comme le montre la Figure 1. La nuit, les résistances placées dans les tampons d'eau évacuent 20kW. Toute la production est assurée par la turbine. La génératrice n'est jamais enclenchée et le chauffage à mazout est éteint.

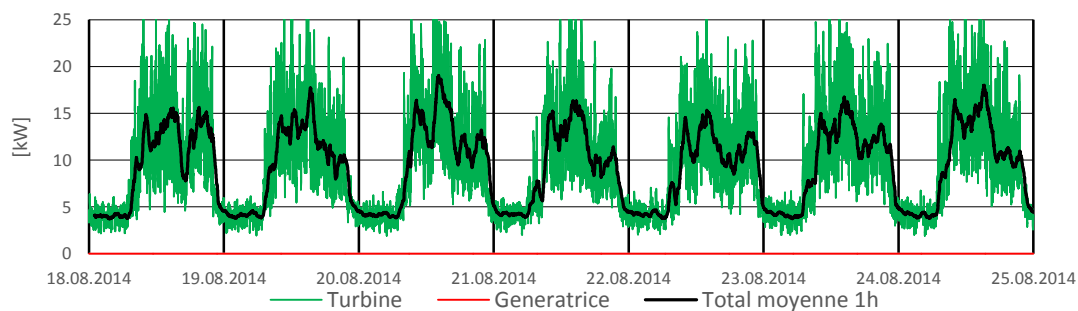


Figure 1: Consommation hebdomadaire de l'hôtel en été 2014

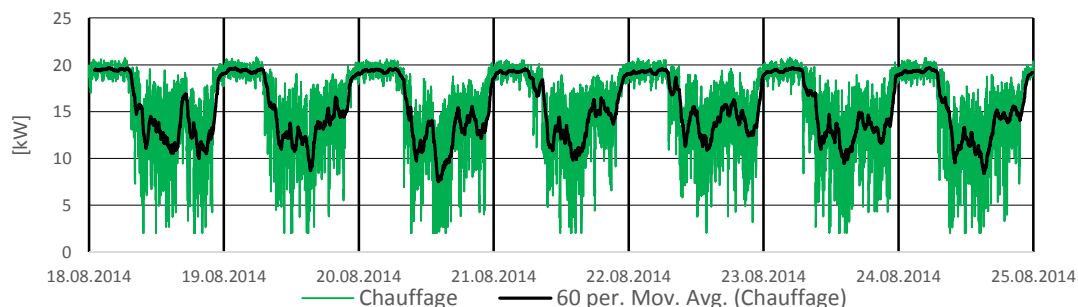


Figure 2: Dissipation hebdomadaire dans les résistances de chauffage en été 2014

2.1.2 Saison hiver 2013-2014

Au cours de l'hiver 2013-2014, le débit d'eau était trop faible et la consommation de la turbine a été entièrement assurée par la génératrice. Le peu d'énergie produit par la turbine a été dissipé dans les résistances du chauffage.

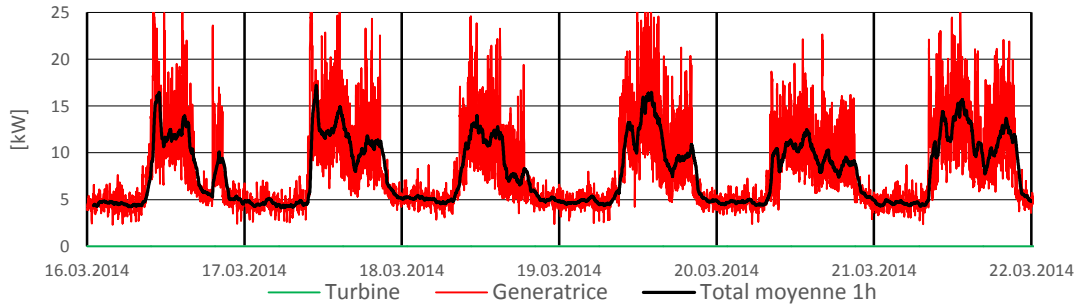


Figure 3: Consommation hebdomadaire de l'hôtel en hiver 2013/2014

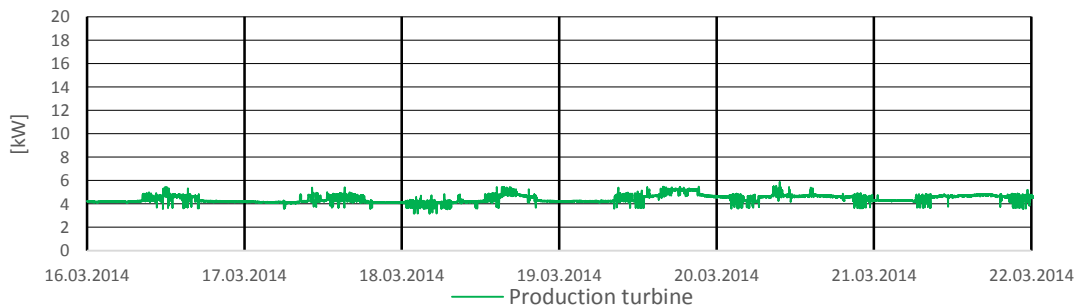


Figure 4: Dissipation journalière typique dans le chauffage en hiver 2013/2014

2.1.3 Saison hiver 2014-2015

Suite à la saison d'été 2014, des travaux sur la prise d'eau et sur la pompe d'eau potable ont été réalisés. Ces travaux ont été suivis et leurs bénéfices ont été quantifiés durant le projet de semestre. Ils ont permis par exemple d'éteindre la génératrice la nuit durant une bonne partie de l'hiver. Les détails des économies dues à ces derniers sont détaillés dans les chapitres suivants.

2.2 Bilan de la production électrique 2014/2015

Ces chiffres sont basés sur l'analyse des courbes des mesures de puissance¹ de la turbine et de la génératrice ainsi que sur les relevés de niveau de diesel.

2.2.1 Turbine

Janvier :	14	kW
Février :	10	kW
Mars :	6	kW
Avril :	7	kW
Moyenne :	9	kW

L'énergie totale produite pour cette période est donc de :

$$E_{\text{électrique}} = P \cdot t$$

$$E_{\text{électrique}} = 120 \text{ j} \cdot 24 \text{ h} \cdot 9 \text{ kW} = 26'000 \text{ kWh} \quad (1)$$

2.2.2 Génératrice

L'intégration des mesures de puissances sur la saison d'hiver 2014-2015 donne une énergie de 11'000 kWh.

$$E_{\text{électrique}} = \int_{\text{janvier}}^{\text{avril}} P(t) dt = 11'000 \text{ kWh} \quad (2)$$

Donc on peut considérer le rendement total de la machine à 22% à cette altitude.

$$\eta_{\text{génératrice}} = \frac{E_{\text{électrique}}}{V \cdot PCi_{\text{diesel}}} = \frac{E_{\text{électrique}}}{5000 \text{ l} \cdot 10 \frac{\text{kWh}}{\text{l}}} = \frac{11'000}{50'000} = 22 \% \quad (3)$$

2.2.3 Total et puissance moyenne

$$E_{\text{total_électrique}} = E_{\text{turbine}} + E_{\text{génératrice}} = 37'000 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{moyenne_électrique}} = \frac{E_{\text{total_électrique}}}{120 \text{ j} \cdot 24 \text{ h}} = 12.8 \text{ kW} \quad (4)$$

La puissance moyenne tout au long de la saison d'hiver est de 12.8 kW.

¹ Courbes réalisées sur Excel chez RD Carbon.

3 Efficience électrique

Ce chapitre développe les solutions étudiées pour améliorer l'efficience de la partie électrique de l'hôtel Weisshorn afin de réduire sa consommation d'huile. Pour faciliter la compréhension, une symbolique a été utilisée dans ce chapitre pour situer rapidement le sort des solutions proposées :

✓ : solution installée

■ : solution retenue mais pas installée

✗ : solution non-retenue

En rouge, les litres comptabilisés pour le récapitulatif final.

3.1 Travaux sur la prise d'eau



Figure 5: Travaux sur la prise d'eau, 2014

3.1.1 Variante actuelle ✓

La puissance disponible à la turbine en début de saison hiver 2014 était inférieure à 5kW^2 . Les travaux réalisés sur la prise d'eau à l'aide d'une pelle araignée ont permis d'augmenter la puissance hydraulique en début de saison d'hiver 2015 à 15kW^2 . Sur la saison d'hiver, la turbine a produit en moyenne 5kW^2 de plus que l'année précédente. Cette énergie supplémentaire a permis d'éteindre la génératrice la nuit pendant les 12 premières semaines de l'hiver et donc d'économiser les litres de diesel suivants :

² Valeurs provenant des mesures faites par RD Carbon et enregistrées dans leur base de données.

$$E = P_{nuit} \cdot t = 5 \text{ kW} \cdot 8h \cdot 12\text{sem} \cdot 7j = 3360 \text{ kWh} = 1527 \text{ l}_{\text{diesel}} \quad (5)$$

La journée, l'hôtel consomme trop pour être alimenté uniquement par la turbine. La génératrice est enclenchée et l'énergie de la turbine se dissipe dans le circuit de chauffage. Les 12 premières semaines, la turbine a donc dissipé durant 16h par jour les 5 kW supplémentaires. Les 5 dernières semaines, la génératrice a fonctionné jour et nuit. La turbine a alors dissipé continuellement sa puissance dans le chauffage. Les litres économisés sont donc les suivants :

$$E = P_{supp} \cdot t = 5 \text{ kW} \cdot 16h \cdot 12\text{sem} \cdot 7j = 6720 \text{ kWh} = 840 \text{ l}_{\text{mazout}} \quad (6)$$

$$E = P_{supp} \cdot t = 5 \text{ kW} \cdot 24h \cdot 5\text{sem} \cdot 7j = 4200 \text{ kWh} = 525 \text{ l}_{\text{mazout}}$$

Le gain total, tous litres confondus, est finalement de 2892 litres.

3.1.2 Variante 2016 ■

La réduction des consommateurs nocturnes de l'hôtel (voir 3.4) de 8kW à 5 kW permettrait de pouvoir assurer l'alimentation de l'hôtel par la turbine et donc d'éteindre la génératrice pour les 5 dernières semaines d'hiver. Le gain est calculé ci-dessous :

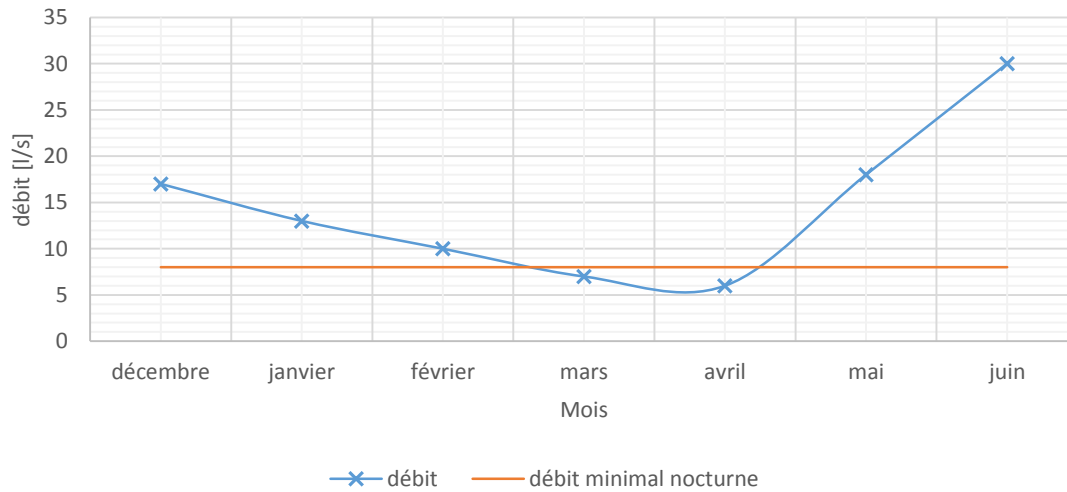


Figure 6: Débit d'eau au cours de l'hiver 2015

$$E = P_{nuit} \cdot t = 5 \text{ kW} \cdot 8h \cdot 5 \text{ sem} \cdot 7j = 1400 \text{ kWh} = 636 \text{ l}_{\text{diesel}} \quad (7)$$

3.2 Remplacement de la pompe d'eau potable

3.2.1 Description ✓

Pour éviter les problèmes de gel dans la conduite, la pompe d'eau potable située au barrage fonctionne continuellement. L'ancienne pompe était surdimensionnée et fournissait une puissance de 3 kW. Le remplacement de la pompe a permis de baisser cette consommation à 1 kW. Des mesures ont été effectuées pour confirmer la puissance de la nouvelle pompe. Les détails techniques de la nouvelle pompe sont en Annexe 1. Le gain résultant est le suivant.

$$E = \Delta P \cdot t = 2 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} \cdot 120 \text{ j} = 5760 \text{ kWh} = 720 \text{ l}_{\text{mazout}} \quad (8)$$

A noter que l'arrêt de la génératrice nocturne n'est cette fois pas compté car il a déjà été pris en compte dans le chapitre 3.1.

Remarque : Le risque de gel est trop élevé en hiver pour tenter d'installer un mode de fonctionnement discontinu afin d'économiser de l'énergie. En été, cette mesure serait inutile du fait de la production hydro-électrique suffisante.



Figure 7: Nouvelle et ancienne pompe d'eau potable

3.3 Remplacement des génératrices

3.3.1 Principe ✓

Les deux anciennes génératrices 40kVA et 18kVA en fin de vie avec plus 15'000 heures ont été remplacées par une seule génératrice 44kVA de nouvelle génération avec turbo. L'hiver 2013-2014, les deux génératrices ont consommé 8000 litres. Cet hiver, la nouvelle génératrice a consommé 5000 litres. Le rendement des deux anciennes génératrices atteignait 17.5%³. Alors que les chiffres de l'hiver 2014-2015 montrent un rendement de 22% pour la nouvelle génératrice. Les frais occasionnés par ces changements ne sont pas dans le budget de ce travail de diplôme, car les génératrices devaient dans tous les cas être remplacées.

$$\begin{aligned} consommation_{avant} &= \frac{1}{PCi_{diesel} \cdot \eta_1} = \frac{1}{10 \frac{kWh}{l} \cdot 17.5\%} = 0.57 \frac{l}{kWh} \\ consommation_{après} &= \frac{1}{PCi_{diesel} \cdot \eta_2} = \frac{1}{10 \frac{kWh}{l} \cdot 22\%} = 0.45 \frac{l}{kWh} \end{aligned} \quad (9)$$

En considérant une production lors de l'hiver 2014-2015 de 11MWh, le gain de diesel est le suivant :

$$gain = 11 MWh \cdot (0.57 - 0.45) \frac{l}{kWh} = 1320 l_{diesel} \quad (10)$$

Les litres gagnés en arrêtant la génératrice la nuit du chapitre 3.1.1 additionnés aux litres gagnés ci-dessus par le nouveau rendement explique la différence de 3000 litres entre l'hiver 2013-2014 et l'hiver 2014-2015.



Figure 8: Nouvelle génératrice OLYMPIAN GEP44⁴

³ Voir [1]

⁴ Le dossier technique de la pompe est disponible chez RD Carbon

3.4 Réorganisation du réseau électrique de l'hôtel

Ce chapitre étudie la distribution électrique de l'hôtel. Une campagne de mesure a été effectuée afin de déterminer les principaux consommateurs et le profil de puissance journalier du Weisshorn. Ces travaux permettent de comprendre l'influence de chaque consommateur, d'en tirer les conséquences et d'entreprendre des actions d'amélioration.

3.4.1 Distribution électrique de l'hôtel

Les appareils électriques de l'hôtel sont répartis en trois groupes. Chaque groupe peut indépendamment être alimenté soit par la turbine, soit par la génératrice. Il est également possible d'éteindre complètement un groupe. Ainsi, aucune synchronisation n'est nécessaire entre la turbine et la génératrice.

- **Groupe 0** : correspond dans ce rapport à la pompe d'eau potable. Il n'est pas possible de le déclencher. Il prend son énergie directement sur la turbine.
- **Groupe 1** : contient les appareils vitaux, comme par exemple les lumières. Il comprend également les dispositifs qui ne peuvent pas s'éteindre la nuit comme les frigos et toute l'automatisation. Ce groupe est alimenté en permanence
- **Groupe 2** : contient les gros consommateurs de la cuisine qui peuvent être coupés lorsqu'ils ne sont plus utiles, par exemple le lave-vaisselle.
- **Groupe 3** : contient toutes les machines de la buanderie comme les lave-linge et les fers à repasser.

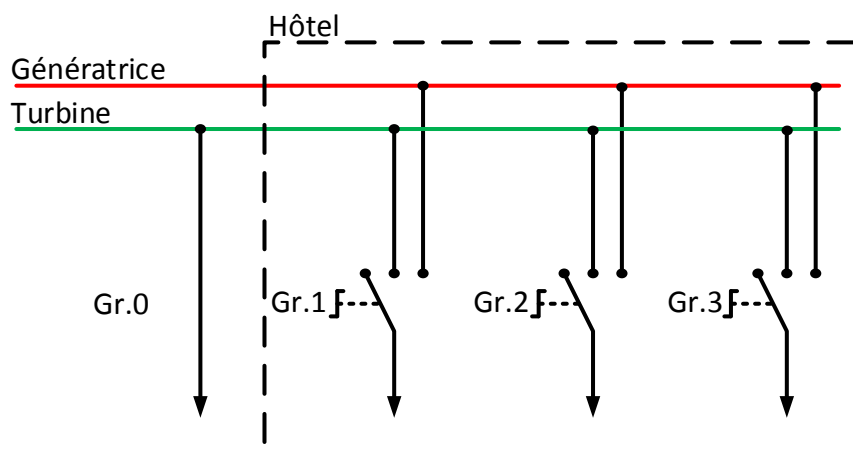


Figure 9: Schéma de principe des commutateurs manuels de groupe

3.4.2 Aparejos de mediciones

Para efectuar las mediciones detalladas de los consumidores eléctricos, cinco registradores han sido utilizados. Estos registradores CHAUVIN ARNOUX de tipo PEL103 permiten medir una multitud de configuración de red. Para ganar tiempo, la configuración « 1 carga estrella trifásica asimétrica » ha sido utilizada igualmente para medir 3 cargas monofásicas diferentes simultáneamente. Las mediciones se efectúan cada segundo. El período de agregación ha sido fijado al mínimo de 1 min para detectar las variaciones rápidas de potencia. Las mediciones se adquieren por el software « PEL Transfer » suministrado con el aparato. Este software permite tener un aperçu rápido de las curvas de mediciones. Los datos son luego exportados al formato « .xls » para ser analizados más en detalle.



Figure 10: Registrador Arnoux Chauvin de tipo PEL 103

3.4.3 Liste des disjoncteurs

La liste des disjoncteurs a dû être contrôlée car elle contenait des erreurs. Par la même occasion, un plan détaillé des disjoncteurs de la cuisine a aussi été fait. Le nom des disjoncteurs dépend de leur groupe, par exemple le groupe 1 contient les disjoncteurs F1xx, groupe 2 -> F2xx. Deux postes seulement n'ont pas été mesurés.

N°	Désignation	N°	Désignation
F100	prises garage	F120	prises DJ
F101	prises bar	F121	-
F102	local génératrice	F122	sèche-linge
F103	prises rez-de-chaussée	F123	lumière sous-sol + corridor
F104	-	F124	lumière garage
F105	dépendance	F125	alimentation automation
F106	chambres froides	F200	lave-verre
F107	calandre gaz	F201	micro-onde
F108	-	F202	-
F109	prises cuisines	F203	prises cuisine
F110	prises self	F204	lave-vaisselle
F111	machine à café	F205	-
F113	lumière cuisine	F206	ventilation
F114	meuble réfrigéré	F207	-
F115	lumière salle à manger + WC	F208	bain-marie
F116	prise salle à manger	F209	prises cuisine
F117	prises bar	F300	lave-linge 1
F118	frigo bar	F301	lave-linge 2
F119	chaufferie	F302	buanderie

Table 1: Résumé à jour des disjoncteurs

Le code couleur ci-dessus correspond aux couleurs des graphiques par groupes suivants.

3.4.4 Résultat des mesures

- **Proportion totale sur 1 semaine**

Les premiers résultats ont permis de connaître l'importance de chaque groupe. Les éléments vitaux du groupe 1 représentent actuellement 50% de la portion totale.

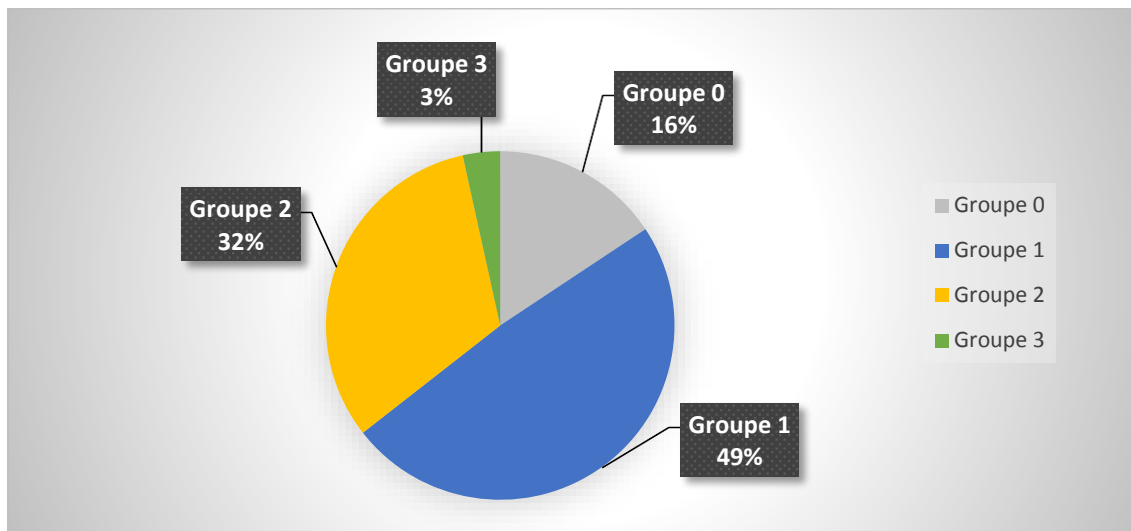


Figure 11: Consommation totale de l'hôtel, portion totale pour une semaine : 1.5 MWh

- **Puissance totale heure par heure**

Le graphique suivant montre bien le rôle de « bande vitale » du groupe 0 + 1 dont la puissance ne varie que très peu au cours de la journée. Le groupe 2 où sont concentrés les consommateurs de la cuisine double la consommation de l'hôtel de 8h à 17h. La petite influence du groupe 3 tombe aux heures les plus chargées de l'hôtel.

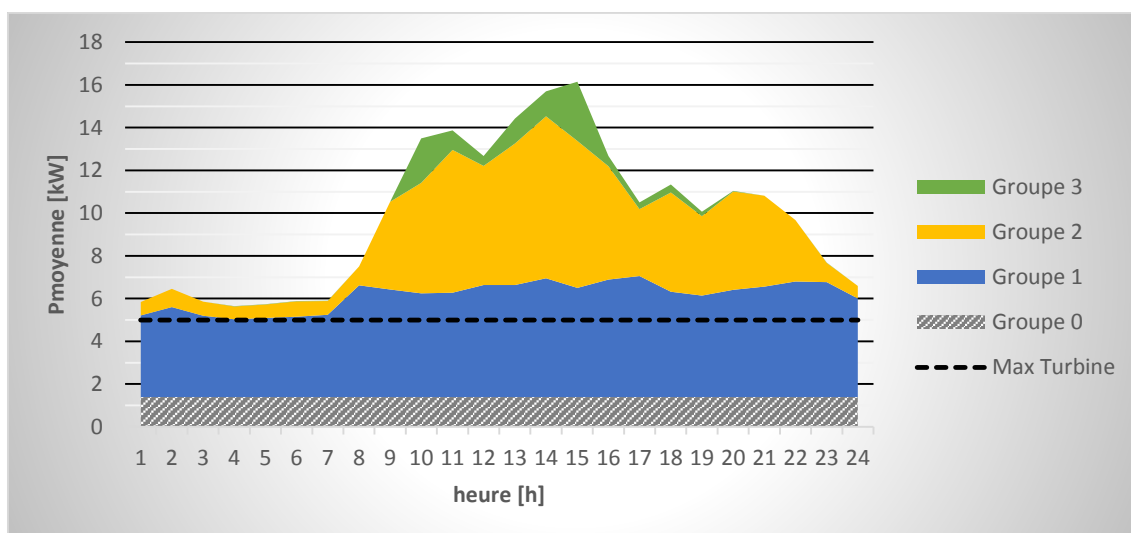


Figure 12: Puissance heure par heure des groupes

- **Top 10 consumidores intergrupo**

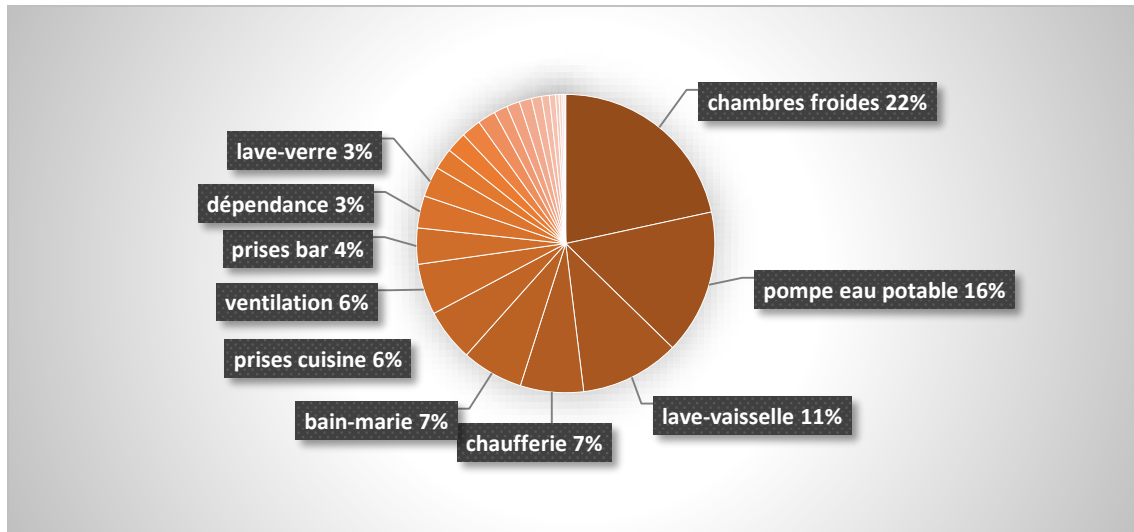


Figure 13: Top 10 consommateurs intergroupe, portion totale pour une semaine : 1.5 MWh

La Figure 13 nous montre que le 85% de la portion totale est occupé par les 10 plus gros consommateurs d'énergie. Il est donc cohérent de s'intéresser au mode de fonctionnement de ces derniers.

- **Catégories de consommateurs**

La dernière approche consiste à trier les consommateurs par catégorie comme le montre la Figure 14. Ce graphique met en évidence la quantité d'énergie nécessaire à la fabrication du froid ou encore la contribution des lumières.

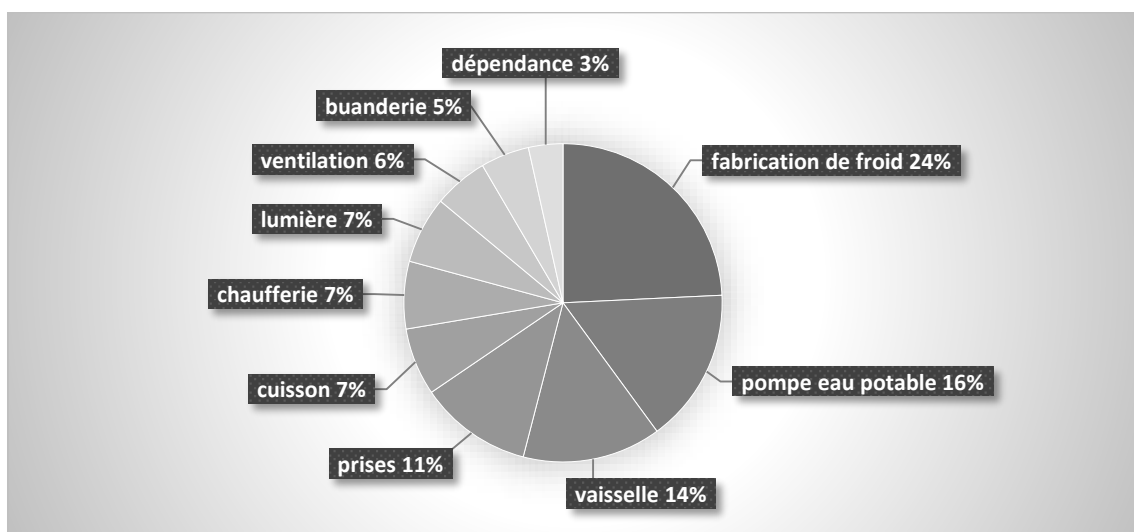


Figure 14: Tri par catégorie de consommateurs, portion totale pour une semaine : 1.5 MWh

3.4.5 Actions résultantes

L'analyse des résultats ci-dessus a permis de déduire les propositions d'améliorations suivantes.

- **Réorganisation du groupe 1 ■**

Une restructuration du groupe 1 supprimant les éléments non-vitaux et ajoutant les éventuels éléments vitaux d'autres groupes permettrait de déclencher complètement les groupes 2+3 durant la nuit. Toute l'énergie perdue des charges dormantes de ces deux groupes serait utilisée pour chauffer les tampons d'eau chaude. L'ensemble des charges inutile de nuit est estimé à 1kW. Le gain en litres de mazout est calculé de la manière suivante :

$$E = P \cdot t = 1kW \cdot 8h \cdot 120j = 960 kWh = 120 l_{mazout} \quad (11)$$

- **Arrêt automatique des groupes 2+3 durant la nuit**

Pour faciliter la mise en place de la mesure précédente, l'automation peut être utilisée pour rendre le déclenchement nocturne des groupes 2+3 autonome.

- **Modification des heures de fonctionnement ■**

La Figure 12 permet d'imaginer une modification des habitudes des utilisateurs de l'hôtel afin de retrouver un creux de consommation dans l'après-midi entre 17h et 19h qui permettrait de basculer l'hôtel sur la turbine. L'activité de ces 2h pourrait être répartie plus tôt dans la journée. La puissance moyenne de ce laps de temps est estimée à 3kW. L'arrêt de la génératrice permettrait de gagner sur une saison d'hiver :

$$E = P \cdot t = 3 kW \cdot 2h \cdot 120j = 720 kWh = 327 l_{diesel} \quad (12)$$

En alimentant l'hôtel, la turbine ne pourrait plus chauffer les tampons d'eau. Il faut soustraire au litre effectivement gagné

$$E = P \cdot t = -3 kW \cdot 2h \cdot 120j = -720 kWh = -90 l_{mazout} \quad (13)$$

Le gain effectif en litres pour cette mesure serait donc de 237 litres.

- **Basculement automatique génératrice ou turbine** ■

Pour faciliter la mise en place de la mesure précédente, un basculement automatique des groupes serait nécessaire. Il faut pour cela remplacer les commutateurs manuels actuels de la Figure 9 par des contacteurs verrouillés mécaniquement. Le schéma ci-dessous propose une nouvelle distribution de l'hôtel qui permettrait une liberté complète. Une bonne partie du matériel nécessaire est disponible dans le stock de pièces inutilisées de l'entreprise R&D Carbon. L'automatisation de ce procédé est rendue possible par les multiples mesures de puissances et l'automate existant. Le coût d'une telle modification ne serait donc pas excessif.

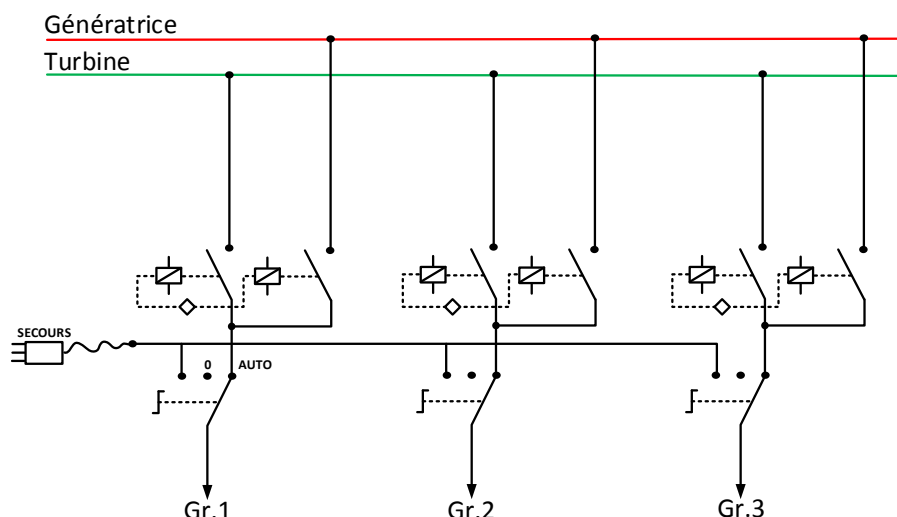


Figure 15: Proposition de nouvelle distribution de l'hôtel

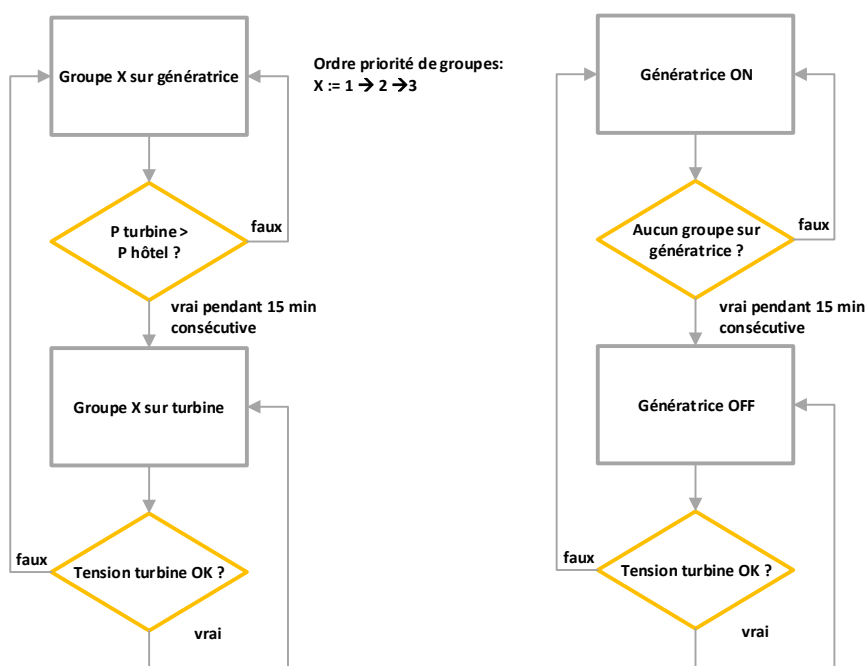


Figure 16: Proposition de diagramme de flux de la nouvelle distribution

• **Remplacement ou optimisation du top 10 des consommateurs ■**

Chambre froide : La Figure 14 nous fait prendre conscience de l'important apport d'énergie nécessaire à la fabrication du froid. Une réflexion serait nécessaire pour centraliser et optimiser les divers appareillages permettant de maintenir les denrées périssables au frais. Une question se pose sur la nécessité de maintenir autant de boissons au frais, par exemple dans les frigos du self. La cave ne permet-elle pas d'assurer cette fonction ?

Un système d'utilisation de l'air frais extérieur existe sur les chambres froides mais n'a jamais été mis en place. L'estimation du gain a été réalisée de la manière suivante :
CF : chambres froides

$$\begin{aligned} T_1 &= T_{moyenne\ CF} = \frac{T_{congélateur} + T_{frigo}}{2} = \frac{-19^{\circ}C + 4^{\circ}C}{2} = -7.5^{\circ}C \\ T_2 &= T_{moyenne\ extérieur} = -3.5^{\circ}C \\ T_3 &= T_{ambient\ hôtel} = 20^{\circ}C \end{aligned} \quad (14)$$

La température moyenne extérieure de l'hiver 2014/2015 a été de $-3.5^{\circ}C$ (voir Figure 30). L'écart de température que doivent encaisser les machines de froid suivant la variante A ou B :

$$\begin{aligned} \Delta T_A &= \Delta_{actuel} = T_3 - T_1 = 20^{\circ}C - (-7.5^{\circ}C) = 27.5^{\circ}C \\ \Delta T_B &= \Delta_{futur} = T_2 - T_1 = -3.5^{\circ}C - (-7.5^{\circ}C) = 4^{\circ}C \end{aligned} \quad (15)$$

Pour l'hiver 2014/2015, selon la Figure 13, les chambres froides ont consommées

$$E_{CF\ A} = 22\% \cdot 1500 \frac{kWh}{7\ j} \cdot 120\ j = 5657\ kWh \quad (16)$$

Une règle de trois avec les deltas de température permet de connaître la consommation de la variante B.

$$\begin{aligned} E_{CF\ B} &= \frac{E_{CF\ A}}{\Delta T_A} \cdot \Delta T_B = \frac{5657\ kWh}{27.5^{\circ}C} \cdot 4^{\circ}C = 822\ kWh \\ gain_{total} &= E_{CF\ A} - E_{CF\ B} = 5657\ kWh - 822\ kWh = 4834\ kWh \end{aligned} \quad (17)$$

Si l'on considère que sur la saison, les chambres froides ont été alimentées à moitié par la turbine et à moitié par la génératrice, le gain en litre serait le suivant :

$$\begin{aligned} gain_{diesel} &= \frac{gain_{total}}{2} = 2417 \text{ kWh} = 1098 \text{ } l_{diesel} \\ gain_{mazout} &= \frac{gain_{total}}{2} = 2417 \text{ kWh} = 302 \text{ } l_{mazout} \end{aligned} \quad (18)$$

Le gain effectif est de 1400 litres d'huile.

Bain-marie : La Figure 13 fait apparaître le bain-marie électrique en quatrième position. L'utilisation du bain-marie aux heures de pointe entraîne nécessairement son alimentation par la génératrice. Le remplacement de ce bain-marie électrique par un bain-marie à gaz permettrait l'économie de :

$$E = 7\% \cdot 1500 \frac{\text{kWh}}{7j} \cdot 120 j = 1800 \text{ kWh} = 818 \text{ } l_{diesel} \quad (19)$$

Bien sûr, le remplacement d'une énergie fossile par une autre énergie fossile n'est pas conventionnel. Cependant le cycle diesel \rightarrow électricité \rightarrow chaleur dépasse légèrement un rendement de 20% alors que le cycle gaz \rightarrow chaleur atteint lui quasi 100%.

Finalement, en considérant un investissement de 2000.- pour le bain-marie et le montage, le temps de retour sur investissement est de 2.5 ans.

- **Utilisation économe de l'énergie ■**

Pour terminer ce chapitre sur la consommation électrique, il est important de rappeler qu'en îlotage à 2337 mètres d'altitude, l'énergie n'est pas gratuite. Bien sûr, dans l'hôtellerie, les clients ont payé pour un certain confort, pourtant quelques gestes simples permettraient une économie certaine de litres de mazout. Comme le bain-marie, l'éclairage représente par exemple 7% de la portion totale énergétique. Le pourcentage d'économie de tous les efforts réunis est estimé à 5% de la portion totale. Les gains sont partagés à moitié sur la génératrice et l'autre sur la turbine. Donc sur une saison de 120 jours :

$$\begin{aligned} E &= 5\% \cdot 1500 \frac{\text{kWh}}{7j} \cdot 60 j = 642 \text{ kWh} = 292 \text{ } l_{diesel} \\ E &= 5\% \cdot 1500 \frac{\text{kWh}}{7j} \cdot 60 j = 642 \text{ kWh} = 80 \text{ } l_{mazout} \end{aligned} \quad (20)$$

3.5 Curvas características de la turbina

La documentación de la turbina actualmente instalada no proporciona características de funcionamiento. Para conocer por ejemplo el caudal necesario al funcionamiento de la turbina Pelton, era importante efectuar una campaña de medición. Esta acción permitirá por ejemplo optimizar la apertura de los inyectores en función del nivel de agua y de la presión.

3.5.1 Descripción de la medición

Para esta medición, la línea 1000V con el hotel así como la línea 400V con el embalse han sido interrumpidas. La totalidad de la potencia producida por la turbina es por lo tanto destruida localmente en las resistencias de seguridad colocadas en el río. Un registrador PEL103 se utiliza para medir esta potencia. Un sensor de presión situado justo aguas abajo de la turbina nos informa sobre las pérdidas de carga. Las mediciones se realizaron el 27 de mayo de 2015 cuando el agua estaba abundante y el embalse rebosaba. Esto garantiza un nivel máximo y constante durante toda la medición.

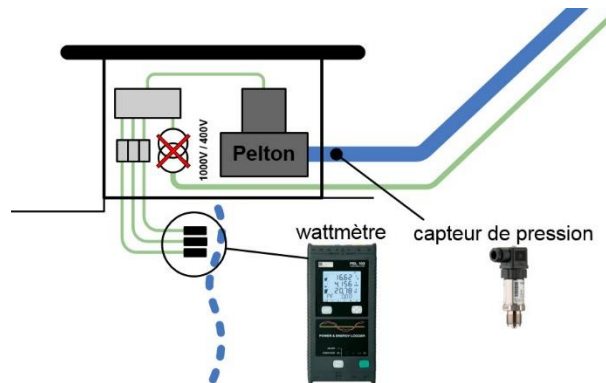


Figura 17: Medición de la turbina, posicionamiento de los dispositivos

3.5.2 Hypothèse

Afin de simplifier les calculs, l'hypothèse suivante a été faite. Les chutes de pression à l'entrée de la turbine sont dues uniquement aux pertes de charges dans la conduite forcée et non à la transformation de la pression statique en pression dynamique. Cette hypothèse est confortée par les relations suivantes.

$$A_1 \text{ (conduite forcée)} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.15^2}{4} = 0.018 \text{ m}^2$$

$$A_2 \text{ (maximum injecteurs)} = \sum_{i=1}^6 \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} = 0.001 \text{ m}^2$$
(21)

L'équation (21) montre le rapport des sections de la conduite forcée et celle de tous les injecteurs ouverts.

$$c = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 120} = 48.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
(22)

La formule de Torricelli (22) donne la vitesse théorique en sortie des injecteurs

$$A_1 \cdot c_1 = A_2 \cdot c_2 = 2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
(23)

L'équation (23) donne la vitesse maximum dans la conduite forcée.

$$\underbrace{p + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h}_{\text{pression statique}} + \underbrace{\rho \cdot \frac{c_1^2}{2}}_{\text{pression dynamique}} = \text{const}$$

$$\rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \cdot 120 \text{ m} = 11.77 \text{ bar}$$

$$\rho \cdot \frac{c_1^2}{2} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{2.8^2}{2} = 0.04 \text{ bar}$$
(24)

Dans l'équation de Bernoulli (24), on veut donc montrer que le terme de pression dynamique dans le pire des cas est faible par rapport à la pression statique. On peut désormais dire que la variation de pression mesurée par le capteur n'est donc due qu'aux pertes singulières et linéaires de la conduite forcée.

Le rendement global de la turbine a été fixé à 80%.

3.5.3 Résultats des mesures

L'ouverture successive des injecteurs couplée à la mesure de la puissance électrique a permis de dessiner les graphiques suivants.

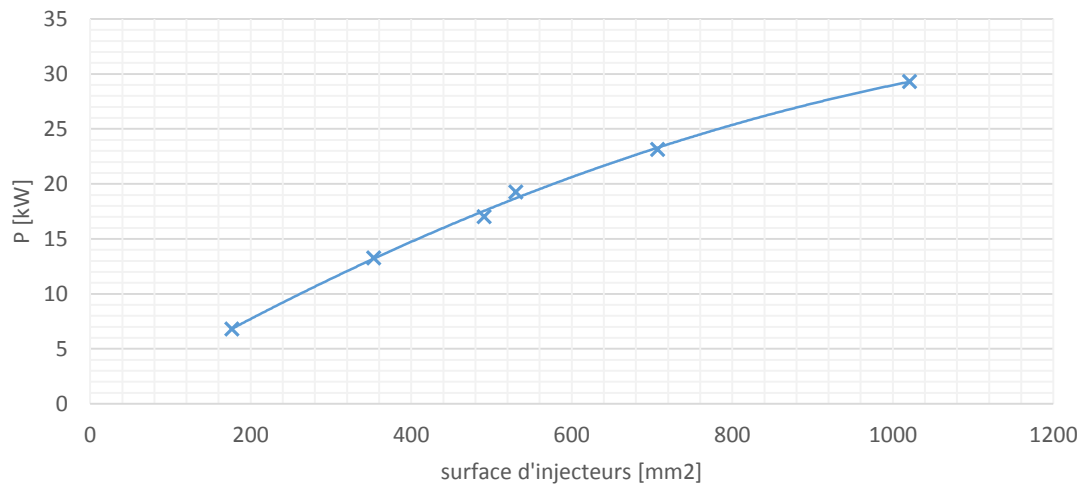


Figure 18: Puissance électrique en fonction de la surface d'injecteurs

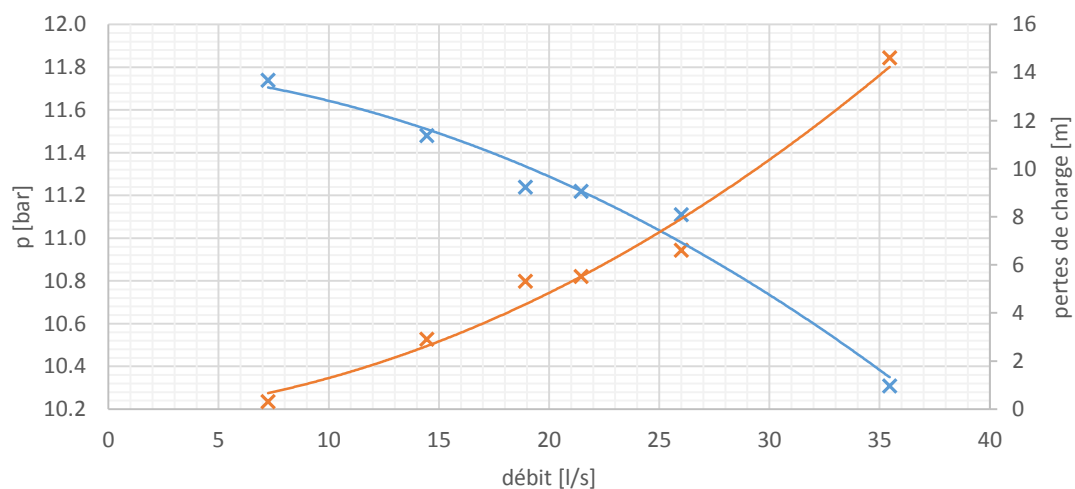


Figure 19: Pression et pertes de charge en fonction du débit

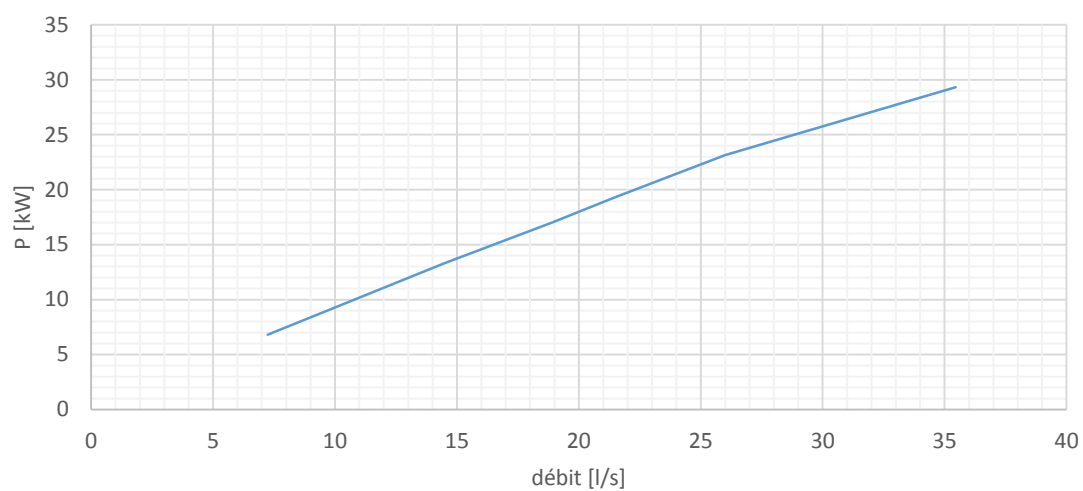


Figure 20: Puissance électrique en fonction du débit d'eau

La Figure 20 nous montre que 1 litre/seconde correspond environ à 1kW.

3.5.4 Actions résultantes

Par ces caractéristiques il en résulte maintenant les actions suivantes :

- **Surveillance du fonctionnement de la turbine ■**

Une logique de surveillance peut désormais être programmée sur l'automate de l'hôtel. En effet si les mesures de la turbine sortent des valeurs standards, une alarme peut être déclenchée.

- **Modification des injecteurs ■**

Les 6 injecteurs actuellement en place sont disposés de la manière suivante :

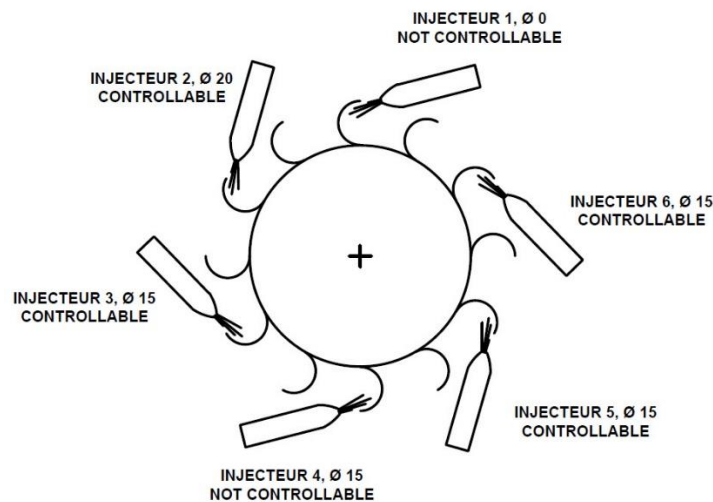


Figure 21: Positionnement des injecteurs de la turbine

L'idée est de remplacer l'injecteur 1 toujours fermé par un injecteur contrôlable de diamètre 10mm afin d'avoir une plus grande finesse à basse puissance. En effet, on remarque sur la Figure 18 qu'il y a un trop grand écart entre l'ouverture du premier injecteur et du second. La puissance fait un saut de 7 kW à 13 kW. Il serait judicieux d'avoir un point intermédiaire à 10kW pour profiter plus longtemps du débit descendant ou plus rapidement du débit montant. Pour le calcul de gain, prenons le cas de deux semaines à débit intermédiaire de 10kW à la place des 7kW minimum actuel.

$$E = \Delta P \cdot t = (10kW - 7kW) \cdot 2 \text{ sem} = 1008 \text{ kWh} = 126 \text{ } l_{mazout} \quad (25)$$

- « *Maximum power point tracker* » ■

Un développement approfondi permettrait la création d'une recherche du point maximum de puissance. L'algorithme se baserait sur les mesures de pression, de niveau de barrage et de puissances pour proposer à l'utilisateur une combinaison optimale d'injecteurs en tout temps. Par contre, l'installation d'actuateurs sur les injecteurs pour les rendre pilotables à distance n'est pas forcément une bonne idée. En effet, l'action humaine d'ouverture et fermeture des injecteurs permet également un rapide contrôle visuel de l'installation et cela est très important pour anticiper les dysfonctionnements.

3.6 Compensation du réactif de la ligne 1000V

3.6.1 Description de la mesure

Afin de pouvoir estimer l'impact des pertes de la liaison 1000V, deux enregistreurs PEL103 ont été placés respectivement au départ de la ligne côté primaire du transformateur et à l'arrivée de la ligne côté secondaire du transformateur. Les mesures ont été réalisées sur deux semaines. Le graphique ci-dessous résume quelques points de fonctionnement de la turbine et les pertes correspondantes sur la ligne.

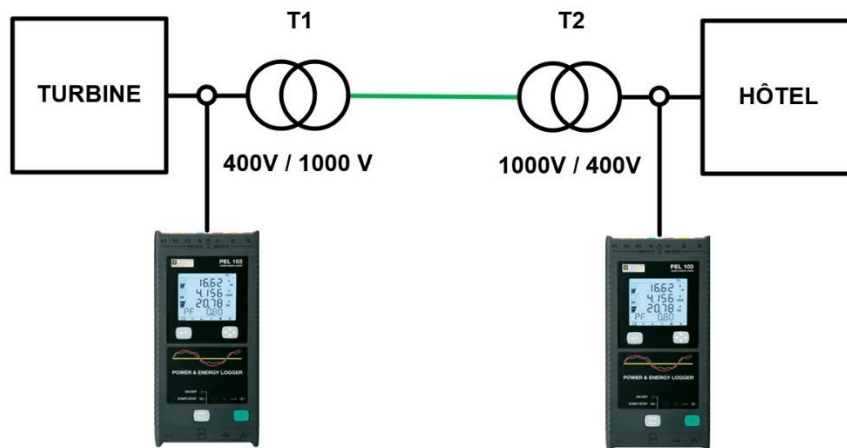


Figure 22: Mesure de la ligne 1000V, positionnement des appareils

3.6.2 Resultados de las mediciones ✕

Las pérdidas en la línea 1000V no son despreciables. Se pueden resumir groseramente al 10% de la potencia producida por la turbina. Las pérdidas en los transformadores aparecen en los alrededores de 300W. Una medición precisa de las pérdidas en el hierro no se pudo hacer debido a la ocupación del hotel durante estas mediciones.

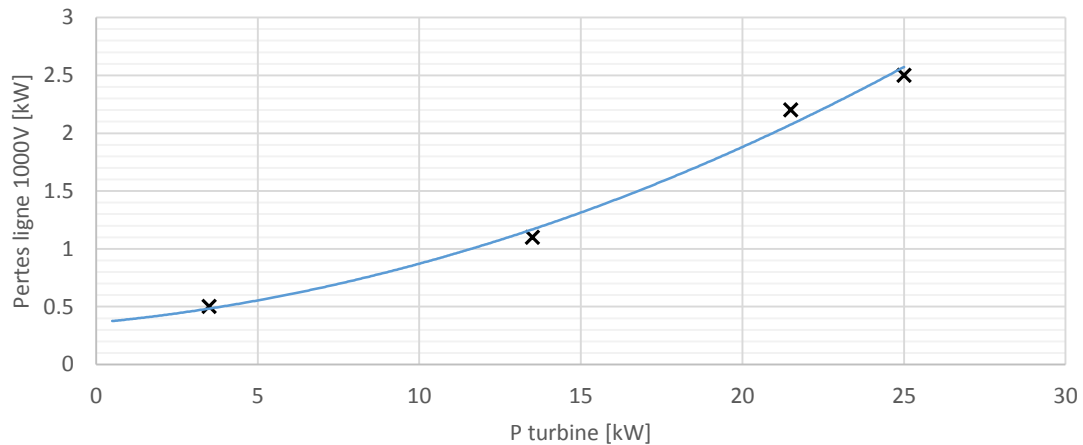


Figure 23: Pérdidas en la línea 1000V para varios puntos de funcionamiento

El gráfico siguiente muestra un aporte de reactivo inductivo bastante constante en relación con la potencia reactiva de la turbina. La magnetización de los transformadores debe ser la causa de este reactivo inductivo. Sin embargo, esta componente sigue siendo débil en comparación con la potencia activa transportada. No se contempla ninguna compensación.

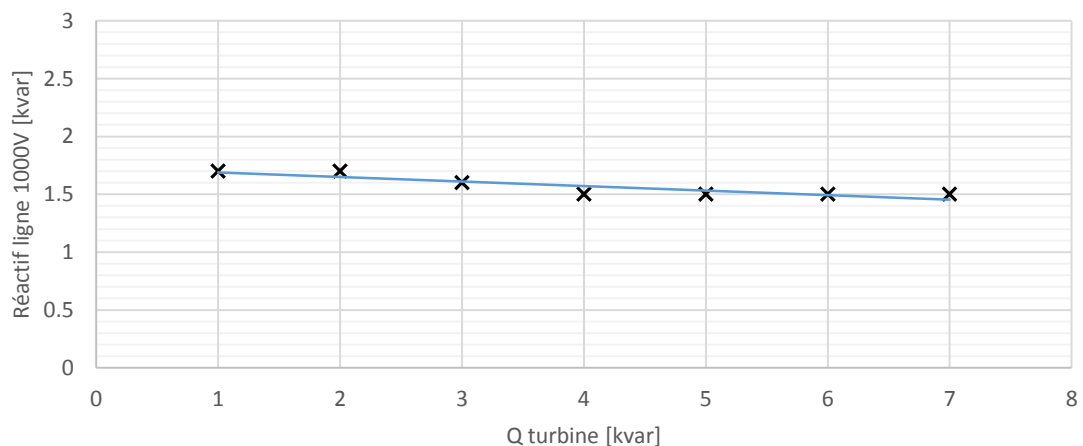


Figure 24: Reactivo inductivo generado por la línea 1000V

4 Efficacité thermique

Afin de faciliter la compréhension, une symbolique a été utilisée pour situer rapidement le sort des solutions proposées :

- ✓ : solution installée
- : solution retenue mais pas encore installée
- ✗ : solution non-retenue

En **rouge**, les litres comptabilisés pour le récapitulatif final.

4.1 Schéma de principe

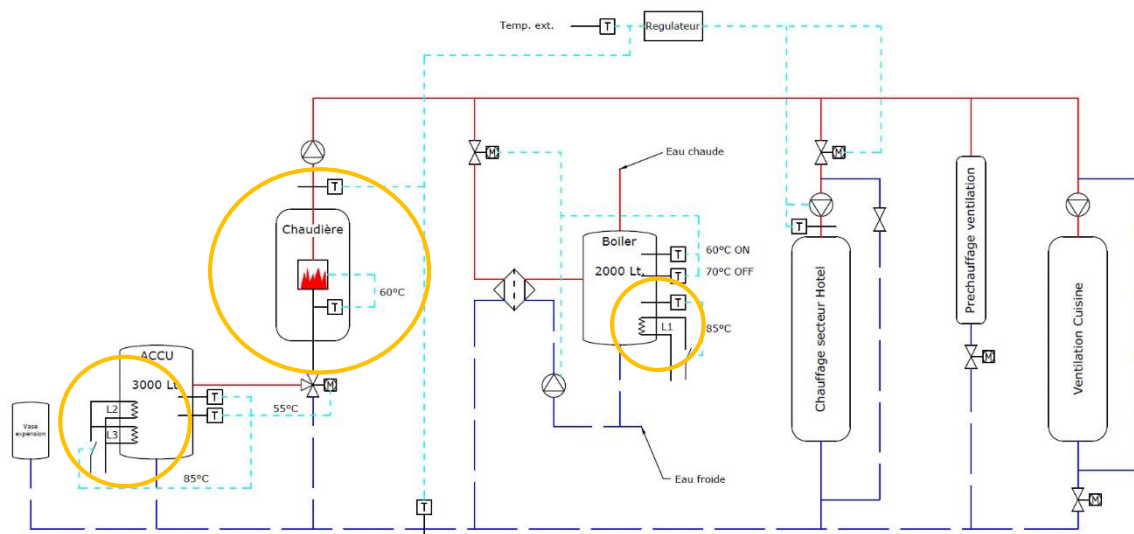


Figure 25: Schéma de principe du chauffage actuel ⁵

Le système actuel de chauffage comporte une chaudière de 150 kW qui sera supprimée et remplacée par une plus petite dans la nouvelle centrale thermique (voir 4.8). Les résistances de chauffage qui dissipe l'énergie en surplus de la turbine seront aussi déplacée dans les trois nouveaux tampons d'eau de 2500 litres chacun. L'accumulateur et le boiler actuel de l'hôtel resteront en place et feront office de tampon supplémentaire.

⁵ Schéma fourni par RD Carbon

4.2 Stockage d'énergie à l'intersaison

Comme expliqué dans les chapitres précédents, la turbine assure en été à la fois la production électrique et thermique de l'hôtel. En hiver, la production de la turbine doit être complétée par une génératrice et un chauffage à mazout. A l'intersaison été-hiver, l'hôtel n'est pas occupé, la production de la turbine dépasse la consommation en standby de l'hôtel. L'énergie en surplus est perdue. La première idée consiste donc à stocker cette énergie afin de pouvoir l'utiliser en saison d'hiver et de ce fait réduire la consommation de mazout.

Le graphique ci-dessous permet de se rendre compte du surplus de puissance disponible à l'intersaison

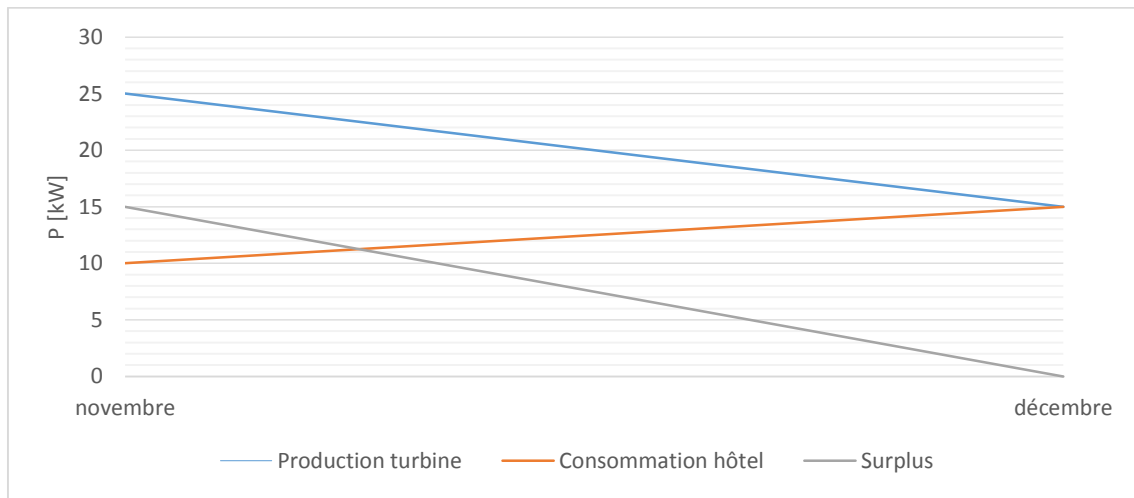


Figure 26: Production et consommation à l'intersaison

$$E_{intersaison} = P_{surplus_moy} \cdot t = 7.5 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} \cdot 60 \text{ jours} = 10.8 \text{ MWh} \quad (26)$$

L'équation (26) donne donc l'énergie disponible à l'intersaison. Cela représente 1350 litres de mazout. Cela signifie que la solution de stockage doit représenter un investissement d'environ 7000 frs pour être rentabilisée sur 5 ans.

4.2.1 Stockage par batterie ✕

Imaginons un stockage par batterie au plomb de 225Ah sous 12V au prix d'environ 300 frs.

$$E_{batterie} = U \cdot Ah = 12 \text{ V} \cdot 225 \text{ Ah} = 2.7 \text{ kWh} \quad (27)$$

L'équation (27) exprime l'énergie contenue dans une batterie

$$n_{batterie} = \frac{E_{intersaison}}{E_{batterie}} = \frac{10.8 \text{ MWh}}{2.7 \text{ kWh}} = 4000 \text{ batteries} \quad (28)$$

$$\text{prix totale} = n_{batterie} \cdot 300 \text{ frs} = 1,2 \text{ millions frs}$$

On ne tient ici pas compte du problème de stockage des batteries ni de leur durée de vie. Le simple prix de cette solution fait qu'elle n'est pas envisageable.

4.2.2 Stockage par eau chaude ✕

- **Principe**

Ce sous-chapitre cherche à montrer les volumes nécessaires pour stocker l'énergie de l'intersaison sous forme d'eau chaude. Les calculs ci-dessous se font sous l'hypothèse qu'il n'y a pas de pertes thermiques sur les ballons d'eau chaude.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow m = \frac{Q_{intersaison}}{(c \cdot \Delta T)} \quad (29)$$

L'équation (29) nous donne la masse d'eau nécessaire en fonction de l'énergie d'intersaison et de la différence de température à laquelle l'eau sera chauffée.

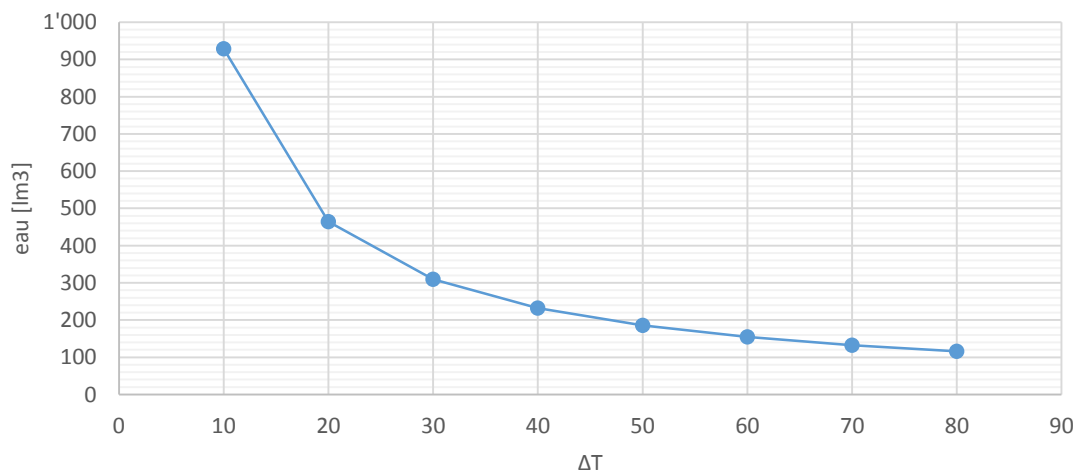


Figure 27: Litres d'eau nécessaires au stockage en fonction du ΔT

La Figure 27 permet de se rendre compte de la quantité de litres d'eau qu'il faudrait pour stocker toute l'énergie de l'intersaison. Prenons maintenant le cas d'une eau à 10°C que l'on chauffe à 70°C. La différence de température serait donc de 60°C et cela correspond à une cuve de 155 m³ d'eau.

- **Stockage total**

En considerando l'installation d'une telle cuve dans le sol possible et une récupération complète de l'énergie stockée (de 70°C à 10 °C), le gain en mazout de chauffage serait donc de 1350 litres.

En réalité, il faut soustraire à ces 1350 litres de mazout les pertes thermiques de la cuve. Il faut aussi être conscient que le chauffage de l'hôtel se fait par radiateurs muraux et la température de départ est de 60°C. Cela signifie que lorsque la température de la cuve sera inférieure à 60°C, l'utilisation d'une pompe à chaleur eau/eau serait nécessaire pour soustraire le reste de l'énergie à la cuve. Cette pompe à chaleur doit pour une question évidente d'efficacité utiliser l'énergie électrique de la turbine et non celle de la génératrice. Cela pose comme contrainte que la puissance électrique de la pompe à chaleur doit être inférieure ou égale à 5 kW.

Sans poser plus de calculs, on peut estimer que sur les 1350 litres de mazout théoriquement économisés, la portion réellement exploitable est au mieux de 3/4. L'installation d'une telle cuve représente dans tous les cas un coût conséquent. Une telle installation est difficilement rentable.

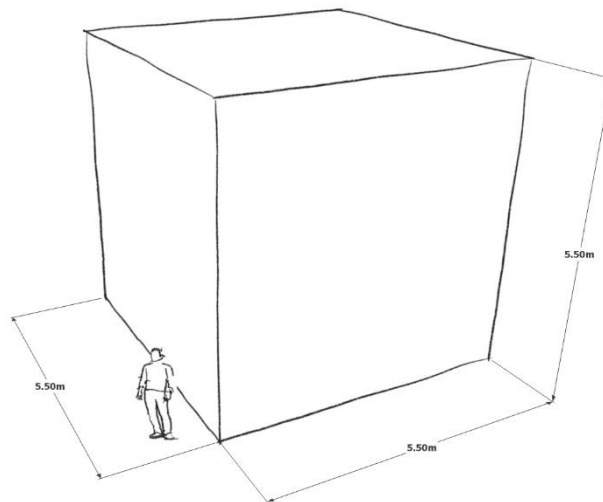


Figure 28: Aperçu du volume nécessaire au stockage d'eau chaude de 10°C à 70°C

- **Observations**

Le stockage par eau chaude ne semble pas être une solution adéquate pour l'hôtel Weissborn. Le fait de devoir augmenter la différence de température pour réduire le volume de stockage engendre des pertes dans les ballons d'eau chaude. A l'inverse, une faible différence de température engendre des gros volumes de stockage et donc des travaux de terrassement et gros œuvres importants. De plus, l'installation d'une pompe à chaleur est nécessaire dans chacune des variantes.

4.2.3 Stockage par retenue d'eau ✕

Le barrage actuelle ne sert pas de retenue d'eau mais plutôt de décanteur et il permet aussi la mise en pression de la conduite forcée. Quelle serait les dimensions d'une retenue d'eau permettant le stockage intersaison ?

Les mesures sur la turbine (voir 3.5) ont révélé un débit d'environ 1 litres/s par kilowatt produit. Cette conversion pratique nous permet de connaître le volume de la retenue d'eau.

$$\begin{aligned}
 V_{barrage} &= P_{surplus_moy} \cdot 1 \frac{\text{litre}}{\text{s} \cdot \text{kW}} \cdot 3600\text{s} \cdot 24\text{h} \cdot 60\text{j} = \\
 V_{barrage} &= 7.5\text{ kW} \cdot 0.001 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \cdot \text{kW}} \cdot 3600\text{s} \cdot 24\text{h} \cdot 60\text{j} = 38'880\text{ m}^3
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

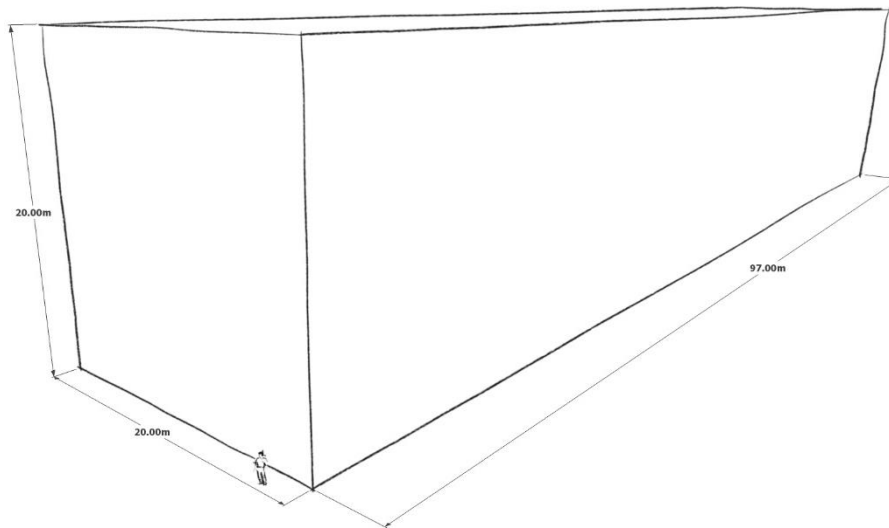


Figure 29: Aperçu de la retenue d'eau nécessaire

4.3 Pompe à chaleur

4.3.1 Principe ✕

It has been shown in chapter 4.2 that the use of water/water heat pump would be necessary to recover the off-season energy stored in hot water.

This time the idea is to use an air/water heat pump by taking the atmosphere as a cold source to replace the heating bodies currently installed on the boiler and the hot water tank. In fact, heating bodies have a COP of 1 at maximum while modern heat pumps can be 3 to 4 times more efficient depending on the conditions.

4.3.2 Conditions d'utilisation

The performance coefficient of an air/water heat pump is good if the outdoor temperature is not too low and if the heating start temperature is not too high. In the present case, everything works against performance because the start temperature T_1 of heating is high (60°C) and the outdoor temperature is low as shown in Figure 30 below.

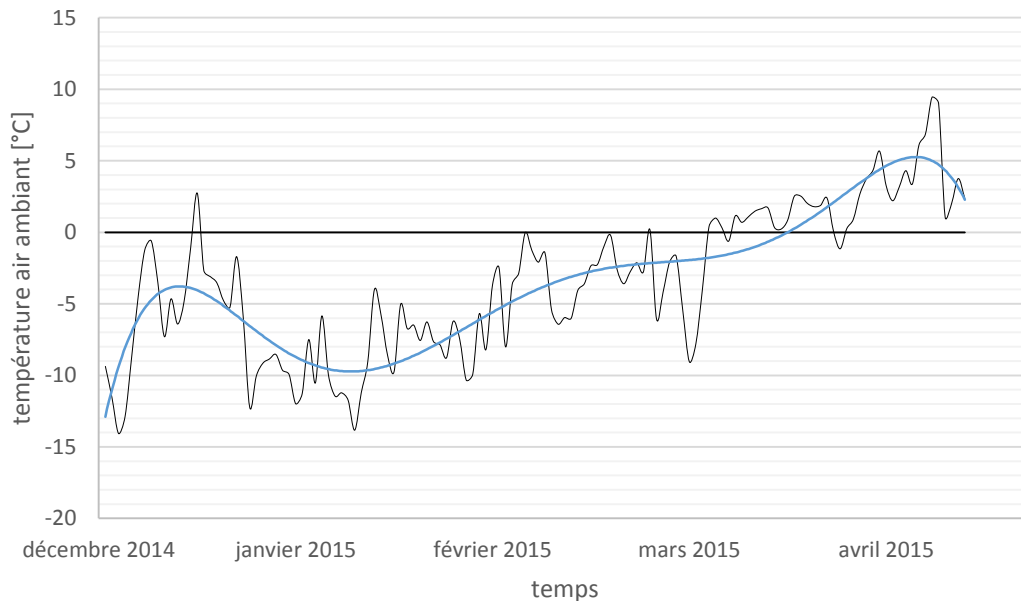


Figure 30: Evolution de la température extérieure au cours de l'hiver 2014-2015

4.3.3 Utilisation d'un échangeur sol/air ✕

Pour améliorer les conditions d'utilisation de la pompe à chaleur, il est possible d'utiliser un échangeur sol/air pour préchauffer l'air par la chaleur du sol. Cependant, l'utilisation d'un tel puit est rendue difficile par la présence de pergélisol à cette altitude. Ce sol reste très froid tout au long de l'année, l'air n'est alors pas réchauffé en le traversant. La carte ci-dessous confirme la présence de sol gelé en permanence au cours de l'année aux alentours de l'hôtel.

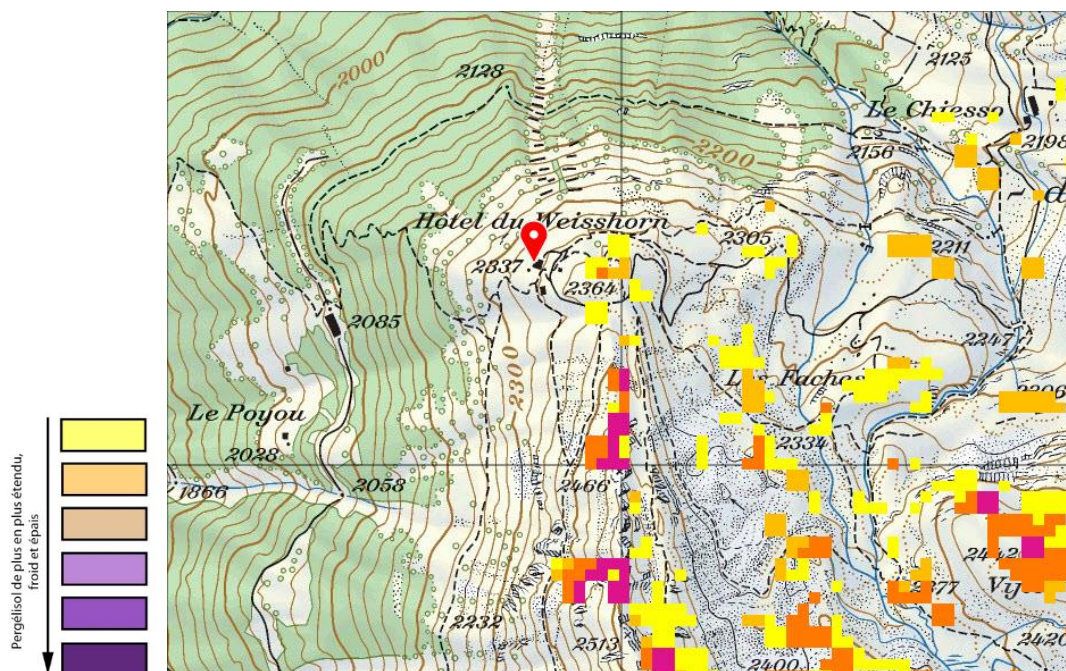


Figure 31: Carte de l'extension potentielle du pergélisol en Suisse ⁶

4.3.4 Utilisation sur l'air extrait de la ventilation ✕

Se référer au chapitre 4.5.3 pour la proposition d'utilisation d'une PAC sur le conduit d'extraction de ventilation.

⁶ Source : <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/06140/06149/index.html?lang=fr>

4.4 Recuperación de calor de las aguas usadas

4.4.1 Principio ✕

El agua fría utilizada para el agua caliente sanitaria se precalienta con la ayuda de la canalización de aguas usadas por medio de un simple intercambiador de flujo contrario. El agua saliente del hotel es necesariamente un poco más caliente que a la entrada y puede ceder una parte de su calor al agua fría entrante en el boiler.

4.4.2 Riesgo

Modificar el funcionamiento de la STEP. En efecto, no se debe enfriar demasiado el agua saliente del hotel al riesgo de bloquear el funcionamiento químico de la STEP.



Figure 32: Exemple d'installation de "Power Pipe"

4.4.3 Estimation de gain en mazout

Le graphique suivant indique la consommation d'eau par personne et par jour.

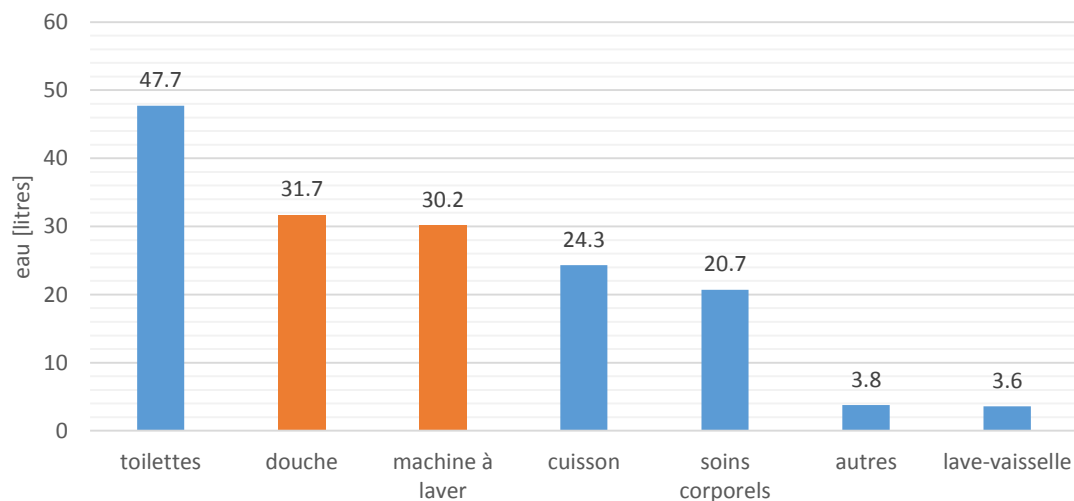


Figure 33: Consommation d'eau par personne et par jour, chiffres étude SSIGE 1997

Si l'on considère uniquement les eaux usées potentiellement chaudes en orange et un nombre moyen de 10 nuitées par jour⁷ sans compter le personnel. On considère une eau froide entrante de 5°C et une eau chaude sortante de 20°C. Le gain peut s'estimer de la manière suivante.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{saison}} &= \dot{m}_{\text{eau}} \cdot t \cdot n_{\text{nuitées}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T = \\
 Q_{\text{saison}} &= 60 \frac{\text{litres}}{\text{jour}} \cdot 120 \text{ jours} \cdot 10 \text{ nuitées} \cdot 4187 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot (20 - 5)^{\circ}\text{C} = \quad (31) \\
 Q_{\text{saison}} &= 4522 \text{ MJ} = 1256 \text{ kWh} = 157 \text{ lt mazout}
 \end{aligned}$$

4.5 Système de ventilation

4.5.1 Principe

Le système de ventilation de l'hôtel aspire de l'air de la cuisine et réinjecte de l'air neuf dans la salle à manger. L'aspiration est légèrement plus forte que la pulsion afin que les odeurs ne sortent pas de la cuisine. Un échangeur à plaque récupère une partie de la chaleur de l'air extrait pour chauffer l'air neuf entrant.

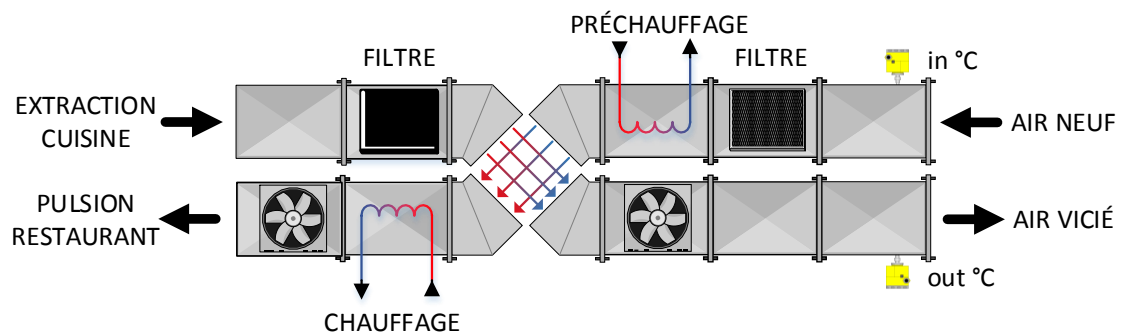


Figure 34: Schéma de principe de la ventilation

⁷ Chiffre de l'hiver 2015 fourni par RD Carbon.

L'analyse des mesures sur le système de ventilation a révélé une importante dissipation de chaleur dans l'atmosphère.

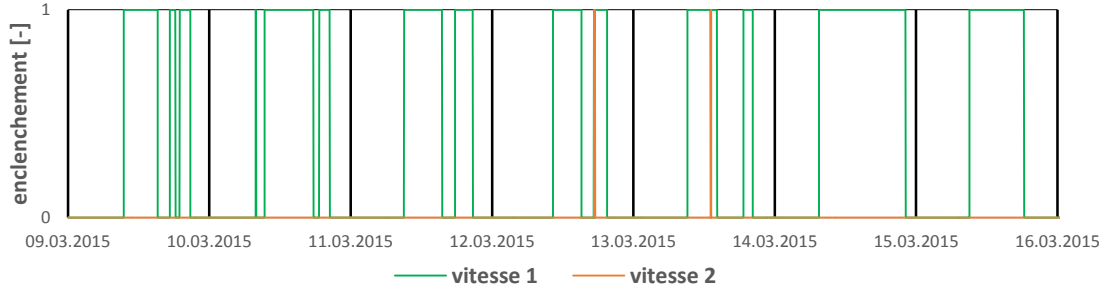


Figure 35: Enclenchement de la ventilation, semaine 11, 2015

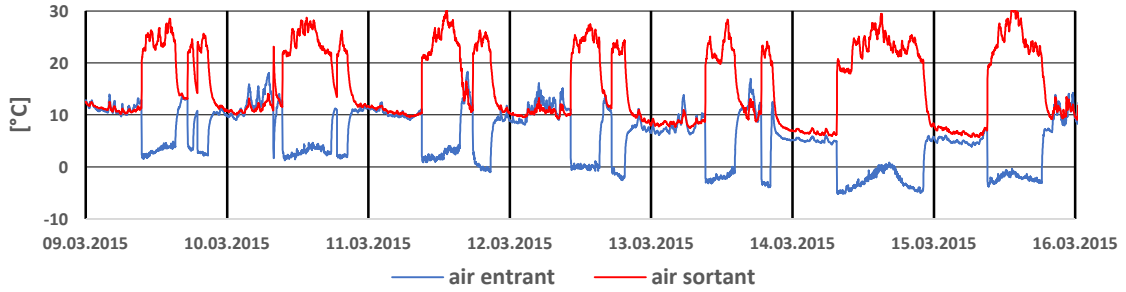


Figure 36: Mesure des températures des bouches entrantes et sortantes, semaine 11, 2015

Les Figure 35 et Figure 36 nous montrent les enclenchements de la ventilation de la cuisine ainsi que les températures d'air entrant et sortant. Lorsque la ventilation est arrêtée, un léger courant d'air circule entre l'hôtel et l'extérieur par les bouches d'aération et les sondes indiquent entre 0 et 10 °C. Seules les valeurs avec ventilation enclenchée sont utilisées pour les calculs.

$$P_{déperdition} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T = qv \cdot \rho_{air} \cdot c_{air} \cdot (T_{sortant} - T_{entrant})$$

$$P_{déperdition} = 13 \text{ kW}$$

$$Q_{saison} = 13 \text{ kW} \cdot 1200 \text{ h} = 15'600 \text{ kWh} = 1900 \text{ l}_{mazout} \quad (32)$$

$$qv_{vitesse1} = 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}, qv_{vitesse2} = 3000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\rho_{air} = 1.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, c_{air} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

En integrando estos valores sobre 2 semanas de mediciones, se encuentra una potencia de pérdida media de 13kW en periodo de funcionamiento. Esto corresponde a una pérdida en mazout de 1.6 litros por hora de funcionamiento. En 120 días, la ventilación ha funcionado 1200 horas. Sobre una temporada de invierno la pérdida es de **1900 litros de mazout**.

4.5.2 Comprensión del sistema

Sobre la Figura 34, se percibe a la entrada del conducto de aire nuevo un precalentador. Una pregunta se plantea. ¿Por qué poner un precalentador antes del intercambiador cuando este último funcionaría mejor con una mayor diferencia de temperatura? La explicación viene del nivel de humedad del aire extraído en la cocina. Al estar enfriándose en el intercambiador, el aire caliente de la cocina condensa. Esta condensación puede congelar el intercambiador al contacto de las láminas del lado del aire frío que llega a los alrededores de -5°C. El precalentador permite al intercambiador que no se congele.

4.5.3 Acciones resultantes

Después de discutir con la empresa que ha instalado el monobloque, el intercambiador actual presenta una eficacia notablemente inferior a los intercambiadores recientes (63% frente a 80% para un intercambiador rotatorio reciente). Sin embargo un mejor intercambiador provocaría la condensación del aire extraído a la salida. Otro aspecto que resalta de la discusión es que la instalación ha sido dimensionada para una temperatura exterior de -25°C. En las últimas temporadas, las temperaturas exteriores no han alcanzado que raramente los -25°C. Ellas rondaban más bien los -5°C.

- **Utilisation de la vitesse 1 plutôt que 2 ✓**

Los nuevos gerentes han utilizado el sistema de ventilación sobre la velocidad 2 durante todo el invierno 2013/2014. Después de explicar las consecuencias y los costes generados, la velocidad 1 ha sido utilizada mayoritariamente durante el invierno 2014/2015 como lo muestra la Figura 35. Proporcionalmente a la ecuación (32), el gan en mazout es descrito abajo. Así que el gan en diesel si se considera que los motores de ventiladores han consumido dos veces menos que sobre la Figura 13

$$Q_{gain} = \Delta_{vitesse2 \rightarrow 1} = 15'600 kWh = 1900 l_{mazout}$$

$$E_{gain} = 3\% \cdot \frac{1500kWh}{7j \cdot 24h} \cdot 1200h = 321 kWh = 146 l_{diesel}$$
(33)

- **Régulation ■**

La idea es así en un primer tiempo de dejar el intercambiador actual en su lugar y de estudiar en detalle la parte de precalentamiento de la instalación, de instalar algunas mediciones suplementarias y de reemplazar la válvula que regula el caudal de agua caliente circulando en el intercambiador. Esto en el fin de reemplazar la regulación actual y de empujar al máximo la recuperación de calor a la limite de la condensación. Si la regulación permite la recuperación de 5°C suplementaria, el gan para 1200 horas de funcionamiento sería de :

$$Q_{gain} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \cdot t_{ON} = qv \cdot \rho_{air} \cdot c_{air} \cdot 5^{\circ}C \cdot 1200h \quad (34)$$

$$Q_{gain} = 2.7 \text{ kW} \cdot 1200h = 3240 \text{ kWh} = 405 \text{ } l_{mazout}$$

- **Utilisation des rejets de chaleur ✕**

Ensuite, l'installation d'une pompe à chaleur air/eau en aval de l'échangeur permettrait de récupérer le reste de la chaleur contenu dans l'air extrait pour préparer de l'eau chaude. La contrainte de gel des condensats disparaît car il n'y a plus de contact avec l'air frais entrant. Par contre, une évacuation des condensats est à prévoir. L'air rejeté est encore supérieur à 20°C. Dans le cas théorique, on pourrait refroidir cette air jusqu'à 0°C. En réalité, pour éviter les risques de gel, supposons que la PAC prenne 15°C sur l'air extrait. Le gain serait de :

$$Q_{gain} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \cdot t_{ON} = qv \cdot \rho_{air} \cdot c_{air} \cdot 15^{\circ}C \cdot 1200h \quad (35)$$

$$Q_{gain} = 8.125 \text{ kW} \cdot 1200h = 9750 \text{ kWh} = 1219 \text{ } l_{mazout}$$

L'équation (35) fait apparaître la puissance thermique de la PAC : 8.1 kW. Cela correspond donc à une petite pompe à chaleur que serait capable d'alimenter la turbine.

Pour une PAC récente, le COP serait aux alentours de 3 pour un air extrait à 20°C. Le prix avoisinerait les 15'000.- et l'investissement serait donc rentabilisé en 12 ans. Cette solution est intéressante car elle permet de récupérer quasiment toute l'énergie perdue mais son prix reste malheureusement conséquent. Un exemple de pompe pour cette application est son prix est disponible en Annexe 2 .

- **Arrêt automatique ■**

La dernière idée est l'installation de temporisation sur la ventilation pour éviter les oublis de déclenchement de la ventilation lorsqu'elle n'est plus nécessaire. La commande se ferait par poussoir, l'impulsion démarre un cycle de 2h de ventilation par exemple. L'utilisateur peut en tout temps arrêter la ventilation par un autre poussoir. Si cette mesure permet d'arrêter la ventilation 1h par jour le gain sur le 15'600 kWh de pertes serait :

$$Q_{gain} = \frac{Q_{pertes}}{H_{saison}} \cdot H_{jour} \cdot 120j = \frac{15'600 \text{ kWh}}{1200 \text{ h}} \cdot 1h \cdot 120j = 1560 \text{ kWh} \quad (36)$$

$$Q_{gain} = 1560 \text{ kWh} = 195 \text{ } l_{mazout}$$

4.6 Paneles solares térmicos

4.6.1 Principio ✕

Una oferta se ha solicitado a la empresa Sigmatic para la instalación de paneles solares térmicos para el calentamiento en invierno. El experto de la empresa ha venido sobre el terreno para observar la viabilidad de un tal proyecto y ha luego propuesto la instalación de 37 m² de paneles solares térmicos de última generación acoplados a 8000 litros de depósito de agua. Esta solución permitiría ahorrar 9300 kWh por temporada de invierno, es decir 1160 litros de gasoil. Los detalles de la oferta están disponibles en el Anexo 3.

Desafortunadamente, esta solución conlleva varios inconvenientes, el más evidente es el precio con una estimación a 40'000 frs. La siguiente es la nieve que se deposita en invierno sobre los paneles solares y requiere un mantenimiento regular. Finalmente, el verano, los paneles no serían utilizados ya que la turbina suministra suficiente energía y habría que cubrirlos con una lona para evitar el sobrecalentamiento.

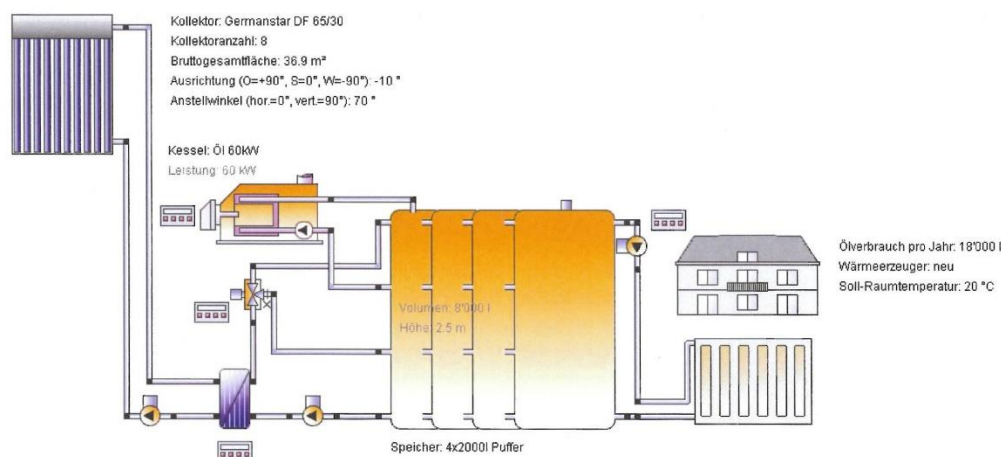


Figure 37: Schéma d'installation proposé par Sigmatic

Ceci oriente la réflexion vers une solution utilisable en hiver et sans maintenance particulière en été, c'est le cas de la solution développée dans le chapitre suivant.

4.7 Récupération de la chaleur de la génératrice

4.7.1 Principe

Comme indiqué dans les chapitres précédents, le rendement de la nouvelle génératrice est supérieur aux anciennes. Cependant, il ne plafonne qu'aux alentours de 20%. Cela signifie que 80% de l'énergie de chaque litre de diesel consommé est perdue. Pour contrer ce manque important d'efficience, l'idée est de récupérer la chaleur dégagée par les gaz d'échappement et le circuit de refroidissement de la génératrice et chauffer des ballons d'eau chaude pour le chauffage. Les données techniques de l'échangeur sont disponibles en Annexe 4 .

4.7.2 Gaz d'échappement ✕

Pour pouvoir échanger de la chaleur il faut une différence de température. Le circuit de chauffage a une température de départ de 60°C. Cela implique d'avoir des gaz d'échappement strictement plus chauds que 60°C.

Les données techniques de la machine indiquent une température des gaz d'échappement de 600°C pour un débit de 540 m³/h pour une puissance électrique d'environ 30 kW.

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{disponible} &= \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T = qv \cdot \rho_{gaz} \cdot c_{gaz} \cdot (T_{600^\circ C} - T_{60^\circ C}) = 105 \text{ kW} \\ qv_{gaz} &= 540 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\ \rho_{gaz} &\cong \rho_{air} \cong 1.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, c_{gaz} \cong \rho_{air} \cong 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \end{aligned} \quad (37)$$

Le constructeur de l'échangeur indique pour une génératrice de 32 kW une puissance de récupération de 23 kW sans indiquer la température de fonctionnement.

$$\eta_{échangeur} = \frac{P_{récupération}}{P_{disponible}} = \frac{23}{105} \text{ kW} = 21.9 \% \quad (38)$$

Ce rendement de 21,9% pour l'échangeur rend les données du constructeur plausibles. Le ratio de récupération par rapport à la puissance électrique est de :

$$ratio_{gain} = \frac{E_{récupérée}}{E_{électrique}} = \frac{23 \text{ kW}}{32 \text{ kW}} = 0.72 \quad (39)$$

En sabiendo que la generadora ha producido esta temporada 11'000 kWh, este sistema presenta el beneficio de :

$$\begin{aligned} Q_{\text{gain}} &= \text{ratio}_{\text{gain}} \cdot E_{\text{hiver}} = 0.72 \cdot 11 \text{ MWh} \\ Q_{\text{gain}} &= 7900 \text{ kWh} = 988 \text{ l}_{\text{mazout}} \end{aligned} \tag{40}$$

Después de discusión con la empresa WEGMAN Wärmetauscher, parece desaconsejarse instalar un intercambiador sobre el escape de una generadora, de tanto más en altitud. El ensuciamiento del aparato provocaría bajadas de rendimiento. La solución sobre el agua de refrigeración es por el contrario aconsejada.

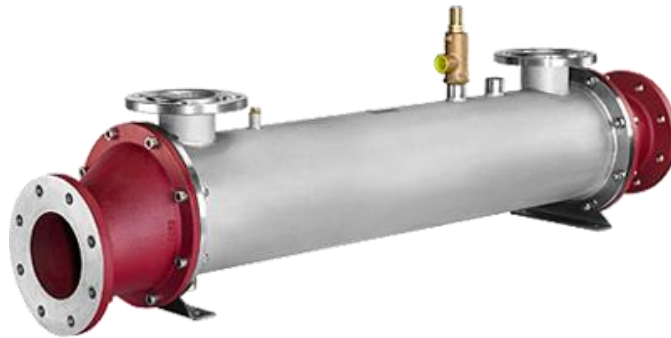


Figure 38: Ejemplo de intercambiador sobre gas de escape ⁸

⁸ <http://www.ejbowman.co.uk/>

4.7.3 Récupération sur eau de refroidissement ✓

La seconde alternative est d'installer un échangeur à plaque sur l'eau de refroidissement de la génératrice. L'entreprise WEGMAN Wärmetauscher a de l'expérience dans la pose de ce type d'échangeur, notamment pour le type de génératrice en question. Les spécificités techniques de l'échangeur en cours de montage sont en Annexe 5 . Cependant les températures d'eau de refroidissement de la génératrice ne sont pas connues. Les chiffres fournis par le fournisseur feront foi pour ce calcul. Pour 10kW de puissance électrique, il indique 10kW de récupération. 1 kWh électrique correspond donc à 1 kWh récupéré est le gain est :

$$Q_{gain} = ratio * E_{hiver} = 1 \cdot 11 MWh = 1375 l_{mazout} \quad (41)$$



Figure 39: Echangeur à plaque 25 kW sur eau de radiateur

4.8 Centralisation des systèmes de chauffage

Le 11 juin 2014, la police du feu à rendu un rapport qui exigeait l'installation de 8 portes coupe-feu EI30, le déplacement de la chaudière 150 kW dans un nouveau local extérieur à l'hôtel et l'installation de système d'alarme Siemens dans toutes les chambres. Les frais pour ces changements étaient estimés de 180'000 à 250'000 frs. Sous cette pression, il a été décidé d'entreprendre les actions suivantes.

4.8.1 Installation de la centrale thermique ■

L'idée est de supprimer le chauffage de l'hôtel et de la dépendance et de déplacer toute la production thermique dans le local de la génératrice. L'eau chaude sera transportée dans des conduites enterrées et isolées vers la dépendance et vers l'hôtel.

4.8.2 Nouvelle chaudière

Une nouvelle chaudière à mazout plus récente et donc avec un meilleur rendement sera installée. Elle remplacera les deux actuelles. Il faut noter que sur recommandation de l'entreprise mandatée pour l'installation, la nouvelle chaudière ne sera pas à condensation. En effet, ils ne garantissent pas un bon fonctionnement à cette altitude, donc une chaudière standard sera installée.

4.8.3 Suppression de la consommation estivale

La possibilité d'utiliser la production de la turbine l'été pour la dépendance permet de supprimer définitivement la consommation de mazout estivale estimée à 1000 litres de mazout.

4.8.4 Proximité de la génératrice

L'exploitation directe de la récupération de la chaleur de la génératrice dans des ballons d'eau chaude est rendue possible. Ceci n'a pas d'impact direct sur le gain de litres mais par contre l'installation est de ce fait rendue plus facile.

Remarque : Les frais relatifs à cette modification seront inclus dans le budget établi dans ce travail de diplôme.

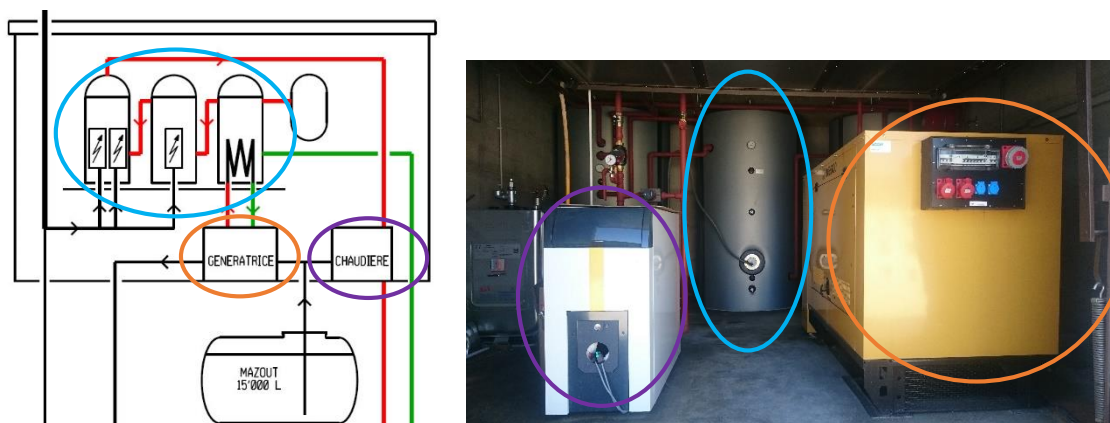


Figure 40: Nouvel aménagement du local de la centrale thermique

Dans l'hôtel et la dépendance, les chaudières à mazout ont disparues. Elles sont remplacées par le chauffage à distance qui chauffe des tampons d'eau. Ensuite un échangeur réchauffe le boiler qui est lui-même alimenté par le réseau d'eau potable.

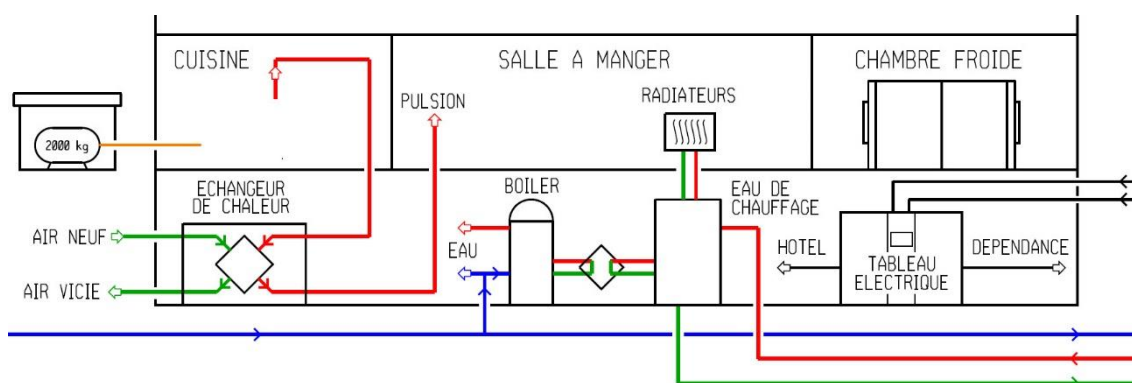


Figure 41: Suppression de la chaudière de l'hôtel

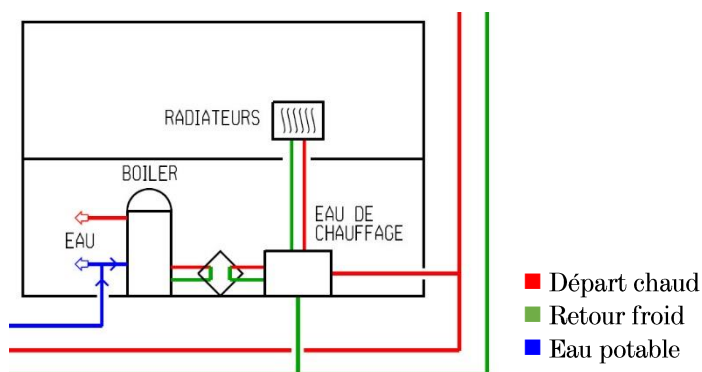


Figure 42: Suppression de la chaudière de la dépendance

5 Automation

L'automation en place est réalisée avec du matériel de la marque BECKHOFF. La suite de logiciels TwinCat permet de paramétrer, programmer et visualiser en temps réel de tels automates. Ce chapitre présente l'architecture de l'automation de l'hôtel Weisshorn.

5.1 Schémas de principe

5.1.1 Réseau automation de l'hôtel

Le réseau est constitué d'un PC industriel qui fait office d'automate principal. Toute la logique est programmée sur cet ordinateur. Les entrées/sorties sont connectées via un réseau Ethernet à des interfaces déportés. Etant donné les grandes distances qui séparent chaque poste clé de l'installation. Un relais d'antennes assure la liaison jusqu'à la turbine en passant par le réservoir et le barrage. Il est important de relever que le réseau automation est connecté à internet via le *firewall*.

Remarque : La liaison trait-tillé de la Figure 44 n'est à ce jour pas encore câblé. L'interface déportée de la dépendance est reliée par un autre réseau qu'il n'est pas important de relever ici. Pour ce rapport, le schéma suivant fait foi.



Figure 43: Antennes du réservoir et du barrage, peu d'impact sur le paysage

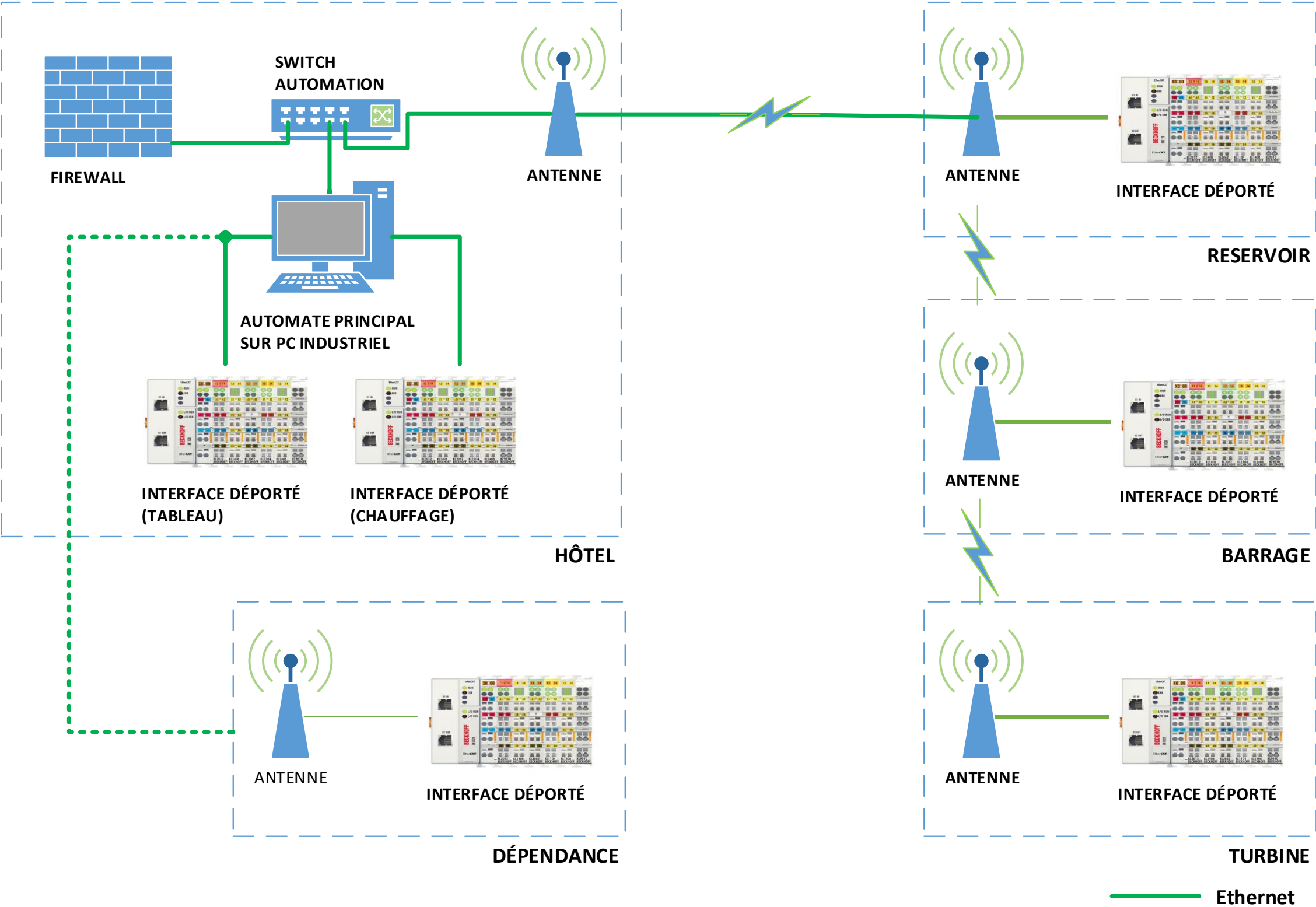


Figure 44: Schéma général de l'automation de l'hôtel

5.1.2 Connexion avec l'extérieur

Pour garantir une connexion ininterrompue avec l'extérieur, l'hôtel est depuis peu connecté à deux sources Internet. La première, en place depuis longtemps est la liaison *ADSL* sur le câble téléphone Swisscom. Sur cette dernière la bande passante est mauvaise. La seconde a été installée récemment, il s'agit d'une liaison sans-fil réalisée à l'aide de deux antennes dirigées longue portée avec un débit maximal de 300 Mbps. L'antenne placée à Venthône dans une maison privée est connectée à un réseau fibre optique. Le *gateway* du Weisshorn est désormais en *fail-over*. La liaison sans-fil a la priorité sur la liaison téléphone. Les deux *gateways* permettent le routage du réseau automation⁹ de l'hôtel avec un sous-réseau de RD Carbon. Finalement, grâce à l'installation d'un client VPN sur n'importe quel ordinateur distant partout dans le monde, il est possible de se connecter sur le réseau de l'hôtel à l'aide d'un identifiant et d'un mot de passe.



Figure 45: Antenne de l'hôtel et situation géographique, distance mesurée: 13.2 km

⁹ Voir chapitre 5.1.1

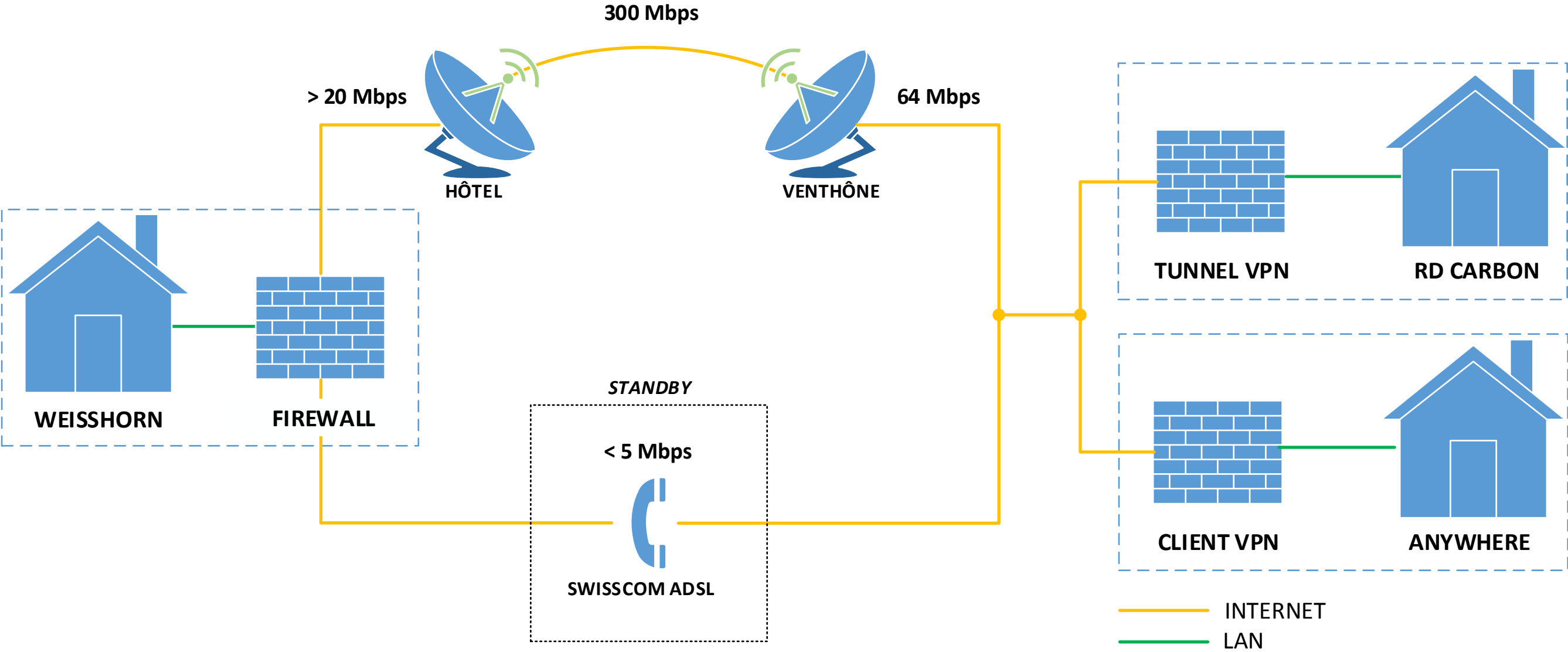


Figure 46: Schéma de principe des connexions avec l'extérieur

5.2 Etalonnage

Avant d'employer le réseau existant, quelques mesures ont été faites pour garantir l'exactitude des données mesurées.

5.2.1 Vérification des mesures de puissances

- *Description*

L'établissement des courbes caractéristiques de la turbine du chapitre 3.5 a permis dans un même temps de vérifier l'exactitude des mesures des bornes BECKHOFF KL3403. Pour cela, il a fallu synchroniser l'horloge du PEL103 avec celle de l'automate avant d'effectuer les mesures sur la turbine.

- *Résultats des mesures*

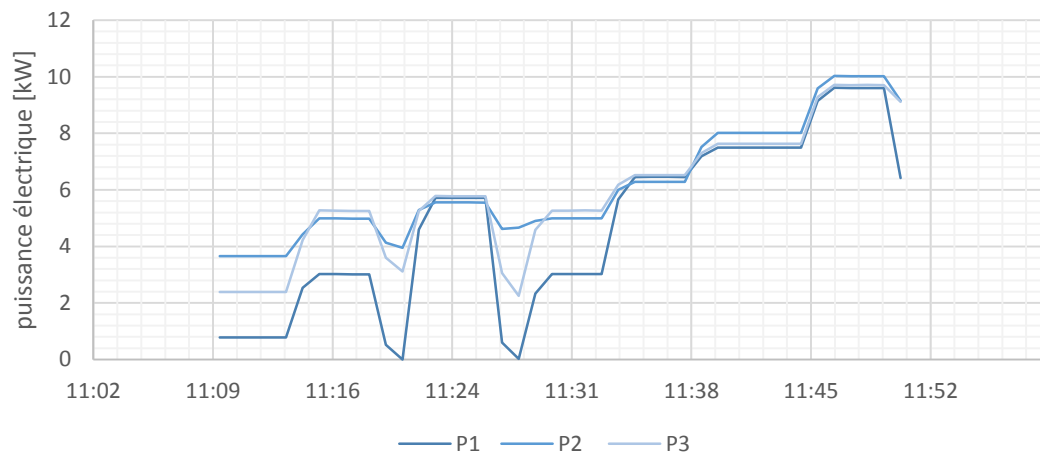


Figure 47: Puissance électrique, mesure PEL103

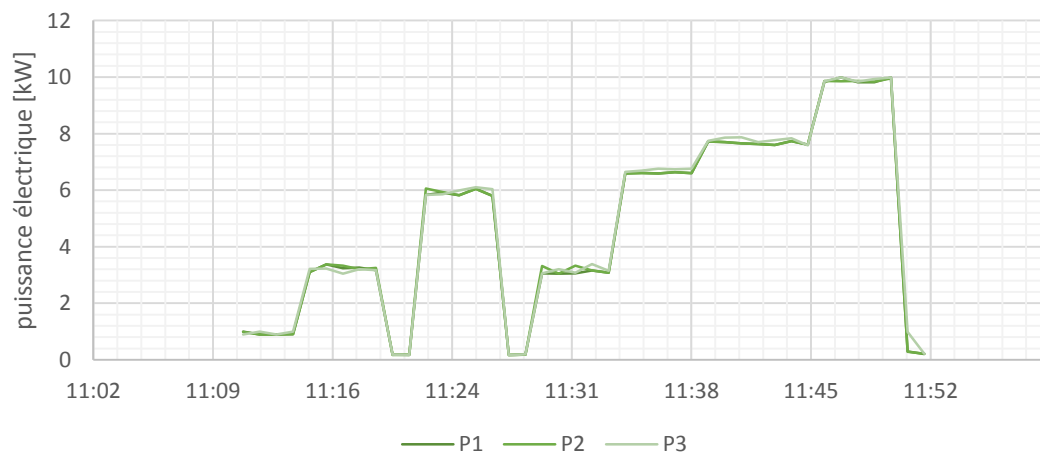


Figure 48: Puissance électrique, mesures bornes BECKHOFF KL3403

La Figure 48 montre les valeurs de puissances enregistrées par l'automate. On remarque une étonnante symétrie entre les trois phases, cette même symétrie n'était pas présente sur les mesures du PEL103 de la Figure 48.

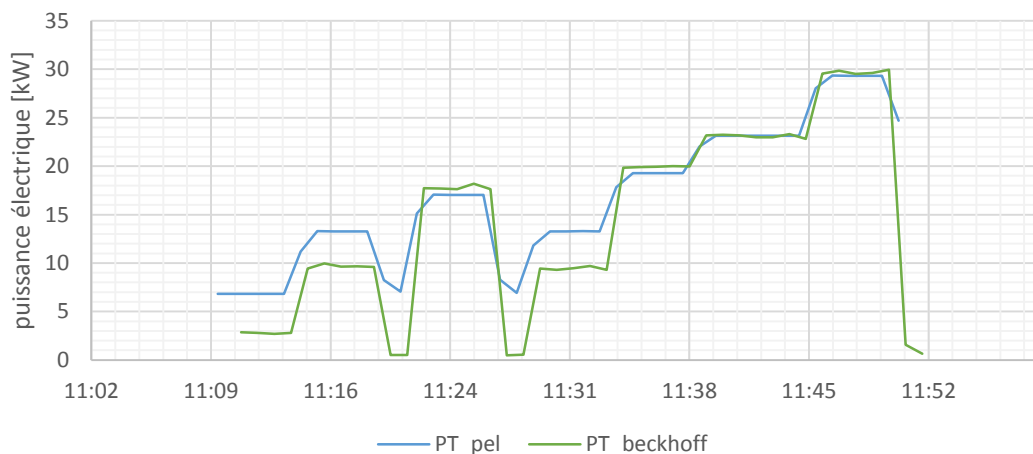


Figure 49: Puissance électrique totale, comparaison PEL103 et bornes BECKHOFF

- **Problème**

La Figure 49 compare la puissance totale enregistrée par les deux types d'appareils. Le soupçon d'erreur de la figure précédente se confirme. Lors de puissance asymétrique, l'écart est flagrant. Par contre, lorsque la charge est symétrique, les mesures concordent.

- **Solution**

Le câblage, la programmation et la configuration de la carte de mesure de puissance BECKHOFF de type KL3404 ont été analysés. Une erreur de configuration a été décelée sur cette borne. Elle avait pour conséquence de fournir la puissance de la première phase pour chacune des phases. Cette erreur a été corrigée. Les autres mesures de puissances de l'installation n'étaient pas concernées.

- **Répercussion**

La répercussion sur les données enregistrées avant la correction est minime. En effet, les régulateurs des corps de chauffe placés dans le tampon et le boiler de l'hôtel permettent à l'hôtel de consommer une puissance quasi symétrique. Des différences transitoires ont pu apparaître à basse puissance lorsque les trois électroniques de gestion des corps de chauffe mettent un peu de temps à trouver un régime stable et favorise l'une ou l'autre résistance.

6 Visualisation et suivi

L'un des objectifs de ce travail de diplôme était la réalisation d'une visualisation locale et distante. Les méthodes utilisées pour arriver sont présentées ci-dessous.

6.1 Transfert des données entre deux automates

Avant de pouvoir réaliser une image pour la visualisation locale ou distante, il faut tout d'abord être capable de transférer des données entre deux automates connectés à un même réseau. Le chapitre précédent à montrer comment il était possible de se connecter à distance au réseau de l'hôte, il faut désormais échanger des données sur ce réseau.

6.1.1 Réalisation

- **Utilisation du protocole ADS**

Le protocole ADS (Automation Device Specification) est une couche de transport au sein du système Beckhoff TwinCAT. Il a été développé pour l'échange de données entre les différents modules logiciels, par exemple pour la communication entre un PC et un périphérique. Dans notre cas le protocole ADS est utilisé sur TCP/IP. Cela signifie que, dans un système en réseau, l'ensemble des données est accessible à partir de n'importe quel point désiré.

- **Utilisation des libraires existantes**

La librairie *TcSystem.lib* de BECKHOFF fournit des blocs permettant d'utiliser le protocole ADS. Dans le cas présent, le *FB ADSREAD* a été utilisé. Ce bloc permet de lire une plage d'adresse d'un ordinateur ou d'un automate distant et de la copier localement. C'est donc l'automate comprenant la visualisation qui utilise le FB pour lire les données sur l'automate principal du Weisshorn.

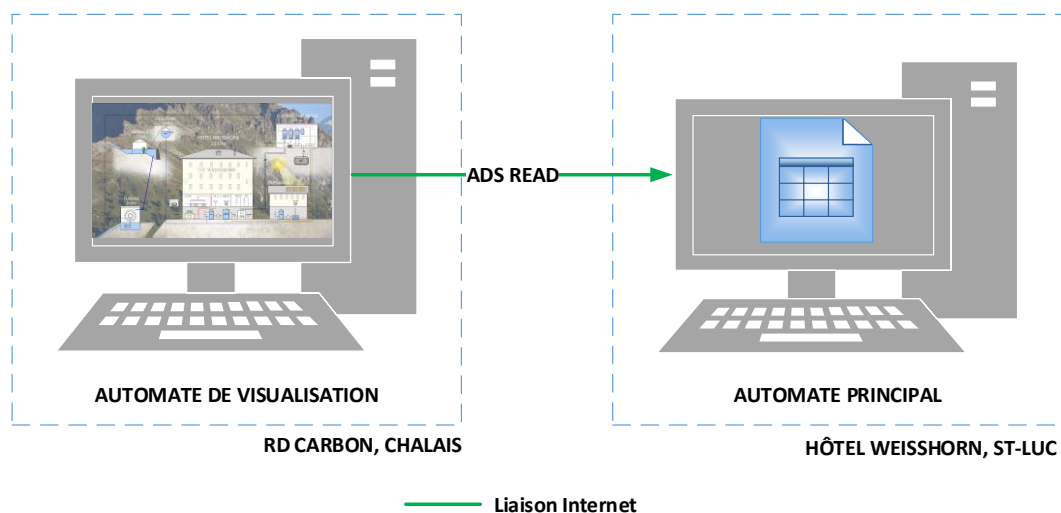
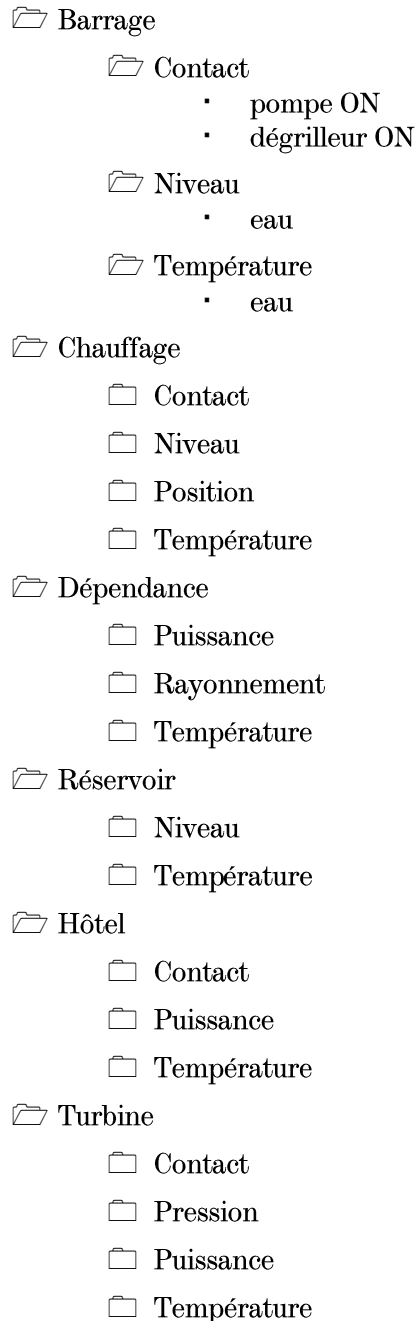


Figure 50: Utilisation du FB ADSREAD

- **Structure de données**

Comme expliqué précédemment, le bloc *ADSREAD* permet de lire une plage d'adresse. Premièrement, la plage d'adresse a été définie, c'est la zone de mémoire %M qui est utilisée. Ensuite, pour faciliter l'utilisation des données transférées, une structure a été créée dans cette zone mémoire. Cette dernière doit être définie autant dans l'ordinateur sur lequel les données sont prises que sur l'ordinateur qui les reçoit. Elle a été définie de la manière suivante :



Le but de créer une telle structure est de faciliter l'évolution du programme. En effet, en cas d'ajout ou de suppression d'éléments, il est très simple de la modifier et de la mettre à jour sur l'ordinateur distant sans modification du code existant.

- **Paramétrage du FB ADSREAD**

Le paramétrage du FB ADSREAD est directement commenté et expliqué dans le code disponible en Annexe 10 .

6.1.2 Résultats

Le résultat est illustré ci-dessous. La structure est créée et mise à jour chaque seconde, ici par exemple avec le niveau d'eau du barrage.

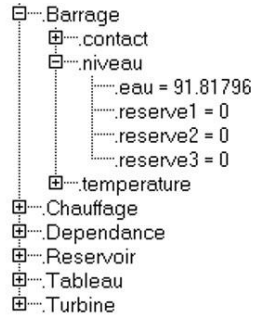


Figure 51: Structure mise à jour en temps réel sur l'ordinateur distant

6.2 Création de l'image de visualisation distante

La volonté de proposer à la clientèle un aperçu didactique de la gestion énergétique de l'hôtel nécessite une visualisation simple et attrayante. La partie technique a donc été vulgarisée afin de rendre l'image compréhensible de tous. L'agencement a été discuté minutieusement avec le propriétaire afin de fournir une image qui réponde à ses attentes.

6.2.1 Réalisation

- **Partie technique**

La partie technique a été réalisée à l'aide du logiciel de dessin *Microstation* de Bentley. Ce logiciel est comparable au célèbre AutoCAD d'Autodesk mais il a par exemple l'avantage de posséder une librairie assez complète pour les citernes ou les boilers.

- **Partie symbolique**

La partie dite symbolique est composée de tous les dessins représentant les bâtiments et leurs intérieurs. Des effets permettent de mettre en évidence et d'intégrer ces derniers à l'image de fond. Cette partie a été réalisée à l'aide du logiciel *Photoshop* de chez Adobe.

- **Incrustation des valeurs en temps réelles**

Finalement, l'image est importée au format bitmap sur le logiciel TwinCat PLC afin d'y incruster les valeurs en temps réelles. Encore une fois, les valeurs affichées ont été minutieusement choisies dans le but de ne pas charger le dessin mais de le rendre toutefois assez complet pour une compréhension parfaite du système.

6.2.2 Results

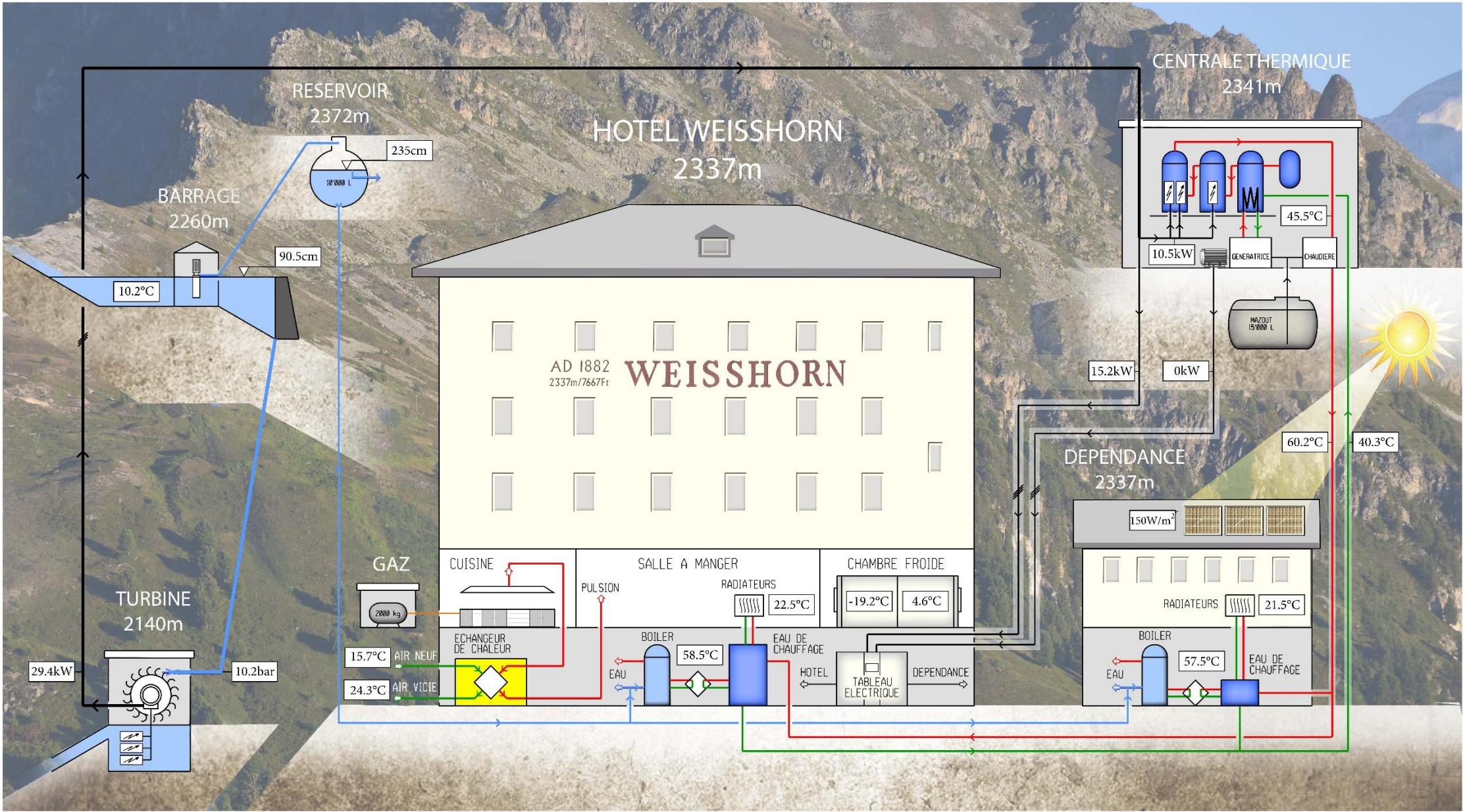


Figure 52: Image utilisée pour la visualisation

6.3 Suivi

Une installation comme celle de l'hôtel Weisshorn nécessite un suivi et une réaction rapide en cas de problème pour garantir la sécurité et le confort des hôtes. L'enregistrement des données et l'impression de rapports hebdomadaires doivent également permettre l'optimisation du procédé. Ce chapitre explore les moyens utilisés pour parvenir à ces besoins.

6.4 Logique de suivi

Ce diagramme de flux explique la logique proposée. Les sous-chapitres suivants détailleront les points clés.

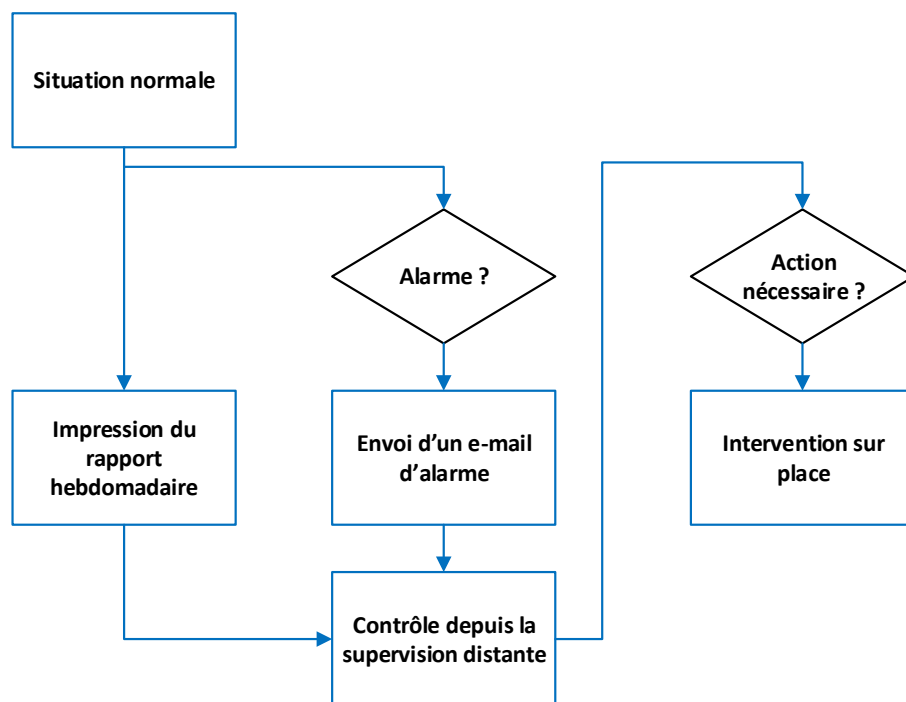


Figure 53: Logique du suivi de l'hôtel Weisshorn

6.5 Enregistrement des données

Il existe déjà une base de données où sont enregistrées automatiquement à l'aide d'un utilitaire diverses mesures de l'installation. Cependant, la structure de cette base de données rend les requêtes lentes. La modification de cette dernière permettrait des requêtes plus rapides mais la contrepartie est que les insertions ne se feront plus automatiquement. Les points suivants résument comment réaliser la modification de structure et comment insérer des enregistrements à partir du programme BECKHOFF.

6.5.1 Réalisation

- **Structure de base de données actuelle**

La base de données actuelle ne comporte qu'une table composée des colonnes suivantes :

ID	TIMESTAMP	MEASURE	VALUE
1	07.07.2015 10:34	courant [1,1]	12.6
2	07.07.2015 10:34	courant [1,2]	3.4
3	07.07.2015 10:34	courant [1,3]	5.7
4	07.07.2015 10:34	etc.	...
5	07.07.2015 10:34	tension [1,1]	230.7
6	07.07.2015 10:34	tension [1,2]	232.4
7	07.07.2015 10:34	tension [1,3]	231.3
8	07.07.2015 10:34	etc.	...

Table 2: Structure de la base de données actuelle

Chaque enregistrement à la minute engendre un grand nombre de ligne. De plus, la requête doit être précise, il ne suffit pas d'interroger la plage de temps qui nous intéresse mais il faut également préciser le champ « *measure* » et cela pour chaque champ désiré.

- **Structure de la nouvelle base de données**

L'idée de la nouvelle base de données est de créer une table pour chaque type de mesure avec le nombre nécessaire de colonne. Cela n'était pas possible au préalable sans l'insertion d'enregistrement depuis le programme BECKHOFF. Pour les requêtes, il suffit de choisir la bonne table et uniquement la plage de temps désirée. Dans l'exemple suivant, toutes les valeurs de tous les courants enregistrés sont retournées et il suffit ensuite d'utiliser celles qui sont nécessaires.

ID	TIMESTAMP	courant [1,1]	courant [1,2]	courant [1,3]	...
1	07.07.2015 10:34	12.6	3.4	5.7	...
2	07.07.2015 10:35	12.7	3.6	5.9	...
3	07.07.2015 10:36	12.4	3.2	5.5	...

Table 3: Structure de la nouvelle base de données

- ***Création de la base de données sur MySQL***

La base de données a été créée sur le logiciel gratuit MySQL. La suite de MySQL fournit également un serveur. Ce dernier a été installé chez RD Carbon, il est accessible depuis l'automate de l'hôtel. Le script de création de toutes les tables est disponible en Annexe 6 .

- ***Création de procédure***

Le langage SQL permet la création de procédure ou de fonction. Les procédures ont été utilisées pour simplifier la construction des requêtes d'insertion depuis l'automate. Le script de création de toutes les procédures est disponible en Annexe 7 .

- ***Installation des librairies***

L'emploi des FB nécessaires à la communication de l'automate avec la base de données nécessite l'installation de TCDataBase.lib ainsi que du logiciel XML Configuration Editor File Editor. Ce dernier permet la création du fichier XML de configuration qui lie l'automate à la base de données. La procédure de création du fichier XML est disponible en Annexe 8 .

- ***FB générateur de requêtes SQL***

Le générateur de requête prépare une variable de type STRING avec la requête d'insertion pour la table souhaitée et les valeurs en temps réel correspondantes. Le code du générateur de requête est disponible en Annexe 6 . Il existe deux blocs, un pour les variables de type REAL et un autre pour les variables de type ARRAY [1..8,1..3] OF REAL typiquement pour les mesures des huit bornes de puissance.

- ***Programme DATABASE***

Le programme DATABASE appelle chaque minute tous les blocs nécessaires à l'enregistrement dans la base de données. Il fabrique également le *timestamp* en fonction de l'heure du système. Tout le code est disponible en Annexe 11 .

6.5.2 Résultats

Une fois les tests réalisés en local, le code a été implémenté sur l'automate principal de l'hôtel. Les résultats sont concluants. Les données sont effectivement transmises sur le serveur de la base de données chez RD Carbon. Les objectifs de restructuration et d'écriture d'enregistrement depuis l'automate sont atteints.

6.5.3 Développements futurs

L'actuelle et la nouvelle base de données sont encore en fonction toutes les deux. Des légères modifications de structure pourraient encore être apportées sur la nouvelle base de données selon les besoins de l'utilisateur. Un test de rapidité pourrait encore être effectué pour confirmer le gain de temps lors de requêtes pour le rapport hebdomadaire par exemple.

6.6 Rapport hebdomadaire

6.6.1 Etat actuel

The weekly report is in the form of an Excel file with macros. It was created by M. Arlettaz of the company RD Carbon. This file queries the current MySQL database thanks to an ODBC connector. Then, it puts the data in the form of the weekly graph. Some modifications have been made during the semester work to facilitate the position of the graphs at the printing and the setting of the scales.

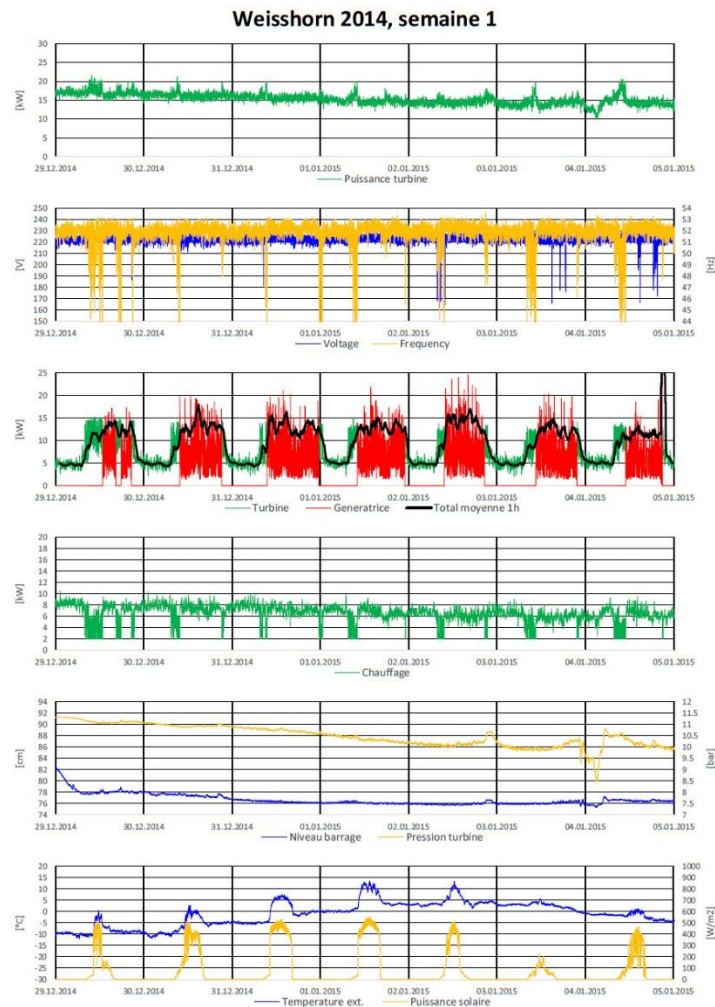


Table 4: Example of the current weekly report

6.6.2 Développements futurs

Some macros will have to be modified to adapt to the new database. Time was missing for this to be realized during the diploma work. Automatic printing of the report, for example every Monday morning, could be implemented. A web page to consult the entire database could be created.

6.7 Génération d'e-mails d'alarme

Durant ce travail, l'option d'e-mails d'alarme a été implémentée. Cette option permet la réaction rapide des techniciens face à une situation anormale. A l'heure du smartphone, la réception et la lecture d'un e-mail est quasi instantanée, d'où son utilité dans le cas présent.

6.7.1 Réalisation

- **Installations des librairies**

L'envoi d'e-mail requiert l'installation de la librairie *StmpServer.lib*

- **Création d'un compte Gmail**

Un compte Gmail au nom de l'hôtel Weissshorn a été créé afin du bénéficier du serveur SMTP de Gmail.

N.B. : Le compte doit accepter connexions à partir d'application moins sécurisée. Cette option est activable à l'url suivante : <https://www.google.com/settings/security/lesssecureapps>

- **Programme EMAIL**

Le programme commenté EMAIL comprend tout le code nécessaire à l'envoi d'un e-mail d'alarme. Une alarme sur le niveau d'eau potable est d'ailleurs déjà implémentée. Se référer à l'Annexe 12 .

6.7.2 Résultats

Ci-dessous un exemple d'e-mail envoyé par l'automate et reçu sur un smartphone.



Figure 54: Exemple d'e-mail envoyé par l'automate

6.7.3 Développements futurs

Il reste à implémenter toutes les alarmes souhaitées par l'utilisateur.

7 Conclusion

7.1 Récapitulatif des gains de mazout

Résumé des économies retenues au cours de travail de diplôme.

groupe	investissement	chapitre	gain total [litre]
prise d'eau	variante réalisée	3.1.1	2892
	variante 2016	3.1.2	636
eau potable	remplacement pompe	3.2	720
génératrice	remplacement	3.3	1'320
électrique	réorganisation du groupe 1	3.4.5	120
	modification des heures fonctionnement	3.4.5	237
	chambres froides	3.4.5	1'400
	bain-marie à gaz	3.4.5	818
	utilisation économe de l'énergie	3.4.5	372
turbine	modification des injecteurs	3.5.4	126
ventilation	utilisation de la vitesse 1	4.5.3	2'046
	régulation de l'échangeur	4.5.3	405
	arrêt automatique	4.5.3	195
centrale thermique	récupération de chaleur	4.7	1'375
	rendement nouvelle chaudière	4.8.2	100
	chauffage été dépendance	4.8.3	1'000
Total	-	-	13'762

Table 5: Récapitulatif des gains

Les travaux déjà réalisés et ceux qui vont l'être d'ici 2016 permettent l'économie de :

13'762 litres/année → 13'762 frs par année

40'000 kg de CO₂ par année

Dans le tableau ci-dessous les actions réalisées entre les hivers 2013-2014 et 2014-2015.

groupe	investissement	chapitre	gain total [litre]
prise d'eau	travaux réalisés	3.1.1	2892
eau potable	remplacement pompe	3.2	720
génératrice	remplacement	3.3	1'320
ventilation	utilisation de la vitesse 1	4.5.3	2'046
Total	-	-	6'978

Table 6: Résumé des mesures prises entre les deux hivers précédents

Les améliorations apportées jusqu'à présent ont permis d'atteindre 50% de l'économie totale planifiée. Un contrôle des objectifs devra être réalisé à la fin de la saison d'été 2016 pour contrôler les gains réellement atteints. Une marge de $\pm 5\%$ est à prévoir.

7.2 Investissements

7.2.1 Pour l'économie de mazout

groupe	investissement	chapitre	prix [frs]
prise d'eau	variante réalisée	3.1.1	3'500.-
eau potable	remplacement pompe	3.2	2'000.-
électrique	chambres froides	3.4.5	1'000.-
	bain-marie à gaz	3.4.5	2'000.-
turbine	modification des injecteurs	3.5.4	500.-
ventilation	régulation de l'échangeur	4.5.3	100.-
	arrêt automatique	4.5.3	100.-
centrale thermique	tampon 3x2500 litres	4.8	18'000.-
	conduites isolées		10'000.-
	récupération de chaleur		4'000.-
	montage		3'000.-
Total	-	-	44'200.-

Figure 55: Investissement pour les gains en mazout

7.2.2 Para la visualización

grupo	inversión	capítulo	precio [frs]
visualización y automatización	hardware, software, programación	3.1.1	10'000
Total	-	-	10'000

Figura 56: Inversión para la visualización

7.3 Impacto financiero

Precio específico = 3.94 frs/año

Tiempo de retorno sobre inversión < 4 años

7.4 Beneficios indirectos del trabajo de diploma

beneficios indirectos	precio [frs]
Reembolso de la tasa sobre el combustible de 3 años transcurridos <i>dado a la utilización de mazout de calefacción en la planta de diesel para la generadora</i>	17'000
Reducción de los gastos impuestos por la policía de incendios <i>dado a la eliminación de la caldera gracias a la nueva central térmica</i>	60'000
Total	77'000

Figura 57: Beneficios indirectos del trabajo de diploma

Los beneficios indirectos de **77'000 frs** cubren los gastos totales de **54'200 frs** propuestos en el marco del trabajo de diploma.

7.5 Objetivos

L'objectif de proposer des solutions réalisables afin d'économiser des litres de mazout a été atteint. Ce rapport propose un investissement de **54'200 frs** rentabilisable en moins de **4 ans** permettant d'économiser **13'762 litres de mazout par année**. Le 50% des solutions sont déjà installées et permettent l'épargne de 6978 litres. Un point devra être fait en fin de saison d'été 2016 pour quantifier les litres effectivement gagnés grâce à l'ensemble des mesures proposées.

La visualisation locale et distante est opérationnelle et satisfait le propriétaire. Elle est un support didactique excellent pour mettre en avant la carte écologique de l'hôtel Weissborn.

Le suivi effectif de l'hôtel est mis en place et fonctionne. L'alarme sur le niveau du réservoir d'eau potable a d'ailleurs déjà permis aux techniciens d'intervenir rapidement sur une panne de la pompe.

8 Remerciements

J'aimerais remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou de loin durant ce travail de diplôme.

Un merci particulier à :

- Mr. Werner Fischer, mandat et expert, pour m'avoir ouvert les portes de son hôtel, pour ses connaissances techniques, son esprit critique et la liberté qu'il m'a laissé dans l'exécution de mon travail.
- Mr. Matthieu Arlettaz, responsable technique de l'hôtel, pour ses compétences en informatique et en automation, la qualité de ses conseils et sa disponibilité.
- Mr. Jessen Page, professeur et responsable de mon travail de diplôme, pour ses conseils quant à l'étude thermique de ce travail.
- Mr. Pierre-Oliver Moix, pour son expérience dans les réseaux en îlotage et les énergies renouvelables.
- Mme. Clotilde Rigaud pour ses conseils en graphisme.
- L'entreprise Atelier Grept pour le prêt de ses locaux et de son matériel pour la rédaction du rapport.

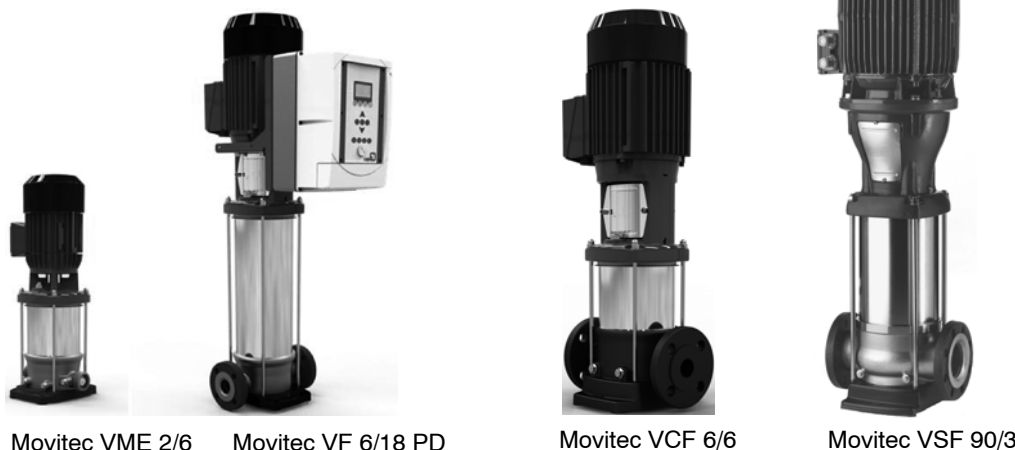
9 Bibliographie

- [1] P.-O. Moix, «Management de l'énergie pour le offgrid,» 2014.
- [2] T. Morand, «Optimisation énergétique de l'hôtel Weissborn,» 2009.
- [3] A. Perruchoud, «Intégration de photovoltaïque dans un réseau électrique en îlotage en haute montage,» 2013.

Annexe 1 : Fiche technique de la nouvelle pompe d'eau potable

Type de pompe : Movitec VF 2/20 B

High-pressure in-line pumps with and without speed control 50 Hz



Applications

Movitec VC/V/VS /-PD are used for general water supply, spray irrigation, irrigation and pressure boosting duties, for warm water, hot water and cooling water recirculation, condensate transport, boiler feed circuits, domestic water supply systems, washing plants, water treatment and filter systems, degreasing baths/alkaline cleaning agents, alkaline solutions and oils/emulsions, fire-fighting systems, as well as for reverse osmosis and surface treatment applications.

Design

Pump

Multistage, vertical (horizontal installation see page 7) high-pressure centrifugal pump, with suction and discharge nozzles of identical nominal diameters arranged opposite to each other (in-line design).

Drive

Without speed control

Electric motor, 50 Hz, air-cooled, 2-pole and 4-pole, standard KSB motor with PTC thermistors, efficiency class IE2 (from 0.75 kW), with main dimensions to IEC. Other motor makes subject to prior consultation with KSB.

With PumpDrive speed control system

Enhanced with PumpDrive, a Movitec pump together with the appropriate sensors is turned into an intelligent, variable speed pumping system, ideal for both single-pump operation and multiple pump configurations with up to six pumps (see type series booklet PumpDrive 4070.5).

Short designation

Movitec V (M) C F 4 / 3 PD

Type series _____
 Motor design _____
 () = long-coupled
 M = close-coupled ¹⁾
 Material variant _____
 C = Grey cast iron/stainless steel
 () = Stainless steel 1.4301
 S = Stainless steel 1.4404
 Line connection _____
 () = Oval flange
 E = External thread
 F = Round flange
 V = Victaulic coupling
 T = Triclamp coupling
 Size _____
 Number of stages _____
 PumpDrive _____

¹⁾ Not in combination with material variant C, sizes 2, 4, 6 only

Operating data


Flow rate	Q	up to 112.8 m ³ /h (31 l/s)
Head	H	up to 249 m
Operating pressure	p _d	up to 40 bar ²⁾
Operating temperature	t	-20 °C to +140 °C ³⁾

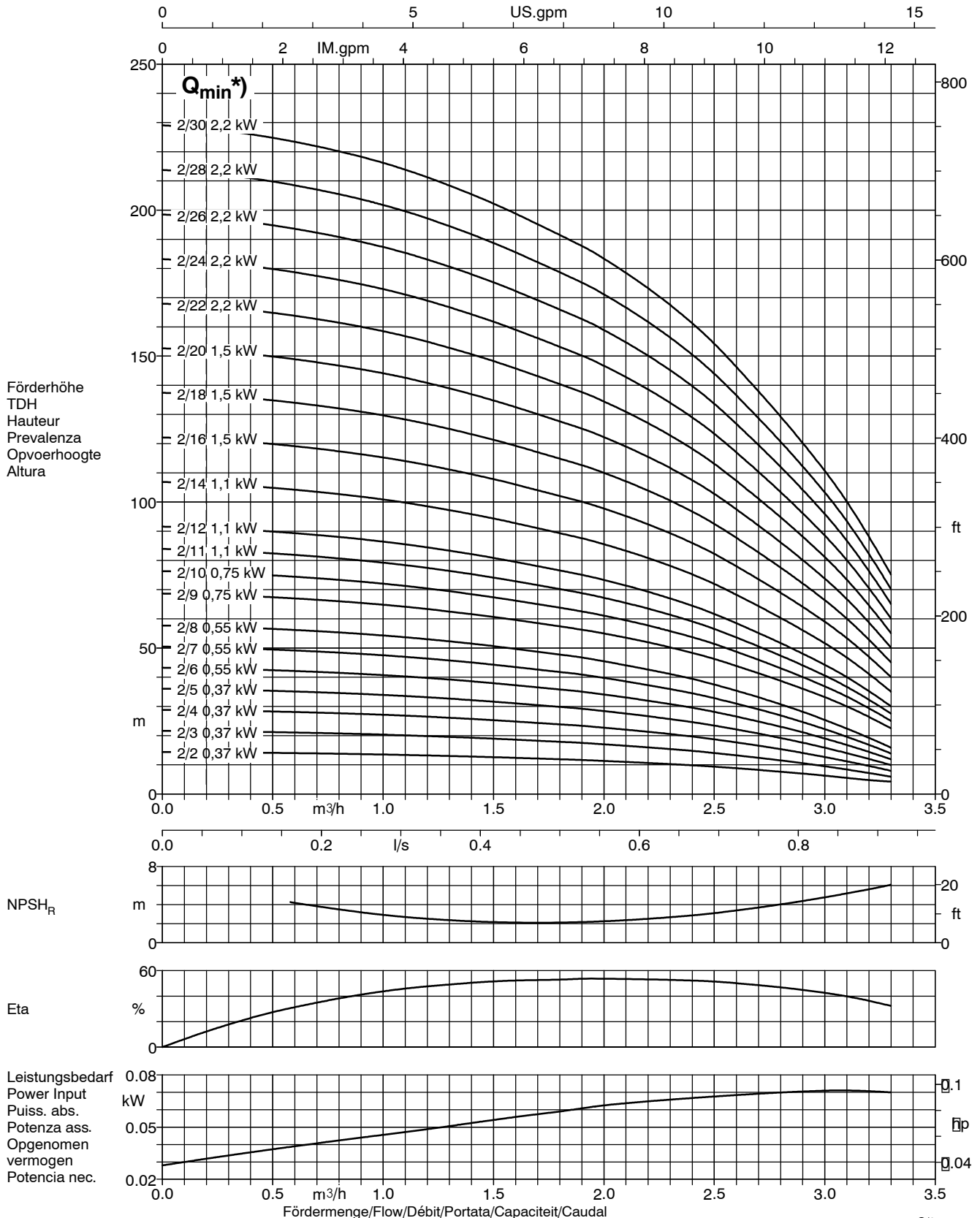
²⁾ The sum of inlet pressure and shut-off head must not exceed the value indicated.

³⁾ Standard: -20 °C to +120 °C

Conformity mark

CE (all pumps),
 ACS and WRc as standard for Movitec V
 ATEX Group II, Categories 2 and 3 on request (not for Movitec PD)

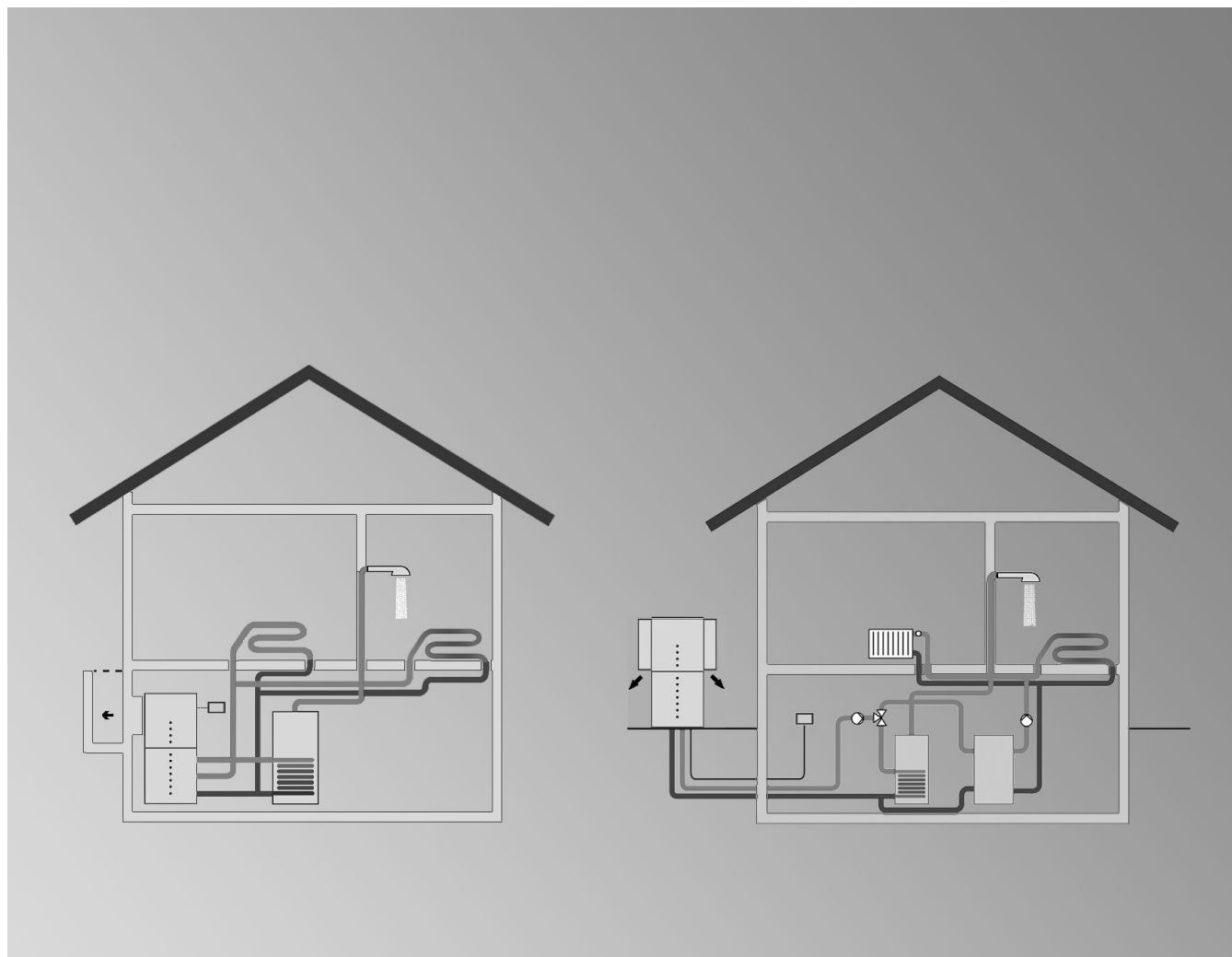
Baureihe-Größe Type-Size Modèle	Tipo Serie Tipo	Neendrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Lauf-rad-ø Impeller dia. Diamètre de roue	ø girante Waaier ø ø rodete	 KSB Aktiengesellschaft 67225 Frankenthal Johann-Klein-Straße 9 67227 Frankenthal
Movitec 2		≈2900 1/min		80 mm		
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Quotation No. N° de l'offre	N° offerta Offertenr. N° oferta	Pos.-Nr. Item No. N° de pos.	N° pos Pos. nr. N° de art	



*) Q_{min} up to 40 °C, for temperatures >40 °C refer to the table on page 10

Annexe 2 : Exemple de pompe à chaleur air/eau et son prix

Notice pour l'étude



VITOCAL 300-A type AWCI-AC 301.A et AWO-AC 301.A

Température de départ maxi de 60 °C

Plage de puissance modulante de 3 à 9 kW

Pompe à chaleur air/eau réversible à compression électrique pour le chauffage/rafraîchissement et la production d'eau chaude sanitaire dans des installations de chauffage mono-valentes, monoénergétiques ou bivalentes

- Type **AWCI-AC 301.A** pour une installation à l'intérieur
- Type **AWO-AC 301.A** pour une installation à l'extérieur

VITOCAL 350-A type AWHI 351.A et AWHO 351.A

Température de départ maxi de 65 °C

Puissance calorifique de 10,6 à 18,5 kW

Pompe à chaleur air/eau à compression électrique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire dans des installations de chauffage monovalentes, monoénergétiques ou bivalentes

- Type **AWHI 351.A** pour une installation à l'intérieur
- Type **AWHO 351.A** pour une installation à l'extérieur

1.2 Caractéristiques techniques

Données techniques

Vitocal 300-A, appareils de 400 V		Type	AWCI-AC 301.A	AWO-AC 301.A	AWO-AC 301.A (Silent)
Performances de chauffage à 100 % selon EN 14511 (A2/W35**1, écart de 5 K)					
– avec débit volumique circuit secondaire	l/h	200	1900	90	
– avec pertes de charge	mbar		90		
Puissance calorifique	kW		9,00		
Puissance électr. absorbée	kW		2,3		
Coefficient de performance ε (COP)			3,90		
Régulation de puissance	kW		3 à 9,0		
Performances de chauffage à 100 % selon EN 255 (A2/W35**1, écart de 10 K)					
Puissance calorifique	kW		9,40		
Puissance électr. absorbée	kW		2,3		
Coefficient de performance ε (COP)			4,10		
Régulation de puissance	kW		3 à 9,4		
Performances de rafraîchissement à 100 % selon EN 14511 (A27/W7, écart de 5 K)					
Puissance de rafraîchissement nominale	kW		8,60		
Puissance électr. absorbée	kW		2,76		
Coefficient de performance EER			3,12		
Régulation de puissance	kW		3 à 8,6		
Performances de rafraîchissement à 100 % selon EN 14511 (A35/W18, écart de 5 K)					
Puissance de rafraîchissement nominale	kW		9,40		
Puissance électr. absorbée	kW		3,43		
Coefficient de performance EER			2,74		
Régulation de puissance	kW		3 à 9,4		
Circuit primaire (air)					
Puissance maxi du ventilateur	W	37	90	–	
Débit d'air maxi	m³/h		3300		
Pertes de charge maxi admissibles (côtés aspiration et évacuation d'air)	Pa		–		
Température minimale de l'air	°C		-20		
Température maximale de l'air	°C		35		
Rapport durée dégivrage/durée de fonctionnement	%		3 à 5		
Circuit secondaire (eau de chauffage)					
Capacité en eau de chauffage de la pompe à chaleur	l		3,5		
Débit volumique mini	l/h		900		
Pertes de charge condenseur (avec les tubes de raccordement inclus dans le matériel livré)	mbar		25		
Température de départ maxi (pour un écart de 5 K)					
– à une température d'entrée de l'air de -20 °C	°C		35		
– à une température d'entrée de l'air de -5 °C	°C		50		
Paramètres électriques pompe à chaleur					
Tension nominale			3/N/PE 400 V/50 Hz		
Intensité nominale maxi	A		6,9		
Courant de démarrage (avec limitation électronique du courant de démarrage)	A		14,0		
Courant de démarrage (avec rotor bloqué)	A		46,0		
Protection par fusibles	A		3 x B16A		
Protection par fusibles du ventilateur			T 6,3AH		
Indice de protection		–	IP X4	IP X4	
Tension nominale du circuit courant de commande			230 V/50 Hz		
Protection par fusibles du circuit courant de commande			T 6,3AH		
Circuit frigorifique					
Fluide frigorigène			R 407 C		
Quantité de fluide	kg		5,1		
Compresseur	Type		Scroll numérique entièrement hermétique avec bipasse		

Vitocal 300-A (suite)

Vitocal 300-A, appareils de 400 V		Type	AWCI-AC 301.A	AWO-AC 301.A	AWO-AC 301.A (Silent)
Dimensions					
Longueur totale	mm		946	946	1265
Largeur totale	mm		880	880	1380
Hauteur totale	mm		1870	1885	1885
Pression de service admissible		bar	3		
Raccords					
Départ et retour chauffage	R		1½	1¼	1¼
Flexible condensats (Ø intérieur/extérieur)	mm		25/32		
Poids					
Poids total	kg		289	279	309
Vitocal 300-A, appareils de 230 V		Type	AWCI-M-AC 301.A	AWO-M-AC 301.A	AWO-M-AC 301.A (Silent)
Performances de chauffage à 100 % selon EN 14511 (A2/W35 ^{*1} , écart de 5 K)					
– avec débit volumique circuit secondaire	l/h		200	1900	90
– avec pertes de charge	mbar			90	
Puissance calorifique	kW			8,60	
Puissance électr. absorbée	kW			2,4	
Coefficient de performance ε (COP)				3,50	
Régulation de puissance	kW			3 à 8,6	
Performances de chauffage à 100 % selon EN 255 (A2/W35 ^{*1} , écart de 10 K)					
Puissance calorifique	kW			9,20	
Puissance électr. absorbée	kW			2,4	
Coefficient de performance ε (COP)				3,80	
Régulation de puissance	kW			3 à 9,2	
Performances de rafraîchissement à 100 % selon EN 14511 (A27/W7, écart de 5 K)					
Puissance de rafraîchissement nominale	kW			8,60	
Puissance électr. absorbée	kW			2,76	
Coefficient de performance EER				3,12	
Régulation de puissance	kW			3 à 8,6	
Performances de rafraîchissement à 100 % selon EN 14511 (A35/W18, écart de 5 K)					
Puissance de rafraîchissement nominale	kW			9,40	
Puissance électr. absorbée	kW			3,43	
Coefficient de performance EER				2,74	
Régulation de puissance	kW			3 à 9,4	
Circuit primaire (air)					
Puissance maxi du ventilateur	W			90	
Débit d'air maxi	m³/h			3300	
Pertes de charge maxi admissibles (côtés aspiration et évacuation d'air)	Pa		37	–	–
Température minimale de l'air	°C			-20	
Température maximale de l'air	°C			35	
Rapport durée dégivrage/durée de fonctionnement	%			3 à 5	
Circuit secondaire (eau de chauffage)					
Capacité en eau de chauffage de la pompe à chaleur	l			3,5	
Débit volumique mini	l/h			900	
Pertes de charge condenseur (avec les tubes de raccordement inclus dans le matériel livré)	mbar			25	
Température de départ maxi (pour un écart de 5 K)					
– à une température d'entrée de l'air de -20 °C	°C			35	
– à une température d'entrée de l'air de -5 °C	°C			50	
Paramètres électriques pompe à chaleur					
Tension nominale				1/N/PE 230 V/50 Hz	
Intensité nominale maxi	A			29	
Courant de démarrage (avec limitation électronique du courant de démarrage)	A			< 34	
Courant de démarrage (avec rotor bloqué)	A			97	
Protection par fusibles	A			1 x B32A	
Protection par fusibles du ventilateur				T 6,3AH	
Indice de protection			–	IP X4	IP X4
Tension nominale du circuit courant de commande				230 V/50 Hz	
Protection par fusibles du circuit courant de commande				T 6,3AH	

*1 A2 = Température d'entrée de l'air 2 °C / W35 = Température de sortie de l'eau de chauffage 35 °C

Vitocal 300-A (suite)

Vitocal 300-A, appareils de 230 V	Type	AWCI-M-AC 301.A	AWO-M-AC 301.A	AWO-M-AC 301.A (Silent)
Circuit frigorifique				
Fluide frigorigène			R 407 C	
Quantité de fluide	kg		5,1	
Compresseur	Type		Scroll numérique entièrement hermétique avec bipasse	
Dimensions				
Longueur totale	mm	946	946	1265
Largeur totale	mm	880	880	1380
Hauteur totale	mm	1870	1885	1885
Pression de service admissible	bar		3	
Raccords				
Départ et retour chauffage	R	1½	1¼	1¼
Flexible condensats (Ø intérieur/extérieur)	mm		25/32	
Poids				
Poids total	kg	289	279	309

Données techniques relatives aux bruits

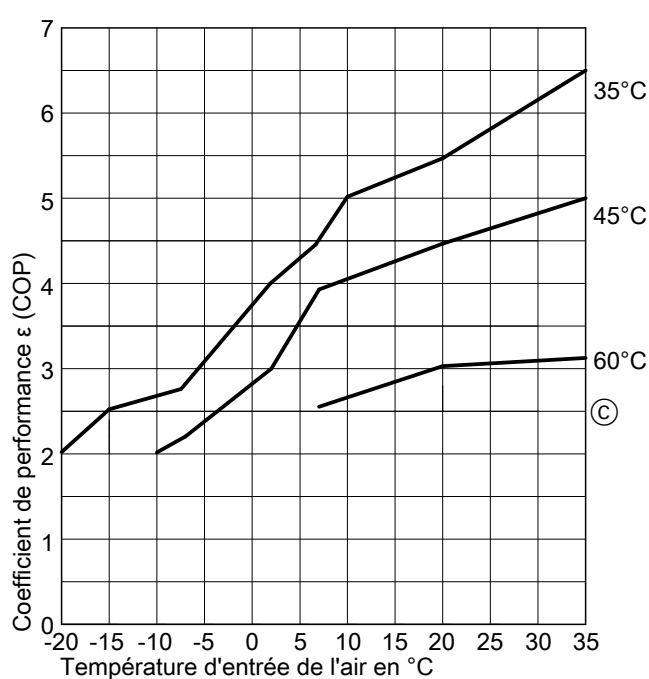
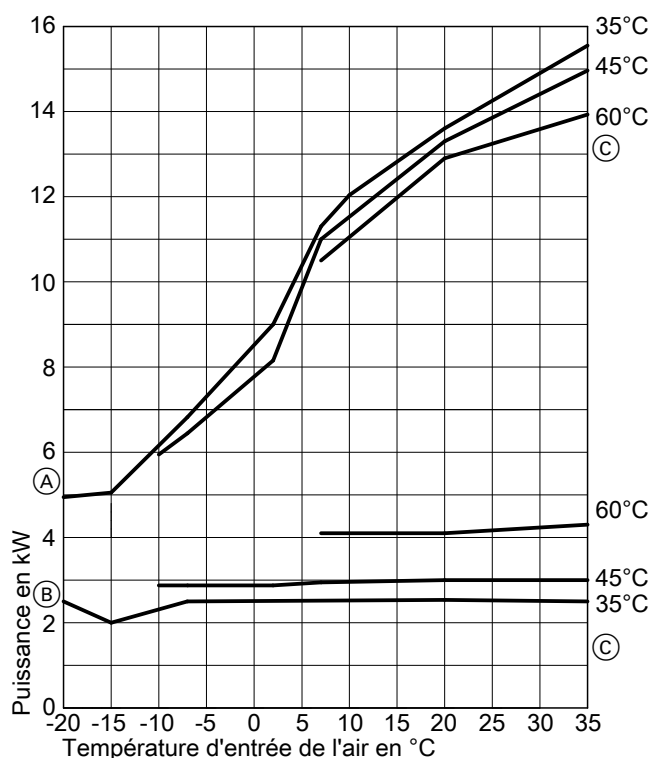
Vitocal 300-A	Type	AWCI-AC 301.A (pour une installation en coin, voir page 53)			AWO-AC 301.A	
		dans le local	à l'extérieur		sans ensemble d'insonorisation	avec ensemble d'insonorisation (version Silent)
			Côté aspiration	Côté évacuation		
Niveau de puissance acoustique L_w						
Niveau de puissance acoustique cumulée calculé A en mode chauffage avec A7 (±3 K)/W35 (±1 K)						
– Puissance de ventilateur 1	dB(A)	48	42	38	55	55
– Puissance de ventilateur 2	dB(A)	48	46	44	58	56
– Puissance de ventilateur 3	dB(A)	48	48	48	60	57
– Fonctionnement de nuit	dB(A)	48	46	44	58	56

Remarque

Mesure du niveau de puissance acoustique cumulée se référant à la norme DIN EN ISO 12102/DIN EN ISO 9614-2, classe de précision 2 et selon les directives du label de qualité EHPA.

Courbes de la Vitocal 300-A, 400 V

Diagrammes de puissance



- (A) Puissance calorifique $P_{\text{chauffage}}$
 (B) Puissance électrique absorbée $P_{\text{électr.}}$
 (C) Températures de départ eau de chauffage T_{HV}

Remarque

Les données pour le COP des tableaux et diagrammes ont été déterminées en se basant sur la norme DIN EN 14511.

Performances de chauffage

Performances de chauffage																					
Point de fonction- nement	W	°C	35								45						50	60			
	A	°C	-20	-15	-7	2	7	10	20	35	-10	-7	2	7	20	35	7	7	20	35	
P _{chauffage}		kW	4,9	5,1	6,7	9,0	11,3	12,1	13,6	15,7	5,9	6,5	8,3	11,0	13,3	14,9	10,3	10,5	12,9	13,8	
P _{électr.}		kW	2,4	2,0	2,4	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	4,1	4,1	4,3	
ε (COP)			2,1	2,6	2,8	3,9	4,4	5,1	5,4	6,5	2,1	2,3	3,0	3,8	4,4	5,0	3,4	2,6	3,1	3,2	

$P_{\text{chauffage}}$ Puissance calorifique

$P_{\text{électr.}}$ Puissance électrique absorbée

ϵ (COP) Coefficient de performance

Performances de rafraîchissement

Point de fonction- nement	W A	°C °C	18		7	
			35	27	35	27
P _{rafraîchissement}		kW	9,4	10,4	7,4	8,6
P _{électr.}		kW	3,4	3,0	3,3	2,8
EER			2,7	3,5	2,3	3,1

$P_{\text{rafraîchissement}}$ Puissance de rafraîchissement

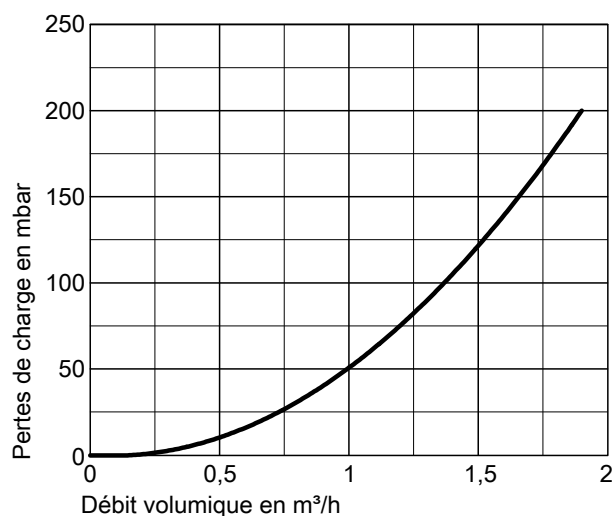
$P_{\text{électr.}}$ Puissance électrique absorbée

EER Coefficient de performance de rafraîchissement

Vitocal 300-A (suite)

Courbes hydrauliques type AWO-AC 301.A

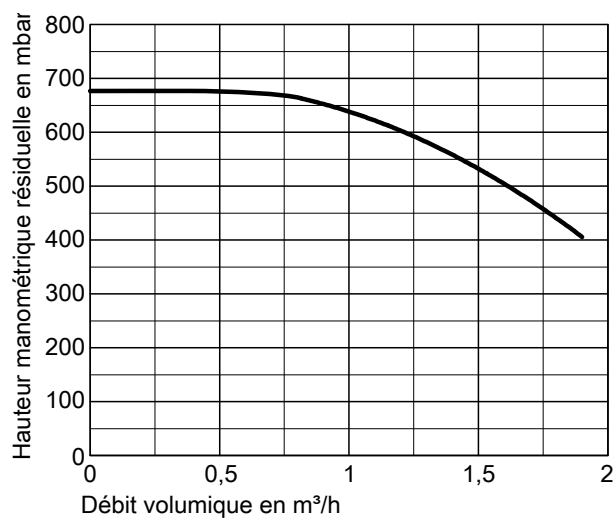
Diagramme des pertes de charge



Courbes hydrauliques type AWCI-AC 301.A

Hauteur manométrique résiduelle du circulateur haute efficacité VI Para 25/1-7 intégré

Sans système chauffant électrique



Avec système chauffant électrique (accessoire)

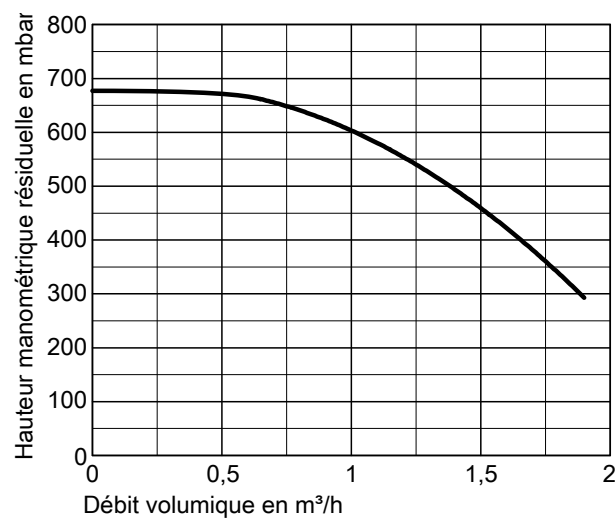
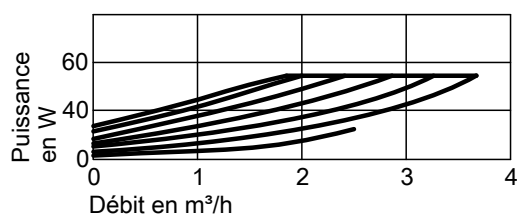


Diagramme de puissance du circulateur intégré



VITOCAL 300-A/350-A

Pompes à chaleur air/eau
Vitocal 300-A

	Type Variante de montage Équipement	Plage de puissance nominale (kW) au point de fonctionnement A2/W35 ou A-7/W35 (selon EN 14511)		GM 40
		3,0 - 9,0 3,0 - 6,6		
	AWCI-AC 301.A09 Installation à l'intérieur	Z009878 13.820,-		Référence Fr.

11.7

► Caractéristiques techniques, voir page 11.7-36.

Annexe 3 : Offre pour panneaux solaires thermiques

Secretariat (R&D Carbon Ltd.)

From: info@zewag.ch
Sent: jeudi 30 avril 2015 06:17
To: Werner Fischer (R&D Carbon Ltd.)
Subject: Fw: Hotel Weisshorn
Attachments: ST Hotel Weisshorn.pdf

Sali Werner

Danke für den Besuch Gestern bei uns in Sursee

wie besprochen in der Beilage die neue Solarberechnung von Birrer Jörg

Grüsse Bruno

ZEWAG
Heizung / Sanitär
Schlottermilch 1
6210 Sursee
041 921 48 81
info@zewag.ch

Achtung: ab sofort neue email – Adresse
info@zewag.ch

From: Joerg Birrer
Sent: Wednesday, April 29, 2015 2:46 PM
To: info@zewag.ch
Subject: Hotel Weisshorn

Salü Bruno

Im Anhang die angepasste Berechnung mit ca. 163000 kWh Verbrauch.
Der Verbrauch spielt eigentlich nicht so eine grosse Rolle, da die gesamte Solarenergie gleich verbraucht wird.

Wir sind jetzt mit 70° Neigung der Kollektoren von Januar bis Ende April
bei ca. 9300 kWh produzierte Energie durch die Solaranlage.
Im Anhang der Report zur Weiterleitung an Werner Fischer.

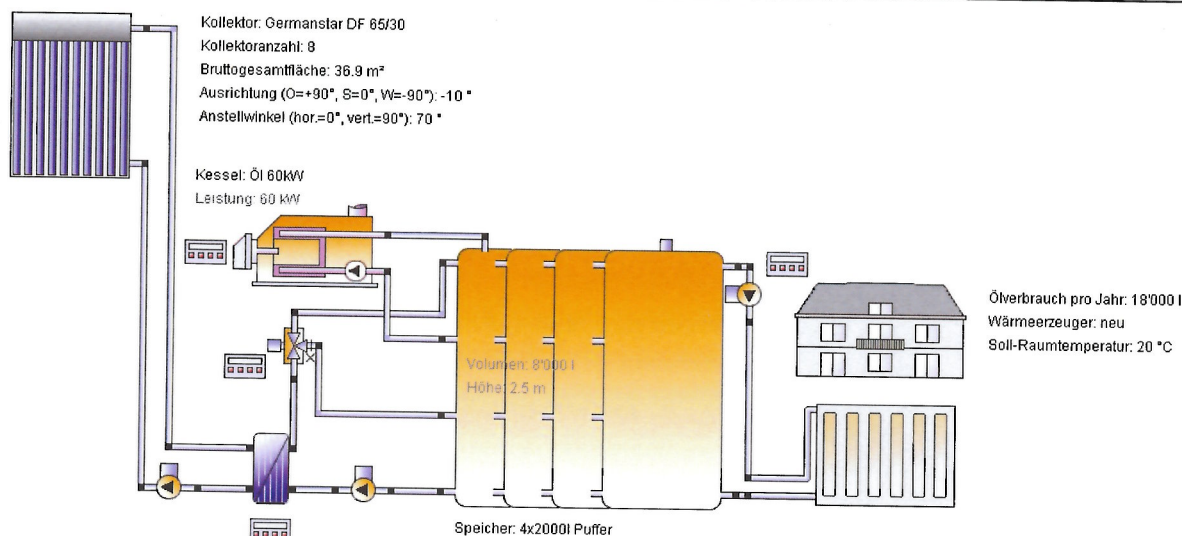
Freundliche Grüsse

Jörg Birrer
Solarsysteme
Dipl. Techn. HF Haustechnik

sigmatic
Energiekonzepte fürs Leben

Sigmatic AG
Infanteriestrasse 2
6210 Sursee

*180 kWh - 1'160 l / Jahr (120)
x 10 i pay back - 12000 Fr. Capex*



Dieser Report wurde erstellt durch:

Jörg Birrer
Infanteriestrasse 2
6210 Sursee

Standort der Anlage

Weisshorn St. Luc
Längengrad: 7.618°
Breitengrad: 46.208°
Höhe ü.M.: 2'350 m

Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	160'426.8 kWh
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	36.9 m ²
Solarer Deckungsgrad gesamt	14.9%
Gesamter Kollektorfeldertrag	23'352.6 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	632.8 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	908.2 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	2'747.6 l: [Heizöl]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	27'473.6 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	8'260.5 kg

Meteodaten-Übersicht

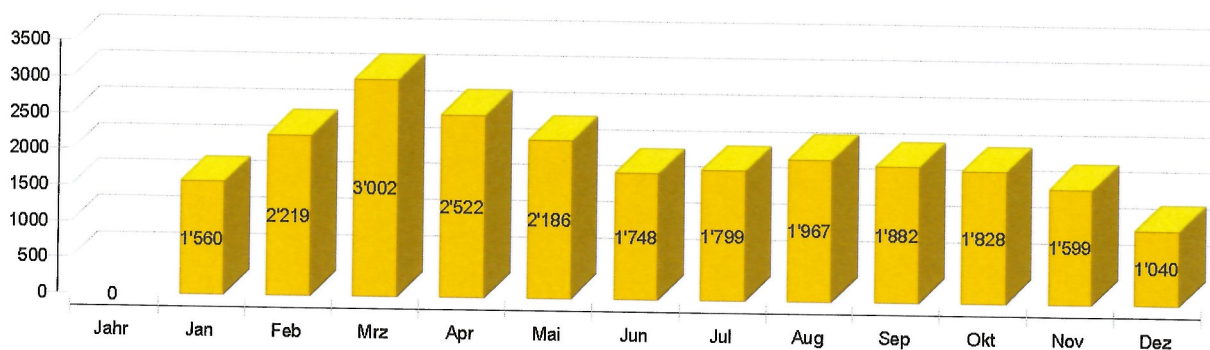
Mittlere Aussentemperatur	0.6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1'356.2 kWh/m²
Diffusstrahlung, Jahressumme	562.5 kWh/m²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Kessel	Öl 60kW	
Leistung	kW	60
Gesamtnutzungsgrad	%	83.5
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh	160'284.8
Kollektor	Germanstar DF 65/30	
Bruttogesamtfläche	m²	36.9
Gesamte Aperturfläche	m²	25.712
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	70
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-10
Kollektorfeldertrag [Qsol]	kWh	23'352.6
Einstrahlung in Kollektorebene [Esol]	kWh	41'027.7
Gebäude	-	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m²	200
Soll-Raumtemperatur	°C	20
Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh	152'987.2
Heizelement	Radiator	
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	kWh	153'440.8

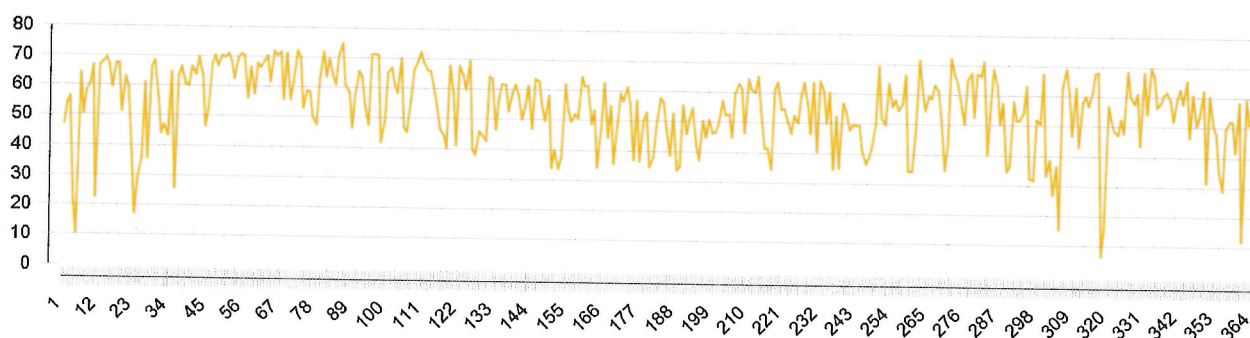
Solarthermische Energie an das System [Qsol]

kWh

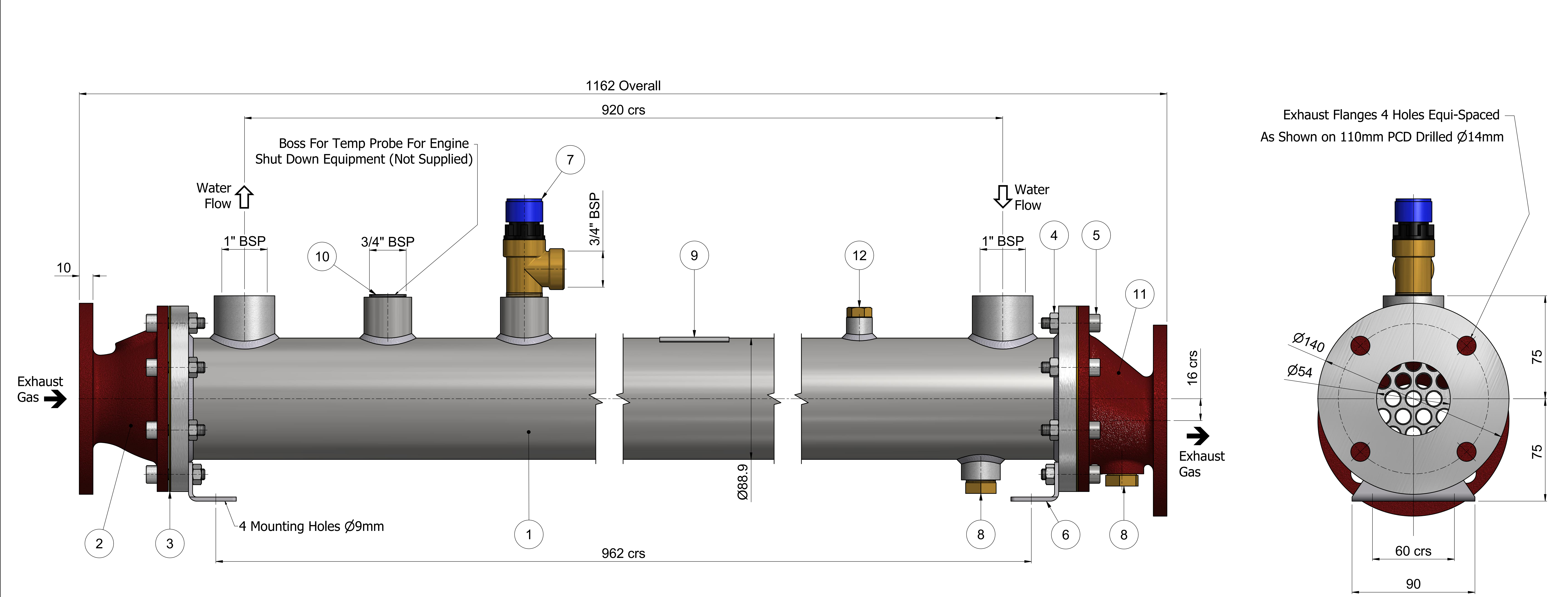


Kollektor

Tägliche Maximaltemperatur [°C]



Annexe 4 : Fiche technique de l'échangeur pour gaz d'échappement

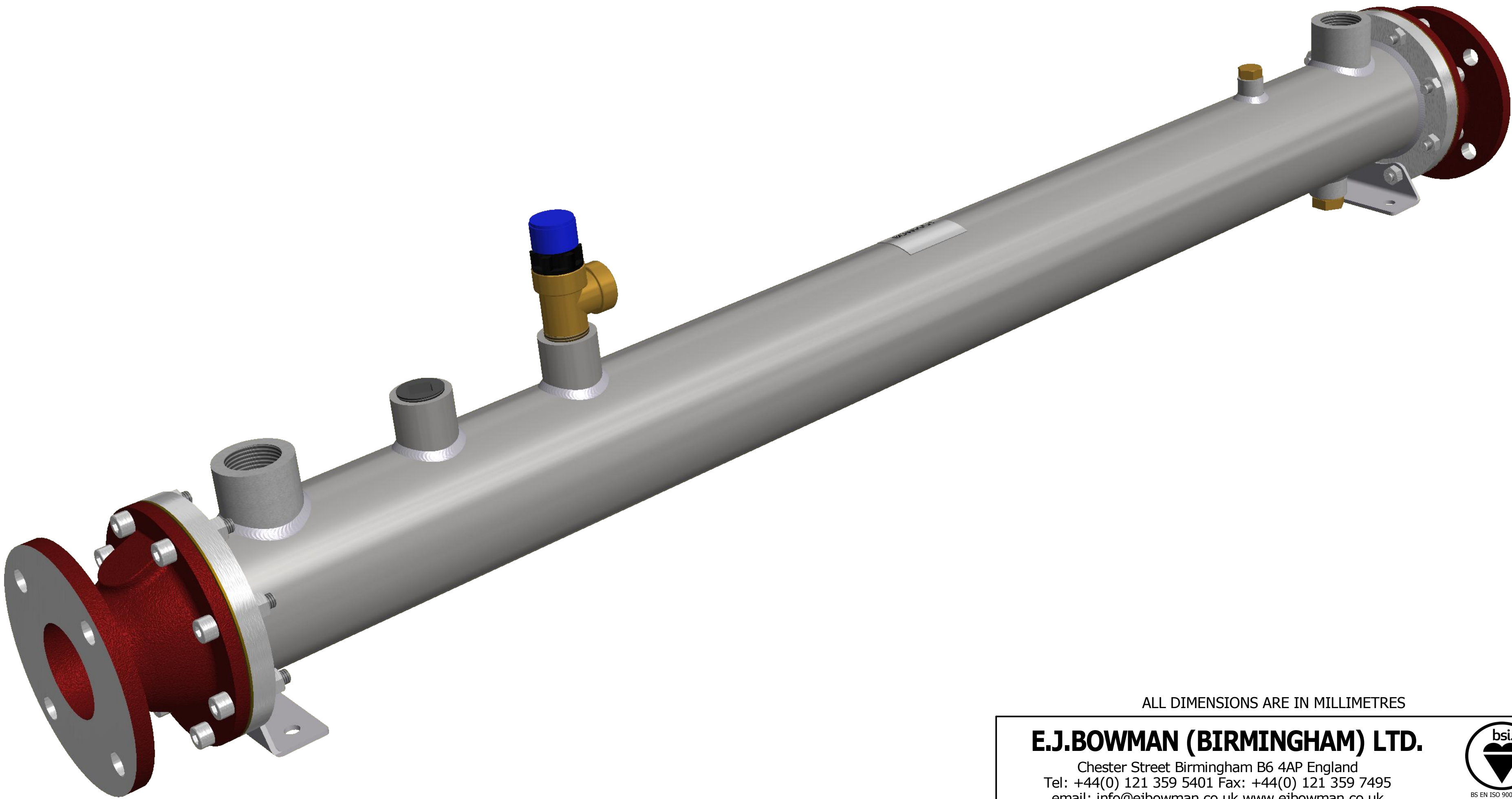



⇨ Direction Of Water Flow
➔ Direction Of Exhaust Gas Flow

915B	915	1	Plug - 1/4" BSP	12	Brass
EX033-4058CI	4058	1	EX33 End Cover Eccentric	11	C.I.
3597	3597	1	CSK Plug - 3/4" BSP	10	C.I.
4463	4463	1	Nameplate	9	S.S.
916	916	2	Plug - 1/2" BSP	8	Brass
4028	4028	1	Safety Valve	7	Brass
4477	4477	2	Mounting foot	6	M.S.
HS08X35SS	-	16	Socket Screw - M8 x 35mm	5	S.S.
HN08SS	-	16	Hex Head Nut - M8	4	S.S.
3788	3788	2	Gasket	3	SP-AF/II
EX003-3758CI	3758	1	EX3 End Cover Concentric	2	C.I.
3778-6TD	3778-6	1	Tubestack 3-40	1	S.S.
Part No.	Drg No.	Qty	Description	Item	Material

Notes:
Maximum Working Water Pressure - 4 Bar
Maximum Working Water Temperature - 110°C
Maximum Working Exhaust Gas Pressure - 0.5 Bar
Maximum Working Exhaust Gas Temperature - 700°C

See Range Drawing No. 3738 For Revision History.



ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES		
E.J.BOWMAN (BIRMINGHAM) LTD. Chester Street Birmingham B6 4AP England Tel: +44(0) 121 359 5401 Fax: +44(0) 121 359 7495 email: info@ejbowman.co.uk www.ejbowman.co.uk		
DRAWN:	J. SWAIN	3-40 Exhaust Gas Heat Exchanger
DATE:	17/06/2012	
REDRAWN:		
DATE:		
CHECKED:		
SCALE:	1:1	DRG No: 3738-6

QUOTATION

EJ Bowman (Birmingham) Limited

Chester Street
Birmingham B6 4AP
England

Telephone: **+44 (0)121 359 5401**
Facsimile: **+44 (0)121 359 7495**
E-Mail: **info@ejbowman.co.uk**

To	R&D Carbon Ltd.	From	Jim Johnson
Email	matthieu.arlettaz@rd-carbon.com	Date	1 December 2014
Attention	Matthieu Arlettaz	Ref.	JMJ/E0905
Your ref.	Email Enquiry	No. of pages	2

Dear Matthieu

We thank you for your enquiry of 28 November and have pleasure in submitting the following quotation.

Quantity	Part Number	Description	Unit Price
1	3-40-3738-6	Exhaust Gas Heat Exchanger	€1,267.00

Part No.	Shell Side: 50% EG Solution				Tube Side: Diesel Engine Exhaust				
	Flow rate	Temp (°C)		P Drop	Flow rate	Temp (°C)		P Drop	Heat
	l/min	In	Out	kPa	kg/min	In	Out	kPa	kW
3-40-3738-6	23.8	75	89.6	1.5	2.8	570	180	2.1	20.3

Please find attached copy drawing of the above unit.

We hope you will find our prices to be competitive and look forward to receiving your response with interest.

Kind regards

Jim Johnson
Sales Engineer

SUBJECT TO THE FOLLOWING TERMS AND CONDITIONS

<i>Pressure Test</i>	-	Pressure Test Certificate 5% cost of the heat exchanger or €10.00 whichever the greater.
<i>Certification</i>	-	Certificate of Guarantee €10.00 each.
<i>Documentation</i>	-	If commercial invoices are required to be certified by our local Chamber of Commerce, an additional cost of €35.00 will be incurred.
<i>Terms of Sale</i>	-	FCA Bowman Works (formerly Ex Works).
<i>Carriage Charges</i>	-	Extra and for your account.
<i>Despatch Time</i>	-	2 - 3 working weeks from receipt of payment.
<i>Payment Terms</i>	-	Prepayment required.
<i>Validity</i>	-	30 days from date of quotation.

Christmas Holidays

These offices are closed from 13.00 hours, Wednesday, 24 December 2014 until
9.00 hours, Monday, 5 January 2015.

Annexe 5 : Fiche technique de l'échangeur pour eau de refroidissement

Objekt: WT für Notstrom - Schallhaube / 25 kW

Technisches Datenblatt Nr. 001

Plattenwärmetauscher gelötet, Typ **WPL 14W2-GG-66-1-1 / L**

66 Platten

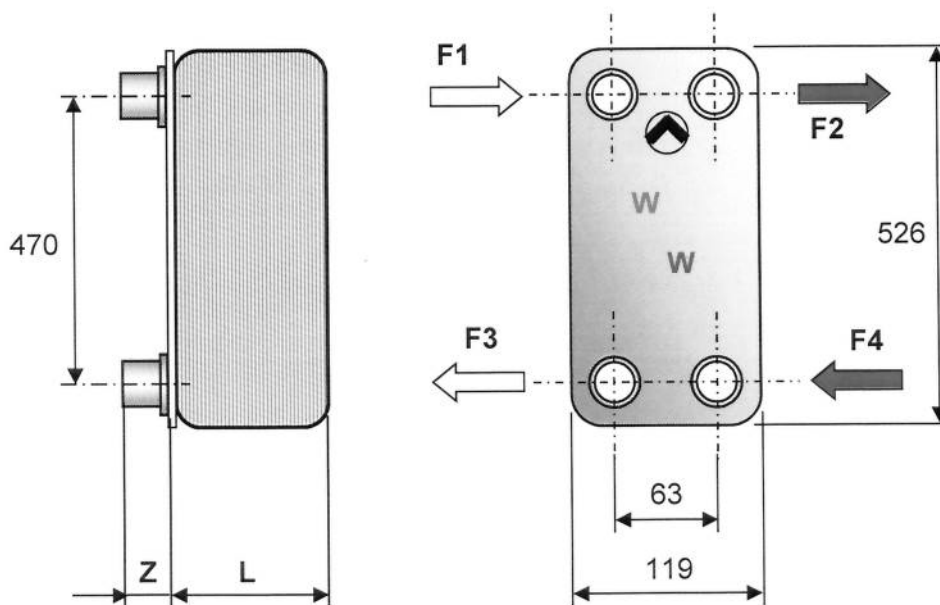
Technische Daten:

		<u>Kreis 1</u>	<u>Kreis 2</u>
Leistung		25 KW	
Medium		Wasser/Glykol	Wasser
Durchflussmenge	m ³ /h	7,5	2,8
Temperatur Eintritt / Austritt	°C	88 / 85	65 / 73
Druckverlust	kPa	25	4
Anschlüsse		Nippel G-5/4"	Nippel G-5/4"
Material der Anschlüsse		V4A	V4A
Anschlussort		F1 -> F3	F4 -> F2
Betriebsdruck	bei 155 °C	25 bar	16 bar
	bei 225 °C	22 bar	14 bar
Probedruck		40 bar	23 bar
Plattenmaterial, Lot		V4A, 1.4401, Kupferlot 99,9%	
Betriebstemperatur, min. / max.		-196 / +225 °C	

Ausführung : Gelöteter Plattenwärmetauscher, reinigbar durch CIP oder Gegenstrom. Die Platten sind mit Kupfer (99,9% Reinheit) hartverlötet.

Bemerkungen : Alle Anschlüsse gleichseitig, servicefreundliche Ausführung.
SVGW Nr. 0303 - 4642

Offert-Nr. 14-14061710



Austauscherfläche = 3,9 m²
Anschluss-Länge Z = 27 mm

Längenmass L = 157 mm
Gewicht leer = 12,8 kg
Inhalt pro Seite = 3,63 Liter

Annexe 6 : Script de création de la base de données MySQL

delimiter \$\$

```
CREATE TABLE `voltage_1min` (
  `ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `timestamp` datetime DEFAULT NULL,
  `voltage_1_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_1_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_1_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_2_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_2_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_2_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_3_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_3_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_3_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_4_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_4_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_4_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_5_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_5_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_5_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_6_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_6_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_6_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_7_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_7_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_7_3` float DEFAULT NULL,
  `voltage_8_1` float DEFAULT NULL,
  `voltage_8_2` float DEFAULT NULL,
  `voltage_8_3` float DEFAULT NULL,

  PRIMARY KEY (`ID`),
  UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$
```

```
CREATE TABLE `current_1min` (
  `ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `timestamp` datetime DEFAULT NULL,
  `current_1_1` float DEFAULT NULL,
  `current_1_2` float DEFAULT NULL,
  `current_1_3` float DEFAULT NULL,
  `current_2_1` float DEFAULT NULL,
  `current_2_2` float DEFAULT NULL,
  `current_2_3` float DEFAULT NULL,
  `current_3_1` float DEFAULT NULL,
  `current_3_2` float DEFAULT NULL,
  `current_3_3` float DEFAULT NULL,
  `current_4_1` float DEFAULT NULL,
  `current_4_2` float DEFAULT NULL,
  `current_4_3` float DEFAULT NULL,
  `current_5_1` float DEFAULT NULL,
  `current_5_2` float DEFAULT NULL,
  `current_5_3` float DEFAULT NULL,
  `current_6_1` float DEFAULT NULL,
  `current_6_2` float DEFAULT NULL,
  `current_6_3` float DEFAULT NULL,
  `current_7_1` float DEFAULT NULL,
  `current_7_2` float DEFAULT NULL,
```

```

`current_7_3` float DEFAULT NULL,
`current_8_1` float DEFAULT NULL,
`current_8_2` float DEFAULT NULL,
`current_8_3` float DEFAULT NULL,

PRIMARY KEY (`ID`),
UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

CREATE TABLE `power_1min` (
  `ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `timestamp` datetime DEFAULT NULL,
  `power_1_1` float DEFAULT NULL,
  `power_1_2` float DEFAULT NULL,
  `power_1_3` float DEFAULT NULL,
  `power_2_1` float DEFAULT NULL,
  `power_2_2` float DEFAULT NULL,
  `power_2_3` float DEFAULT NULL,
  `power_3_1` float DEFAULT NULL,
  `power_3_2` float DEFAULT NULL,
  `power_3_3` float DEFAULT NULL,
  `power_4_1` float DEFAULT NULL,
  `power_4_2` float DEFAULT NULL,
  `power_4_3` float DEFAULT NULL,
  `power_5_1` float DEFAULT NULL,
  `power_5_2` float DEFAULT NULL,
  `power_5_3` float DEFAULT NULL,
  `power_6_1` float DEFAULT NULL,
  `power_6_2` float DEFAULT NULL,
  `power_6_3` float DEFAULT NULL,
  `power_7_1` float DEFAULT NULL,
  `power_7_2` float DEFAULT NULL,
  `power_7_3` float DEFAULT NULL,
  `power_8_1` float DEFAULT NULL,
  `power_8_2` float DEFAULT NULL,
  `power_8_3` float DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID`),
  UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

```

```

CREATE TABLE `cosphi_1min` (
  `ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `timestamp` datetime DEFAULT NULL,
  `cosphi_1_1` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_1_2` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_1_3` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_2_1` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_2_2` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_2_3` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_3_1` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_3_2` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_3_3` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_4_1` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_4_2` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_4_3` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_5_1` float DEFAULT NULL,
  `cosphi_5_2` float DEFAULT NULL,

```

```

`cosphi_5_3` float DEFAULT NULL,
`cosphi_6_1` float DEFAULT NULL,
`cosphi_6_2` float DEFAULT NULL,
`cosphi_6_3` float DEFAULT NULL,
`cosphi_7_1` float DEFAULT NULL,
`cosphi_7_2` float DEFAULT NULL,
`cosphi_7_3` float DEFAULT NULL,
`cosphi_8_1` float DEFAULT NULL,
`cosphi_8_2` float DEFAULT NULL,
`cosphi_8_3` float DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`ID`),
UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

CREATE TABLE `frequency_1min` (
`ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`timestamp` datetime DEFAULT NULL,
`frequency_1` float DEFAULT NULL,
`frequency_2` float DEFAULT NULL,
`frequency_3` float DEFAULT NULL,
`frequency_4` float DEFAULT NULL,
`frequency_5` float DEFAULT NULL,
`frequency_6` float DEFAULT NULL,
`frequency_7` float DEFAULT NULL,
`frequency_8` float DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`ID`),
UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

CREATE TABLE `temperature_1min` (
`ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`timestamp` datetime DEFAULT NULL,
`temperature_1` float DEFAULT NULL,
`temperature_2` float DEFAULT NULL,
`temperature_3` float DEFAULT NULL,
`temperature_4` float DEFAULT NULL,
`temperature_5` float DEFAULT NULL,
`temperature_6` float DEFAULT NULL,
`temperature_7` float DEFAULT NULL,
`temperature_8` float DEFAULT NULL,
`temperature_9` float DEFAULT NULL,
`temperature_10` float DEFAULT NULL,
`temperature_11` float DEFAULT NULL,
`temperature_12` float DEFAULT NULL,
`temperature_13` float DEFAULT NULL,
`temperature_14` float DEFAULT NULL,
`temperature_15` float DEFAULT NULL,
`temperature_16` float DEFAULT NULL,
`temperature_17` float DEFAULT NULL,
`temperature_18` float DEFAULT NULL,
`temperature_19` float DEFAULT NULL,
`temperature_20` float DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`ID`),
UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

CREATE TABLE `level_1min` (

```

```

`ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`timestamp` datetime DEFAULT NULL,
`niveau_1` float DEFAULT NULL,
`niveau_2` float DEFAULT NULL,
`niveau_3` float DEFAULT NULL,
`niveau_4` float DEFAULT NULL,
`niveau_5` float DEFAULT NULL,
`niveau_6` float DEFAULT NULL,
`niveau_7` float DEFAULT NULL,
`niveau_8` float DEFAULT NULL,
`niveau_9` float DEFAULT NULL,
`niveau_10` float DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`ID`),
UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

```

```

CREATE TABLE `pressure_1min` (
`ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`timestamp` datetime DEFAULT NULL,
`pression_1` float DEFAULT NULL,
`pression_2` float DEFAULT NULL,
`pression_3` float DEFAULT NULL,
`pression_4` float DEFAULT NULL,
`pression_5` float DEFAULT NULL,
`pression_6` float DEFAULT NULL,
`pression_7` float DEFAULT NULL,
`pression_8` float DEFAULT NULL,
`pression_9` float DEFAULT NULL,
`pression_10` float DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`ID`),
UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

```

```

CREATE TABLE `analog_1min` (
`ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`timestamp` datetime DEFAULT NULL,
`analog_1` float DEFAULT NULL,
`analog_2` float DEFAULT NULL,
`analog_3` float DEFAULT NULL,
`analog_4` float DEFAULT NULL,
`analog_5` float DEFAULT NULL,
`analog_6` float DEFAULT NULL,
`analog_7` float DEFAULT NULL,
`analog_8` float DEFAULT NULL,
`analog_9` float DEFAULT NULL,
`analog_10` float DEFAULT NULL,
`analog_11` float DEFAULT NULL,
`analog_12` float DEFAULT NULL,
`analog_13` float DEFAULT NULL,
`analog_14` float DEFAULT NULL,
`analog_15` float DEFAULT NULL,
`analog_16` float DEFAULT NULL,
`analog_17` float DEFAULT NULL,
`analog_18` float DEFAULT NULL,
`analog_19` float DEFAULT NULL,
`analog_20` float DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`ID`),

```

```

    UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

CREATE TABLE `contact_1min` (
  `ID` mediumint(20) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `timestamp` datetime DEFAULT NULL,
  `contact_1` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_2` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_3` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_4` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_5` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_6` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_7` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_8` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_9` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_10` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_11` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_12` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_13` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_14` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_15` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_16` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_17` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_18` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_19` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_20` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_21` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_22` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_23` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_24` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_25` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_26` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_27` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_28` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_29` tinyint DEFAULT NULL,
  `contact_30` tinyint DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID`),
  UNIQUE KEY `ID_UNIQUE` (`ID`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1$$

```

Annexe 7 : Script de création de procédures dans la base de données MySQL

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `analog_procedure` (IN timecode text,IN arg1 float,IN arg2
float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8 float,IN
arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14 float,IN
arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20 float,IN
arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26 float,IN
arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weissshorn_recorder.analog_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,
arg6,arg7,arg8,arg9,arg10,arg11,arg12,arg13,arg14,arg15,arg16,arg17,arg18,arg19,arg20);
END$$
```

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `contact_procedure` (IN timecode text,IN arg1 float,IN
arg2 float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8
float,IN arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14
float,IN arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20
float,IN arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26
float,IN arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weissshorn_recorder.contact_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,
arg6,arg7,arg8,arg9,arg10,arg11,arg12,arg13,arg14,arg15,arg16,arg17,arg18,arg19,arg20,arg21,
arg22,arg23,arg24,arg25,arg26,arg27,arg28,arg29,arg30);
END$$
```

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `cosphi_procedure` (IN timecode text,IN arg1 float,IN arg2
float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8 float,IN
arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14 float,IN
arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20 float,IN
arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26 float,IN
arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weissshorn_recorder.cosphi_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,
arg6,arg7,arg8,arg9,arg10,arg11,arg12,arg13,arg14,arg15,arg16,arg17,arg18,arg19,arg20,arg21,
arg22,arg23,arg24);
END$$
```

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `current_procedure` (IN timecode text,IN arg1 float,IN
arg2 float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8
float,IN arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14
float,IN arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20
float,IN arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26
float,IN arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weissshorn_recorder.current_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,
arg6,arg7,arg8,arg9,arg10,arg11,arg12,arg13,arg14,arg15,arg16,arg17,arg18,arg19,arg20,arg21,
arg22,arg23,arg24);
END$$
```


delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `frequency_procedure`(IN timecode text,IN arg1 float,IN arg2 float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8 float,IN arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14 float,IN arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20 float,IN arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26 float,IN arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weisshorn_recorder.frequency_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,arg6,arg7,arg8);
END$$
```

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `level_procedure`(IN timecode text,IN arg1 float,IN arg2 float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8 float,IN arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14 float,IN arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20 float,IN arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26 float,IN arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weisshorn_recorder.level_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,arg6,arg7,arg8,arg9,arg10);
END$$
```

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `power_procedure`(IN timecode text,IN arg1 float,IN arg2 float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8 float,IN arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14 float,IN arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20 float,IN arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26 float,IN arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weisshorn_recorder.power_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,arg6,arg7,arg8,arg9,arg10,arg11,arg12,arg13,arg14,arg15,arg16,arg17,arg18,arg19,arg20,arg21,arg22,arg23,arg24);
END$$
```

delimiter \$\$

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `pressure_procedure`(IN timecode text,IN arg1 float,IN arg2 float,IN arg3 float,IN arg4 float,IN arg5 float,IN arg6 float,IN arg7 float,IN arg8 float,IN arg9 float,IN arg10 float,IN arg11 float,IN arg12 float,IN arg13 float,IN arg14 float,IN arg15 float,IN arg16 float,IN arg17 float,IN arg18 float,IN arg19 float,IN arg20 float,IN arg21 float,IN arg22 float,IN arg23 float,IN arg24 float,IN arg25 float ,IN arg26 float,IN arg27 float,IN arg28 float,IN arg29 float,IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weisshorn_recorder.pressure_1min VALUES (NULL,timecode,arg1,arg2,arg3,arg4,arg5,arg6,arg7,arg8,arg9,arg10);
END$$
```

delimiter \$\$

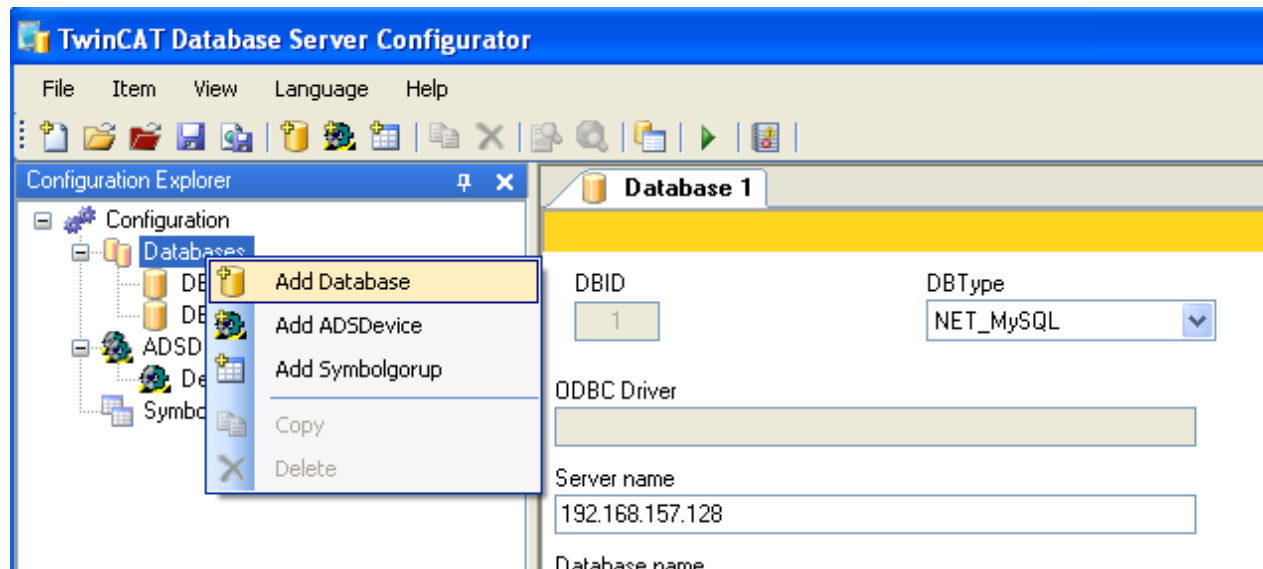
```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `temperature_procedure` (IN timecode text, IN arg1 float, IN
  arg2 float, IN arg3 float, IN arg4 float, IN arg5 float, IN arg6 float, IN arg7 float, IN arg8
float, IN arg9 float, IN arg10 float, IN arg11 float, IN arg12 float, IN arg13 float, IN arg14
float, IN arg15 float, IN arg16 float, IN arg17 float, IN arg18 float, IN arg19 float, IN arg20
float, IN arg21 float, IN arg22 float, IN arg23 float, IN arg24 float, IN arg25 float , IN arg26
float, IN arg27 float, IN arg28 float, IN arg29 float, IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weisshorn_recorder.temperature_1min VALUES (NULL, timecode, arg1, arg2, arg3, arg4,
arg5, arg6, arg7, arg8, arg9, arg10, arg11, arg12, arg13, arg14, arg15, arg16, arg17, arg18, arg19, arg20);
END$$
```

delimiter \$\$

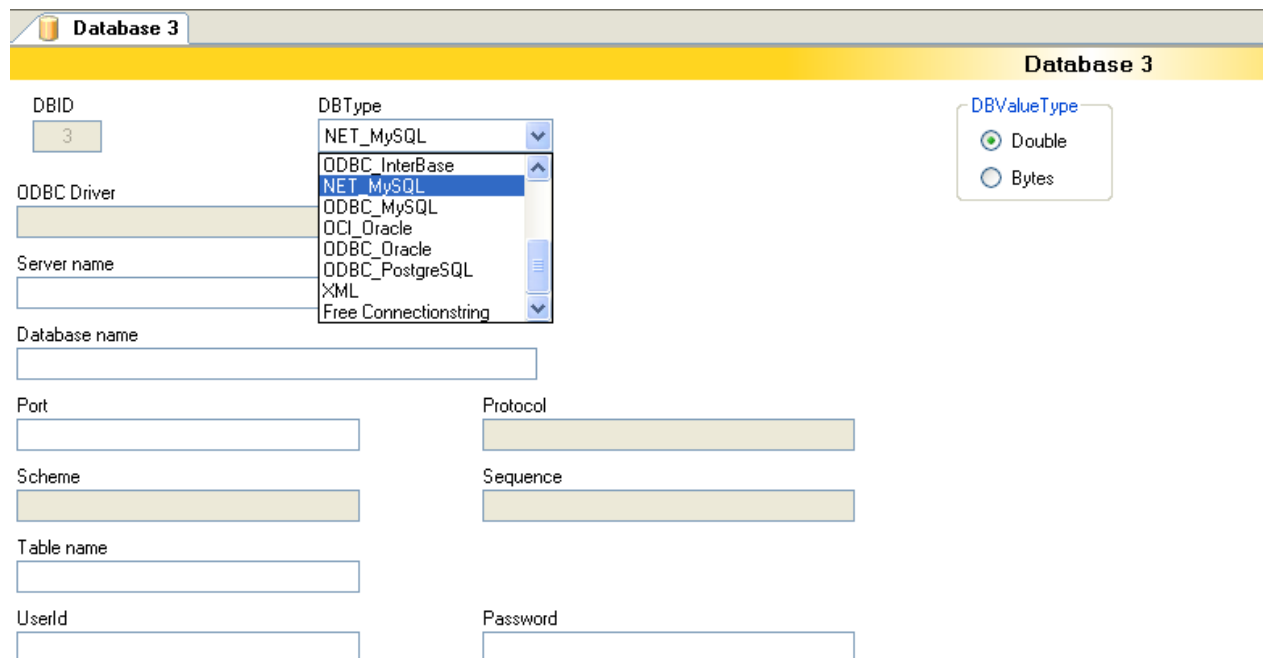
```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `voltage_procedure` (IN timecode text, IN arg1 float, IN
arg2 float, IN arg3 float, IN arg4 float, IN arg5 float, IN arg6 float, IN arg7 float, IN arg8
float, IN arg9 float, IN arg10 float, IN arg11 float, IN arg12 float, IN arg13 float, IN arg14
float, IN arg15 float, IN arg16 float, IN arg17 float, IN arg18 float, IN arg19 float, IN arg20
float, IN arg21 float, IN arg22 float, IN arg23 float, IN arg24 float, IN arg25 float , IN arg26
float, IN arg27 float, IN arg28 float, IN arg29 float, IN arg30 float)
BEGIN
INSERT INTO weisshorn_recorder.voltage_1min VALUES (NULL, timecode, arg1, arg2, arg3, arg4, arg5,
arg6, arg7, arg8, arg9, arg10, arg11, arg12, arg13, arg14, arg15, arg16, arg17, arg18, arg19, arg20, arg21,
arg22, arg23, arg24);
END$$
```

Annexe 8 : Procédure de création du fichier de configuration XML

Procédure de création du fichier XML de configuration



Etape 1: Ajouter une base de données



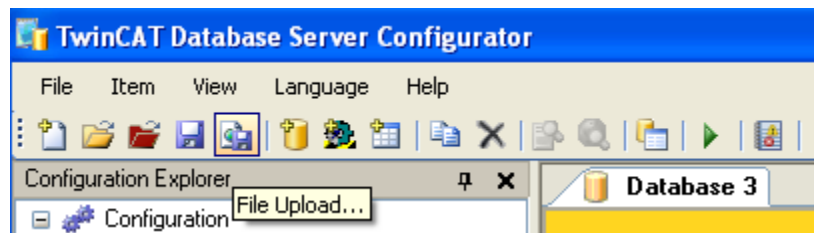
Etape 2: Sélectionner NET_MySQL

Procédure de création du fichier XML de configuration

DBID <input type="text" value="3"/>	DBType <input type="text" value="NET_MySQL"/>	DBValueType <input checked="" type="radio"/> Double <input type="radio"/> Bytes
ODBC Driver <input type="text"/>		
Server name <input type="text" value="entrez l'adresse IP du serveur MySql"/>		
Database name <input type="text" value="entrez le nom de la table (schema)"/>		
Port <input type="text" value="3306 (par défaut)"/>	Protocol <input type="text"/>	
Scheme <input type="text"/>	Sequence <input type="text"/>	
Table name <input type="text" value="laissez ce champ blanc"/>		
UserId <input type="text" value="root (par défaut) et votre MDP -->"/>	Password <input type="text"/>	

Etape 3: Entrez les champs suivants et retenez le DBID

Le DBID est utile dans le programme DATABASE



Etape 4: Charger le fichier de configuration avec TwinCAT System Manager en mode STOP



Etape 5: Activer la configuration depuis TwinCAT System Manager

Annexe 9 : Code du FB request_Constructor et du FB request_ConstructorForArray

0001	(* @OBJECTFLAGS := '0, 8' *)
0002	FUNCTION_BLOCK FB_requestConstructor
0003	VAR_INPUT
0004	sDateTime: T_MaxString;
0005	sProcedureNameString: T_MaxString;
0006	
0007	
0008	rArg1:REAL:=0;
0009	rArg2:REAL:=0;
0010	rArg3:REAL:=0;
0011	rArg4:REAL:=0;
0012	rArg5:REAL:=0;
0013	rArg6:REAL:=0;
0014	rArg7:REAL:=0;
0015	rArg8:REAL:=0;
0016	rArg9:REAL:=0;
0017	rArg10:REAL:=0;
0018	rArg11:REAL:=0;
0019	rArg12:REAL:=0;
0020	rArg13:REAL:=0;
0021	rArg14:REAL:=0;
0022	rArg15:REAL:=0;
0023	rArg16:REAL:=0;
0024	rArg17:REAL:=0;
0025	rArg18:REAL:=0;
0026	rArg19:REAL:=0;
0027	rArg20:REAL:=0;
0028	rArg21:REAL:=0;
0029	rArg22:REAL:=0;
0030	rArg23:REAL:=0;
0031	rArg24:REAL:=0;
0032	rArg25:REAL:=0;
0033	rArg26:REAL:=0;
0034	rArg27:REAL:=0;
0035	rArg28:REAL:=0;
0036	rArg29:REAL:=0;
0037	rArg30:REAL:=0;
0038	
0039	
0040	END_VAR
0041	VAR_OUTPUT
0042	sSqlRequestString:T_MaxString;
0043	END_VAR
0044	VAR
0045	
0046	sInsertString1: T_MaxString;
0047	sInsertString2: T_MaxString;
0048	sInsertString3: T_MaxString;
0049	sInsertString4: T_MaxString;
0050	sInsertString5: T_MaxString;
0051	
0052	FB_FormatString1: FB_FormatString;
0053	bErrorFormatString1: BOOL;
0054	nErridFormatString1: DINT;
0055	FB_FormatString2: FB_FormatString;
0056	bErrorFormatString2: BOOL;
0057	nErridFormatString2: DINT;
0058	FB_FormatString3: FB_FormatString;
0059	bErrorFormatString3: BOOL;
0060	nErridFormatString3: DINT;
0061	FB_FormatString4: FB_FormatString;
0062	bErrorFormatString4: BOOL;
0063	nErridFormatString4: DINT;
0064	FB_FormatString5: FB_FormatString;
0065	bErrorFormatString5: BOOL;
0066	nErridFormatString5: DINT;

0067	FB_FormatString6: FB_FormatString;
0068	bErrorFormatString6: BOOL;
0069	nErridFormatString6: DINT;
0070	
0071	
0072	
0073	END_VAR
0001	(*Create the SQL-INSERT command*)
0002	FB_FormatString1(
0003	sFormat:= 'CALL %S (\$'%S\$',';
0004	arg1:=F_STRING(sProcedureNameString),
0005	arg2:= F_STRING(sDateTime),
0006	sOut=> sInsertString1,
0007	bError=> bErrorFormatString1,
0008	nErrId=> nErridFormatString1);
0009	
0010	
0011	(*Create the SQL-INSERT command*)
0012	FB_FormatString2(
0013	sFormat:= '%S %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F ';
0014	arg1:= F_STRING(sInsertString1),
0015	arg2:= F_REAL(rArg1),
0016	arg3:= F_REAL(rArg2),
0017	arg4:= F_REAL(rArg3),
0018	arg5:= F_REAL(rArg4),
0019	arg6:= F_REAL(rArg5),
0020	arg7:= F_REAL(rArg6),
0021	sOut=> sInsertString2,
0022	bError=> bErrorFormatString2,
0023	nErrId=> nErridFormatString2);
0024	
0025	(*Create the SQL-INSERT command*)
0026	FB_FormatString3(
0027	sFormat:= '%S, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F ';
0028	arg1:= F_STRING(sInsertString2),
0029	arg2:= F_REAL(rArg7),
0030	arg3:= F_REAL(rArg8),
0031	arg4:= F_REAL(rArg9),
0032	arg5:= F_REAL(rArg10),
0033	arg6:= F_REAL(rArg11),
0034	arg7:= F_REAL(rArg12),
0035	sOut=> sInsertString3,
0036	bError=> bErrorFormatString3,
0037	nErrId=> nErridFormatString3);
0038	
0039	
0040	(*Create the SQL-INSERT command*)
0041	FB_FormatString4(
0042	sFormat:= '%S, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F';
0043	arg1:= F_STRING(sInsertString3),
0044	arg2:= F_REAL(rArg13),
0045	arg3:= F_REAL(rArg14),
0046	arg4:= F_REAL(rArg15),
0047	arg5:= F_REAL(rArg16),
0048	arg6:= F_REAL(rArg17),
0049	arg7:= F_REAL(rArg18),
0050	sOut=> sInsertString4,
0051	bError=> bErrorFormatString4,
0052	nErrId=> nErridFormatString4);
0053	
0054	
0055	(*Create the SQL-INSERT command*)
0056	FB_FormatString5(
0057	sFormat:= '%S, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F ';
0058	arg1:= F_STRING(sInsertString4),
0059	arg2:= F_REAL(rArg19),

0060	arg3:= F_REAL(rArg20),
0061	arg4:= F_REAL(rArg21),
0062	arg5:= F_REAL(rArg22),
0063	arg6:= F_REAL(rArg23),
0064	arg7:= F_REAL(rArg24),
0065	sOut=> sInsertString5,
0066	bError=> bErrorFormatString5,
0067	nErrId=> nErrIdFormatString5);
0068	
0069	
0070	FB_FormatString6(
0071	sFormat:= '%S, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F, %.1F) ',
0072	arg1:= F_STRING(sInsertString5),
0073	arg2:= F_REAL(rArg25),
0074	arg3:= F_REAL(rArg26),
0075	arg4:= F_REAL(rArg27),
0076	arg5:= F_REAL(rArg28),
0077	arg6:= F_REAL(rArg29),
0078	arg7:= F_REAL(rArg30),
0079	sOut=> sSqlRequestString,
0080	bError=> bErrorFormatString6,
0081	nErrId=> nErrIdFormatString6);

Annexe 10 : Code du PRG ADS_READER

0001	PROGRAM ADS_READER
0002	VAR
0003	cont:CTU;
0004	read:ADSREAD;
0005	tempo:TON;
0006	read_busy:BOOL;
0007	read_err:BOOL;
0008	read_err_id:UDINT;
0009	cyclus:BOOL;
0010	elapsed_time: TIME;
0011	struct_visu: STRUCT_REMOTE_VISU;
0012	counter: INT;
0013	size: INT;
0014	
0015	lastupdate:T_MaxString;
0016	END_VAR
0001	(*lecture chaque seconde*)
0002	tempo(IN:= NOT cyclus , PT:=TIME#1s , Q=>cyclus , ET=>elapsed_time);
0003	
0004	size:=SIZEOF(struct_visu);
0005	read(
0006	NETID:= '192.168.50.100.1.1', (*AMS ID de l'ordinateur distant, ici le Weisshorn*)
0007	PORT:= 801 ,
0008	IDXGRP:=16#4020 , (*sélection de la plage mémoire %M*)
0009	IDXOFFS:=0 ,
0010	LEN:=SIZEOF(struct_visu) , (*taille de la strucuture*)
0011	DESTADDR:=ADR(struct_visu) , (*adresse de la structure*)
0012	READ:=cyclus , (*déclenchement du cycle de lecture*)
0013	TMOUT:=TIME#500ms , (*timeout*)
0014	BUSY=>read_busy ,
0015	ERR=>read_err ,
0016	ERRID=> read_err_id);
0017	
0018	local_struct := struct_visu;
0019	
0020	
0021	
0022	
0023	(*compteur d'erreur*)
0024	cont(
0025	CU:=read_err ,
0026	RESET:= ,
0027	PV:= ,
0028	Q=> ,
0029	CV=>counter);
0030	
0031	(*dernier rafraichissement*)
0032	IF NOT read_busy AND NOT read_err THEN
0033	lastupdate:=sDateTimeString;
0034	END_IF

Annexe 11 : Code du PRG DATABASE

```

0001 (* @OBJECTFLAGS := '0, 8' *)
0002 PROGRAM DATABASE
0003 VAR
0004
0005     NT_GetTime1: NT_GetTime;
0006     bTimestart: BOOL;
0007     tTime: TIMESTRUCT;
0008
0009     FB_FormatStringDateTime: FB_FormatString;
0010     sDateTimeString: T_MaxString;
0011
0012     start_record :BOOL;
0013
0014     FB_requestConstructor_voltage: FB_requestConstructorForArray;
0015     FB_DBRecordInsert_voltage: FB_DBRecordInsert_EX;
0016     bBusyInsert_voltage: BOOL;
0017     bErrInsert_voltage: BOOL;
0018     nErridInsert_voltage: UDINT;
0019     stSQLStateInsert_voltage: ST_DBSQLError;
0020
0021     FB_requestConstructor_current: FB_requestConstructorForArray;
0022     FB_DBRecordInsert_current: FB_DBRecordInsert_EX;
0023     bBusyInsert_current: BOOL;
0024     bErrInsert_current: BOOL;
0025     nErridInsert_current: UDINT;
0026     stSQLStateInsert_current: ST_DBSQLError;
0027
0028     FB_requestConstructor_power: FB_requestConstructorForArray;
0029     FB_DBRecordInsert_power: FB_DBRecordInsert_EX;
0030     bBusyInsert_power: BOOL;
0031     bErrInsert_power: BOOL;
0032     nErridInsert_power: UDINT;
0033     stSQLStateInsert_power: ST_DBSQLError;
0034
0035     FB_requestConstructor_cosphi: FB_requestConstructorForArray;
0036     FB_DBRecordInsert_cosphi: FB_DBRecordInsert_EX;
0037     bBusyInsert_cosphi: BOOL;
0038     bErrInsert_cosphi: BOOL;
0039     nErridInsert_cosphi: UDINT;
0040     stSQLStateInsert_cosphi: ST_DBSQLError;
0041
0042     FB_requestConstructor_analog: FB_requestConstructor;
0043     FB_DBRecordInsert_analog: FB_DBRecordInsert_EX;
0044     bBusyInsert_analog: BOOL;
0045     bErrInsert_analog: BOOL;
0046     nErridInsert_analog: UDINT;
0047     stSQLStateInsert_analog: ST_DBSQLError;
0048
0049     FB_requestConstructor_contact: FB_requestConstructor;
0050     FB_DBRecordInsert_contact: FB_DBRecordInsert_EX;
0051     bBusyInsert_contact: BOOL;
0052     bErrInsert_contact: BOOL;
0053     nErridInsert_contact: UDINT;
0054     stSQLStateInsert_contact: ST_DBSQLError;
0055
0056     FB_requestConstructor_frequency: FB_requestConstructor;
0057     FB_DBRecordInsert_frequency: FB_DBRecordInsert_EX;
0058     bBusyInsert_frequency: BOOL;
0059     bErrInsert_frequency: BOOL;
0060     nErridInsert_frequency: UDINT;
0061     stSQLStateInsert_frequency: ST_DBSQLError;
0062
0063     FB_requestConstructor_level: FB_requestConstructor;
0064     FB_DBRecordInsert_level: FB_DBRecordInsert_EX;
0065     bBusyInsert_level: BOOL;
0066     bErrInsert_level: BOOL;

```

0067	nErridInsert_level: UDINT;
0068	stSQLStateInsert_level: ST_DBSQLError;
0069	
0070	
0071	FB_requestConstructor_pressure: FB_requestConstructor;
0072	FB_DBRecordInsert_pressure: FB_DBRecordInsert_EX;
0073	bBusyInsert_pressure: BOOL;
0074	bErrInsert_pressure: BOOL;
0075	nErridInsert_pressure: UDINT;
0076	stSQLStateInsert_pressure: ST_DBSQLError;
0077	
0078	FB_requestConstructor_temperature: FB_requestConstructor;
0079	FB_DBRecordInsert_temperature: FB_DBRecordInsert_EX;
0080	bBusyInsert_temperature: BOOL;
0081	bErrInsert_temperature: BOOL;
0082	nErridInsert_temperature: UDINT;
0083	stSQLStateInsert_temperature: ST_DBSQLError;
0084	
0085	END_VAR
0001	(*Create the timestamp*)
0002	
0003	NT_GetTime1(START:= bTimestart, TIMESTR=> tTime);
0004	IF NOT NT_GetTime1.BUSY THEN
0005	bTimestart := NOT bTimestart;
0006	END_IF
0007	
0008	FB_FormatStringDateTime(
0009	sFormat:= '%D-%D-%D %D:%D:%D',
0010	arg1:= F_WORD(tTime.wYear),
0011	arg2:= F_WORD(tTime.wMonth),
0012	arg3:= F_WORD(tTime.wDay),
0013	arg4:= F_WORD(tTime.wHour),
0014	arg5:= F_WORD(tTime.wMinute),
0015	arg6:= F_WORD(tTime.wSecond),
0016	sOut=> sDateTimeString);
0017	
0018	IF tTime.wSecond =0 THEN
0019	start_record:=TRUE;
0020	ELSE
0021	start_record:=FALSE;
0022	END_IF
0023	
0024	(*Create and Write the voltages records to the database*)
0025	
0026	FB_requestConstructor_voltage(
0027	sDateTime:= sDateTimeString,
0028	sProcedureNameString:='voltage_procedure' ,
0029	inputArray:= iVoltage,
0030	sSqlRequestString=>);
0031	
0032	FB_DBRecordInsert_voltage(
0033	sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0034	hDBID:= 3,
0035	cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_voltage.sSqlRequestString),
0036	pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_voltage.sSqlRequestString),
0037	bExecute:=start_record ,
0038	tTimeout:= T#15s,
0039	bBusy=>bBusyInsert_voltage,
0040	bError=> bErrInsert_voltage,
0041	nErrID=>nErridInsert_voltage ,
0042	sSQLState=>stSQLStateInsert_voltage);
0043	
0044	
0045	
0046	(*Create and Write the currents records to the database*)
0047	FB_requestConstructor_current(

```

0048 sDateTime:= sDateTimeString,
0049 sProcedureNameString:='current_procedure' ,
0050 inputArray:= iCurrent,
0051 sSqlRequestString=> );
0052
0053 FB_DBRecordInsert_current(
0054 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0055 hDBID:= 3,
0056 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_current.sSqlRequestString),
0057 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_current.sSqlRequestString),
0058 bExecute:=start_record ,
0059 tTimeout:= T#15s,
0060 bBusy=>bBusyInsert_current,
0061 bError=> bErrInsert_current,
0062 nErrID=>nErridInsert_current ,
0063 sSQLState=>stSQLStateInsert_current );
0064
0065 (*Create and Write the powers records to the database*)
0066 FB_requestConstructor_power(
0067 sDateTime:= sDateTimeString,
0068 sProcedureNameString:='power_procedure' ,
0069 inputArray:= iEffectivePower,
0070 sSqlRequestString=> );
0071
0072 FB_DBRecordInsert_power(
0073 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0074 hDBID:= 3,
0075 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_power.sSqlRequestString),
0076 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_power.sSqlRequestString),
0077 bExecute:=start_record ,
0078 tTimeout:= T#15s,
0079 bBusy=>bBusyInsert_power,
0080 bError=> bErrInsert_power,
0081 nErrID=>nErridInsert_power ,
0082 sSQLState=>stSQLStateInsert_power );
0083
0084
0085 (*Create and Write the cosphis records to the database*)
0086 FB_requestConstructor_cosphi(
0087 sDateTime:= sDateTimeString,
0088 sProcedureNameString:='cosphi_procedure' ,
0089 inputArray:= iPowerFactor,
0090 sSqlRequestString=> );
0091
0092 FB_DBRecordInsert_cosphi(
0093 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0094 hDBID:= 3,
0095 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_cosphi.sSqlRequestString),
0096 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_cosphi.sSqlRequestString),
0097 bExecute:=start_record ,
0098 tTimeout:= T#15s,
0099 bBusy=>bBusyInsert_cosphi,
0100 bError=> bErrInsert_cosphi,
0101 nErrID=>nErridInsert_cosphi ,
0102 sSQLState=>stSQLStateInsert_cosphi );
0103
0104
0105 (*Create and Write the analogs records to the database*)
0106 FB_requestConstructor_analog(
0107 sDateTime:= sDateTimeString,
0108 sProcedureNameString:='analog_procedure' ,
0109 rArg1:= Struct_Visu.Chauffage.position.vanne_givre,
0110 rArg2:=Struct_Visu.Chauffage.position.vanne_recuperation,
0111 rArg3:=Struct_Visu.Dependance.rayonnement.solaire,
0112 rArg4:=,
0113 rArg5:= ,

```

```

0114 rArg6:=,
0115 rArg7:= ,
0116 rArg8:= ,
0117 rArg9:= ,
0118 rArg10:= ,
0119 rArg11:= ,
0120 rArg12:= ,
0121 rArg13:= ,
0122 rArg14:= ,
0123 rArg15:= ,
0124 rArg16:= ,
0125 rArg17:= ,
0126 rArg18:= ,
0127 rArg19:= ,
0128 rArg20:= ,
0129 sSqlRequestString=> );
0130
0131 FB_DBRecordInsert_analog(
0132 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0133 hDBID:= 3,
0134 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_analog.sSqlRequestString),
0135 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_analog.sSqlRequestString),
0136 bExecute:=start_record ,
0137 tTimeout:= T#15s,
0138 bBusy=>bBusyInsert_analog,
0139 bError=> bErrInsert_analog,
0140 nErrID=>nErridInsert_analog ,
0141 sSQLState=>stSQLStateInsert_analog );
0142
0143
0144 (*Create and Write the contacts records to the database*)
0145 FB_requestConstructor_contact(
0146 sDateTime:= sDateTimeString,
0147 sProcedureNameString:='contact_procedure' ,
0148 rArg1:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Tableau.contact.alarme_tableau_froid),
0149 rArg2:=BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Tableau.contact.generatrice_alarme),
0150 rArg3:=BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Tableau.contact.generatrice_auto),
0151 rArg4:=BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Tableau.contact.generatrice_start),
0152 rArg5:=BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Tableau.contact.groupe1_sur_generatrice) ,
0153 rArg6:=BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Tableau.contact.groupe1_sur_turbine),
0154 rArg7:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.alarme),
0155 rArg8:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.alarme_defaut),
0156 rArg9:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.bruleur_marche),
0157 rArg10:=BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.chauffage_auto) ,
0158 rArg11:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.filtre_encrasse),
0159 rArg12:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.ventilation_vitesse_1),
0160 rArg13:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Chauffage.contact.ventilation_vitesse_2),
0161 rArg14:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.chauffage_auto),
0162 rArg15:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.chauffage_man),
0163 rArg16:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.chauffage_ON),
0164 rArg17:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.degrilleur_auto),
0165 rArg18:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.degrilleur_man),
0166 rArg19:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.degrilleur_ON),
0167 rArg20:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.degrilleur_TH),
0168 rArg21:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.degrilleur_man),
0169 rArg22:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.degrilleur_ON) ,
0170 rArg23:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.pompe_auto),
0171 rArg24:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.pompe_man),
0172 rArg25:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.pompe_TH),
0173 rArg26:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Barrage.contact.pompe_ON),
0174 rArg27:= BOOL_TO_REAL(Struct_Visu.Turbine.contact.interrupteur_general),
0175 rArg28:= ,
0176 rArg29:= ,
0177 rArg30:= ,
0178 sSqlRequestString=> );
0179

```



```

0180 FB_DBRecordInsert_contact(
0181 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0182 hDBID:= 3,
0183 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_contact.sSqlRequestString),
0184 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_contact.sSqlRequestString),
0185 bExecute:=start_record ,
0186 tTimeout:= T#15s,
0187 bBusy=>bBusyInsert_contact,
0188 bError=> bErrInsert_contact,
0189 nErrID=>nErridInsert_contact ,
0190 sSQLState=>stSQLStateInsert_contact );
0191
0192
0193
0194 (*Create and Write the frequencys records to the database*)
0195 FB_requestConstructor_frequency(
0196 sDateTime:= sDateTimeString,
0197 sProcedureNameString:='frequency_procedure' ,
0198 rArg1:=Struct_Visu.Turbine.puissance.Turbine.frequency ,
0199 rArg2:=Struct_Visu.Tableau.puissance.turbine_vers_hotel.frequency,
0200 rArg3:=Struct_Visu.Tableau.puissance.resistance_chauffage.frequency,
0201 rArg4:=,
0202 rArg5:=Struct_Visu.Tableau.puissance.generatrice.frequency,
0203 rArg6:=Struct_Visu.Turbine.puissance.resistance_securite.frequency,
0204 rArg7:=,
0205 rArg8:=Struct_Visu.Dependance.puissance.puissance_solaire.frequency,
0206 sSqlRequestString=> );
0207
0208 FB_DBRecordInsert_frequency(
0209 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0210 hDBID:= 3,
0211 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_frequency.sSqlRequestString),
0212 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_frequency.sSqlRequestString),
0213 bExecute:=start_record ,
0214 tTimeout:= T#15s,
0215 bBusy=>bBusyInsert_frequency,
0216 bError=> bErrInsert_frequency,
0217 nErrID=>nErridInsert_frequency ,
0218 sSQLState=>stSQLStateInsert_frequency );
0219
0220 (*Create and Write the levels records to the database*)
0221 FB_requestConstructor_level(
0222 sDateTime:= sDateTimeString,
0223 sProcedureNameString:='level_procedure' ,
0224 rArg1:=Struct_visu.Reservoir.niveau.eau,
0225 rArg2:=Struct_visu.Barrage.niveau.eau,
0226 rArg3:=,
0227 rArg4:=,
0228 rArg5:= ,
0229 rArg6:=,
0230 rArg7:= ,
0231 rArg8:= ,
0232 rArg9:= ,
0233 rArg10:= ,
0234 sSqlRequestString=> );
0235
0236 FB_DBRecordInsert_level(
0237 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0238 hDBID:= 3,
0239 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_level.sSqlRequestString),
0240 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_level.sSqlRequestString),
0241 bExecute:=start_record ,
0242 tTimeout:= T#15s,
0243 bBusy=>bBusyInsert_level,
0244 bError=> bErrInsert_level,
0245 nErrID=>nErridInsert_level ,

```

```

0246 sSQLState=>stSQLStateInsert_level );
0247
0248
0249 (*Create and Write the pressures records to the database*)
0250 FB_requestConstructor_pressure(
0251 sDateTime:= sDateTimeString,
0252 sProcedureNameString:='pressure_procedure' ,
0253 rArg1:=Struct_visu.Turbine.pression.entree_turbine ,
0254 rArg2:=,
0255 rArg3:=,
0256 rArg4:=,
0257 rArg5:= ,
0258 rArg6:=,
0259 rArg7:= ,
0260 rArg8:= ,
0261 rArg9:= ,
0262 rArg10:= ,
0263 sSqlRequestString=> );
0264
0265 FB_DBRecordInsert_pressure(
0266 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0267 hDBID:= 3,
0268 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_pressure.sSqlRequestString),
0269 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_pressure.sSqlRequestString),
0270 bExecute:=start_record ,
0271 tTimeout:= T#15s,
0272 bBusy=>bBusyInsert_pressure,
0273 bError=> bErrInsert_pressure,
0274 nErrID=>nErridInsert_pressure ,
0275 sSQLState=>stSQLStateInsert_pressure );
0276
0277
0278 (*Create and Write the temperatures records to the database*)
0279 FB_requestConstructor_temperature(
0280 sDateTime:= sDateTimeString,
0281 sProcedureNameString:='temperature_procedure' ,
0282 rArg1:=Struct_visu.Tableau.temperature.chambre_froid ,
0283 rArg2:=Struct_visu.Tableau.temperature.congelateur,
0284 rArg3:=Struct_visu.Chauffage.temperature.air_entree,
0285 rArg4:=Struct_visu.Chauffage.temperature.air_sortie,
0286 rArg5:=Struct_visu.Chauffage.temperature.boiler ,
0287 rArg6:=Struct_visu.Chauffage.temperature.tampon,
0288 rArg7:=Struct_visu.Chauffage.temperature.degivrage ,
0289 rArg8:=Struct_visu.Chauffage.temperature.restaurant,
0290 rArg9:= Struct_visu.Dependance.temperature.corridor,
0291 rArg10:= Struct_visu.Dependance.temperature.exterieure,
0292 rArg11:= Struct_visu.Dependance.temperature.panneau_PV,
0293 rArg12:= Struct_visu.Dependance.temperature.salon,
0294 rArg13:=Struct_visu.Dependance.temperature.tampon ,
0295 rArg14:=Struct_visu.Barrage.temperature.exterieur ,
0296 rArg15:= Struct_visu.Barrage.temperature.local,
0297 rArg16:= Struct_visu.Turbine.temperature.local,
0298 rArg17:= ,
0299 rArg18:= ,
0300 rArg19:= ,
0301 rArg20:= ,
0302 sSqlRequestString=> );
0303
0304 FB_DBRecordInsert_temperature(
0305 sNetID:='192.168.50.100.1.1' ,
0306 hDBID:= 3,
0307 cbCmdSize:= SIZEOF(FB_requestConstructor_temperature.sSqlRequestString),
0308 pCmdAddr:= ADR(FB_requestConstructor_temperature.sSqlRequestString),
0309 bExecute:=start_record ,
0310 tTimeout:= T#15s,
0311 bBusy=>bBusyInsert_temperature,

```

0314

```
bError=> bErrInsert_temperature,
nErrID=>nErridInsert_temperature ,
sSQLState=>stSQLStateInsert_temperature );
```

Annexe 12 : Code du PRG EMAIL

0001	(* @OBJECTFLAGS := '0, 8' *)
0002	PROGRAM EMAIL
0003	VAR
0004	sendEmail:FB_SmtpV3;
0005	string_constructor: FB_FormatString;
0006	sMessage: STRING(200) ;
0007	bError: BOOL;
0008	bBusy: BOOL;
0009	bStart: BOOL;
0010	nErrId:UDINT;
0011	END_VAR
0001	string_constructor(
0002	sFormat:= 'Le niveau du réservoir d\$'eau potable est descendu en dessous de 1.5 m ! ',
0003	arg1:=F_REAL(struct_visu.Chauffage.temperature.boiler) ,
0004	bError=> ,
0005	nErrId=> ,
0006	sOut=> sMessage);
0007	IF Struct_VISU.Reservoir.niveau.eau < 1.5 THEN
0008	bStart:=TRUE;
0009	END_IF
0010	IF Struct_VISU.Reservoir.niveau.eau > 2 THEN
0011	bStart:=FALSE;
0012	END_IF
0013	
0014	sendEmail(
0015	sNetId:= ,
0016	sSmtpServer:='smtp.gmail.com' ,
0017	sUsername:= 'weisshorn.sender@gmail.com',
0018	sPassword:='Weisshorn2015' ,
0019	nEncryption:= 2, (* 0=NONE, 1=STARTTLS, 2=SSL *)
0020	sFrom:='weisshorn.sender@gmail.com' ,
0021	sTo:= 'rigaud.joseph@gmail.com',
0022	sCc:= ,
0023	sBcc:= ,
0024	sSubject:= 'WEISSHORN: NIVEAU BAS EAU POTABLE',
0025	pMessage:=ADR(sMessage) ,
0026	cbMessage:= SIZEOF(sMessage),
0027	bExecute:= bStart,
0028	tTimeout:= T#20s,
0029	bBusy=> bBusy,
0030	bError=> bError,
0031	nErrId=> nErrId);
0032	

Annexe 13 : Capteurs et étalonnage

- *Capteur de niveau du réservoir :*

Type :	SIEMENS SITRANS P Serie MPS 7MF-1570-1DA01
Plage :	0..4 mH ₂ O
Signal :	4..20 mA
Niveau max du réservoir :	235 cm