

Rapport final mai 2004

Etude de la valorisation des rejets thermiques des Bains de Lavey

Rapport final

élaboré par

BSI Bureau de Service et d'Ingénierie SA
Chemin de Primerose 27
1007 Lausanne

avec le soutien de:

Les Bains de Lavey SA
CESLA SA

LES BAINS DE LAVEY SA

OFEN

CESLA SA

**Etude de la valorisation des rejets thermiques des
forages géothermiques de Lavey-les-Bains**

RAPPORT FINAL

BSI SA 423.01 OG,BS,PYS,GdP

BSI

1 Introduction

L'utilisation de l'eau thermale et de sa chaleur, dans le cadre des Bains de Lavey, correspond à la valorisation de la partie «facile» de cette ressource. Or les frais d'exploitation liés à l'achat de l'eau thermale et à son traitement représentent un montant annuel très conséquent. De plus, le rejet de l'eau thermale au Rhône dispose d'une autorisation temporaire du canton car ce rejet n'est à ce jour pas conforme aux directives en vigueur. La température de rejet ne doit pas dépasser 30°C et le taux de chlore libre doit être inférieur à 0.01 g/l.

Cette étude, confiée à BSI, Bureau de Service et d'Ingénierie SA, et financée par Les Bains de Lavey SA, CESLA SA et l'OFEN a pour objectif de :

- Collecter les données disponibles et effectuer une analyse temporelle du rejet
- Déterminer dans quelle mesure une réduction de la consommation d'eau thermale par les Bains et une diminution de la température de rejet est possible en optimisant les procédés internes.
- Evaluer les solutions possibles de dépollution du rejet (chlore libre)
- Effectuer un inventaire des variantes envisageables pour valoriser l'eau thermale disponible ainsi que l'énergie contenue dans le rejet.

2 Description sommaire des installations actuelles

Le schéma 2-1 donne une vision globale simplifiée des différents procédés présents dans le centre thermal ainsi que les différents échanges de chaleur opérés avec l'eau thermale. Le schéma est organisé dans la mesure du possible par niveaux de température. Les températures élevées sont en haut et les plus basses en bas. On peut remarquer en haut à droite les deux forages qui sont la source de toute l'eau thermale du site.

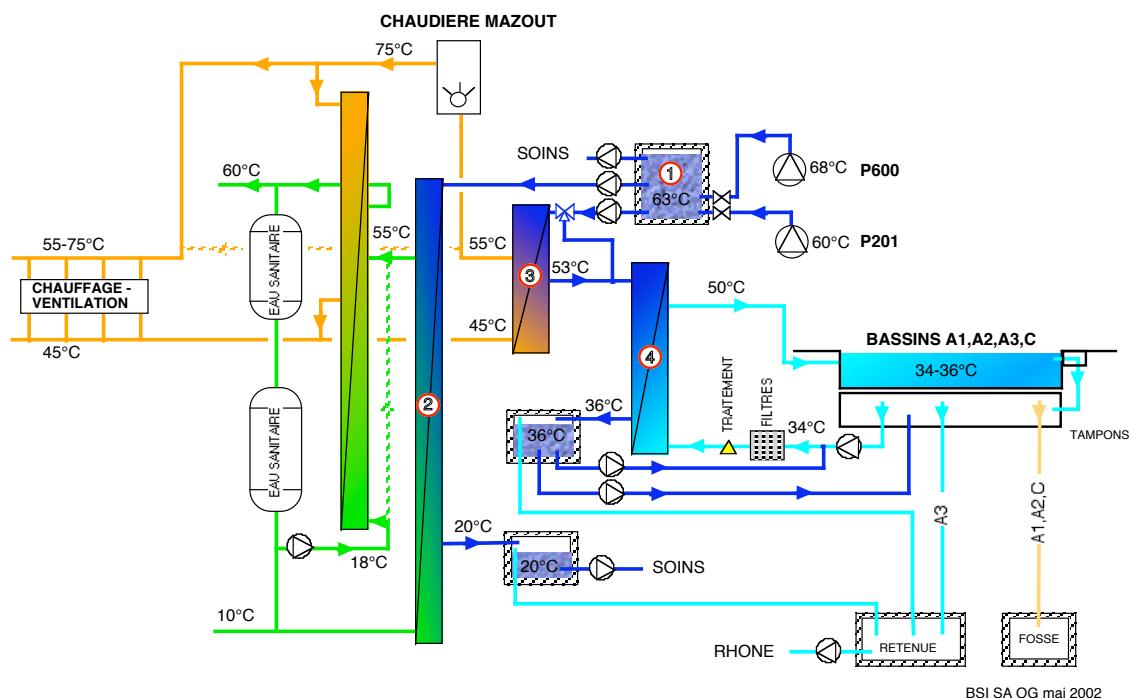


Schéma 2-1 : Schéma simplifié des installations et des procédés internes

Le centre thermal de Lavey-les-Bains a besoin d'eau thermale fraîche à plusieurs niveaux de température selon leur utilisation finale. La signification de fraîche n'a rien à voir avec la température mais avec la pureté de l'eau qui est préservée telle qu'à sa sortie du puits. Ainsi pour les soins dispensés dans le centre médical il est nécessaire de pouvoir alimenter des robinets mélangeurs en eau thermale fraîche à 20°C et à 63°C pour permettre par mélange d'obtenir de l'eau thermale à toutes les températures intermédiaires. Dans la partie publique, l'exploitation des bassins nécessite de l'eau à 36°C pour le renouvellement en eau et pour le nettoyage des filtres.

La production de ces différents niveaux de température est réalisée par un enchaînement hiérarchisé d'échangeurs de chaleur. Ceux-ci permettent la fourniture de la presque totalité de l'énergie aux bâtiments du complexe des Bains pour les besoins de chauffage, ventilation, production d'eau chaude sanitaire ainsi qu'évidemment le réchauffage de l'ensemble de l'eau des bassins intérieurs et extérieurs. Le bilan énergétique détaillé est au schéma 2-2.

Les eaux des deux puits, soit 940 l/min en moyenne annuelle, sont introduites dans un réservoir de 300 m³ de capacité (1) dont seule une faible partie est effectivement utilisée. Le mélange obtenu a une température de 63 °C en moyenne.

Trois types de prélèvement d'eau thermale sont effectués dans ce réservoir :

- Un premier prélèvement de 30 l/min alimente, au moyen de surpresseurs, la partie chaude des mélangeurs pour les soins.
- Un second prélèvement de 60 l/min traverse un échangeur de chaleur (2), utilisé pour le préchauffage de l'eau sanitaire des douches, et ressort dans un réservoir d'eau thermale fraîche à 20°C. Cette eau alimente, au moyen de surpresseurs , la partie froide des mélangeurs pour les soins.
- Le solde de 850 l/min est utilisé pour les besoins (600 kW) en chauffage ventilation sanitaire (CVS) par le biais d'un premier échangeur (3) qui refroidit l'eau thermale à 53 °C puis par un second (4) qui permet le réchauffage de l'eau des quatre bassins (1000 kW) en produisant de l'eau thermale à 36 °C. La quantité d'eau fraîche à 36 °C produite est donc dépendante de la météo.

Lors de situations extrêmes de froid et de vent, le réglage du second échangeur de réchauffage des bassins devient prioritaire. Il est alimenté partiellement en eau à 63 °C au lieu de 53 °C, et le complément pour les besoins énergétiques (CVS) des bâtiments doit être fourni par la chaudière.

L'eau thermale à 36 °C est utilisée exclusivement pour l'exploitation des quatre bassins du centre. Le renouvellement et l'apport en eau des bassins consomment en permanence 270 l/min. Le nettoyage des filtres à sable consomme 40 l/min et l'eau sale est directement évacuée à l'égout. Le solde de l'eau thermale, soit 540 l/min, est acheminé dans le réservoir de retenue dont la température est d'environ 34 à 36 °C . Une partie de l'eau thermale de renouvellement des bassins s'évapore (20 l/min) et le solde est acheminé dans le bassin de retenue dans le cas du grand bassin extérieur (115 l/min) et dans la fosse de pompage vers la STEP dans le cas des trois autres bassins (135 l/min)

Les 655 l/min qui parviennent dans le bassin de retenue sont ensuite évacués par pompage vers le Rhône à une température comprise entre 30 °C et 34 °C.

Etude de la valorisation des rejets thermiques des forages géothermiques de Lavey-les-Bains

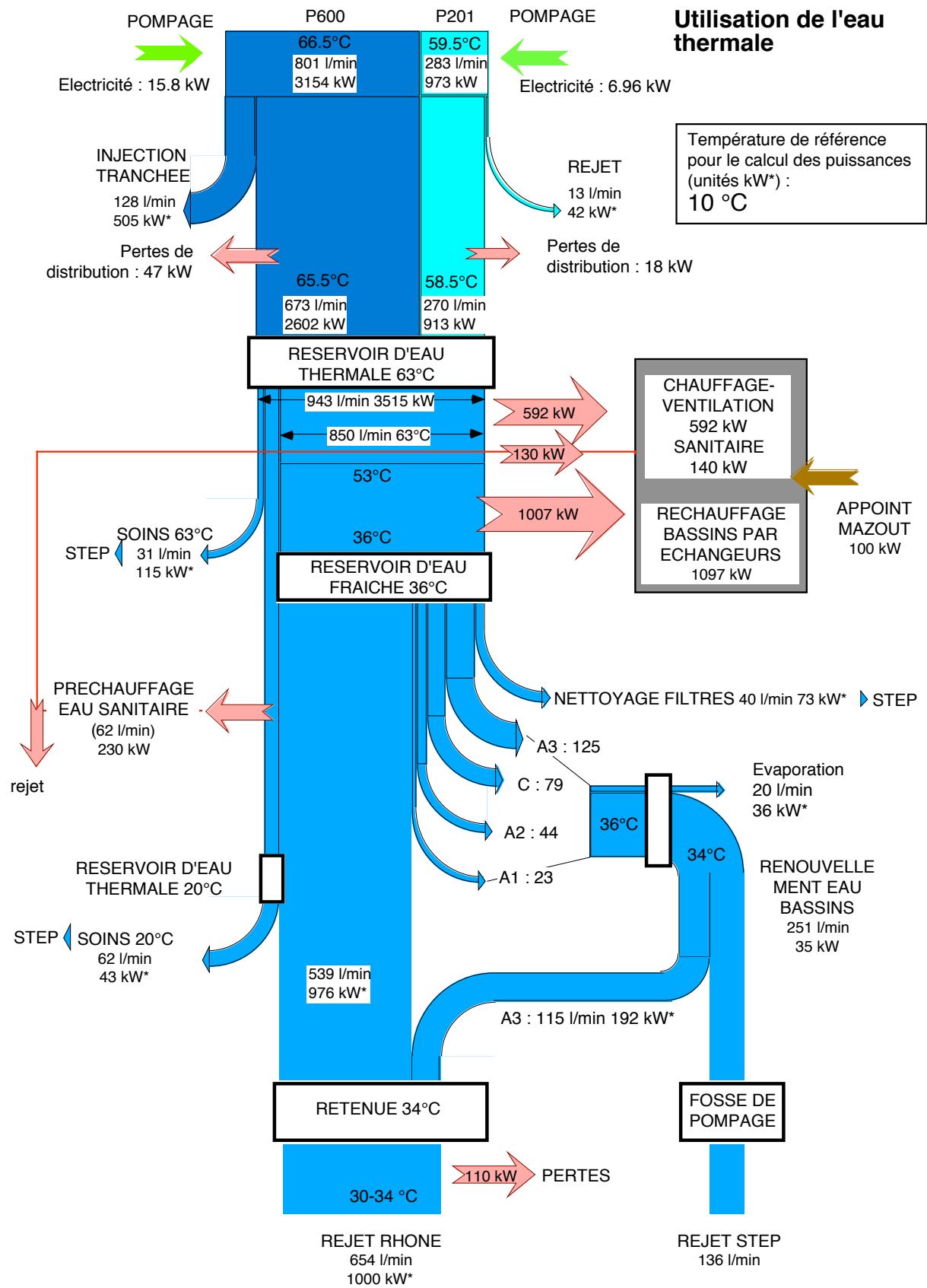


Schéma 2-1 Diagramme des flux d'eau thermale et des échanges de chaleur avec les différents procédés du centre

3 Collecte des données existantes

Les données disponibles sont :

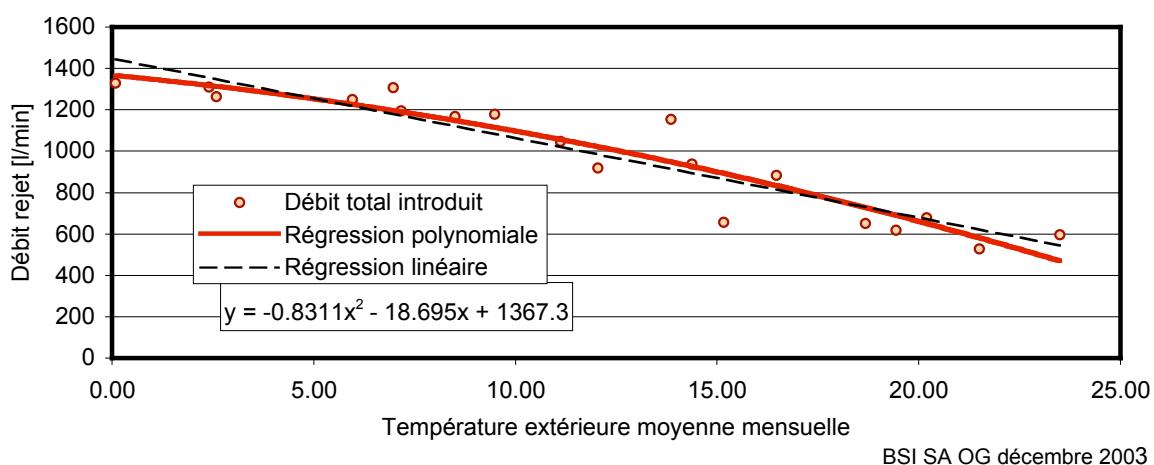
- Les débits de pompage dans les forages P201 et P600 calculés sur la base des relevés périodiques effectués par M. G. Bianchetti de Alpgéo Sarl dans le cadre du suivi hydrogéologique du forage.
- Des tableaux de mesures issus de la GTC du centre thermal, mis à disposition par Les Bains de Lavey SA
- L'analyse énergétique réalisée par BSI dans le cadre du rapport OFEN établi par M. G. Bianchetti du bureau AlpGéo Sarl

La première phase de l'analyse s'est effectuée au niveau mensuel. Les données de débit, de température et d'énergie ont donc été assemblées sous forme d'un tableau fournissant l'ensemble des valeurs mensuelles disponibles entre janvier 2002 et juillet 2003.

L'analyse du rejet permet de mettre en évidence l'influence de la température extérieure sur le débit rejeté et sur sa température.

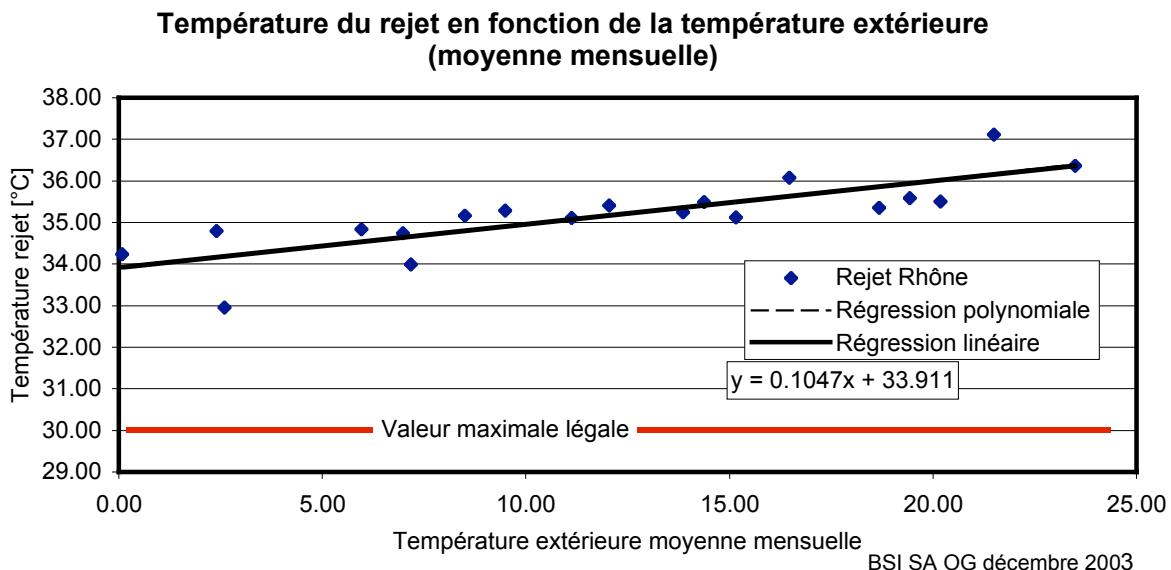
Le graphique 3-1 indique le débit total introduit dans le centre thermal en fonction de la température extérieure. Ces deux grandeurs sont indiquées en moyenne mensuelle. Le débit est directement fonction de la température extérieure puisque la principale utilisation de l'eau thermale est la chaleur qu'elle contient. Les besoins d'énergie pour le CVS et pour le réchauffage de l'eau des bassins sont pratiquement, exclusivement couverts par l'eau thermale. On remarque que le débit «plafonne» lorsqu'il fait très froid, ce qui correspond à la limite de fourniture possible des deux forages.

Débit de rejet en fonction de la température extérieure (moyenne mensuelle)



Graphique 3-1 : Signature, en moyenne mensuelle, du débit d'eau thermale en fonction de la température extérieure

Le graphique 3-2 indique la température de rejet dans le bassin de retenue, dernière étape avant le rejet au Rhône, en fonction de la température extérieure. Une ligne rouge indique la valeur maximale légale de rejet dans le Rhône.



Graphique 3-2: Signature, en moyenne mensuelle, de la température actuelle de rejet en fonction de la température extérieure

La température de rejet est également liée à la température extérieure. Elle est plus basse lorsqu'il fait froid que lorsqu'il fait chaud. Ainsi par grand froid, elle est de 34°C alors qu'elle atteint 36°C en été. Ce phénomène provient probablement du fait que le renouvellement en eau suffit largement à compenser les pertes en été.

4 Analyse temporelle des rejets et modèle de consommation

L'analyse temporelle des rejets a pour objectif de mieux comprendre qui sont les consommateurs d'énergie et de quelle manière ils sont consommateurs.

L'analyse de mesures réalisées en continu est certes une méthode possible, mais elle nécessite de disposer d'une archive complète d'une année sur l'ensemble des points à analyser. Or, bien que disposant d'un système de gestion technique centralisé (GTC), il n'a pas été possible de reconstituer une archive de mesures en continu (au moins heure par heure) d'une année.

La seconde solution, qui est celle qui a été adoptée dans cette phase de l'étude, est de décrire la demande en énergie et/ou en eau thermale heure par heure, pour chaque consommateur. La mise en œuvre d'un modèle de consommation permet de comprendre qui sont les consommateurs, quand ils consomment et combien ils consomment. Ainsi dans le cas des Bains de Lavey, un comportement a été exprimé pour les procédés suivants :

Eau chaude sanitaire : heures d'ouverture, nombre moyen d'entrées en fonction de la saison, profil hebdomadaire et journalier type de visite, consommation moyenne par visite.

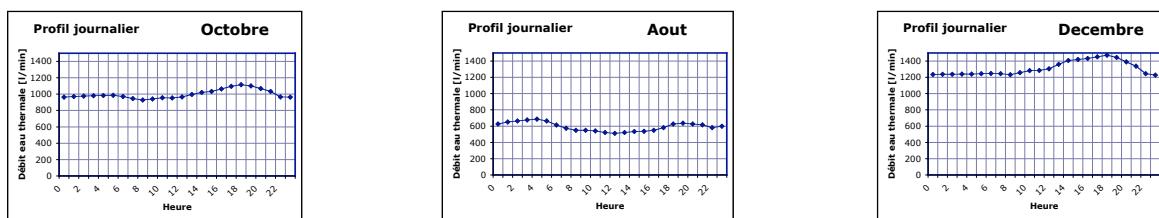
Ventilation : relevé des débits et des températures de pulsion des monoblocs

principaux, prise en compte des récupérations de chaleur.

Chaussage : signature énergétique, prise en compte des valeurs élevées de température ambiante de certaines zones.

Piscines : relevés des débits de renouvellement en eau thermale fraîche, ajustement du coefficient de pertes convectives en fonction des résultats de la première analyse énergétique.

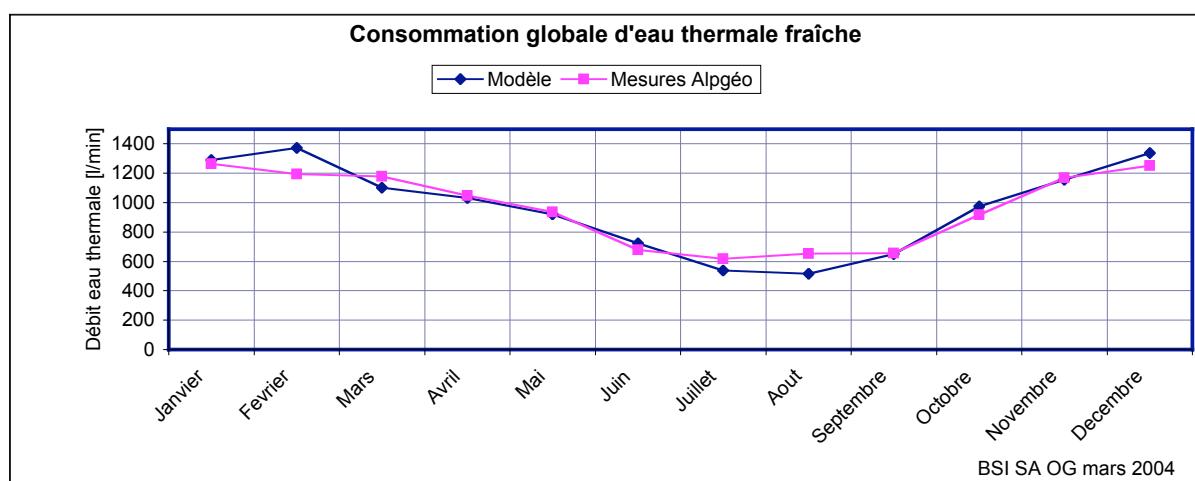
Après combinaison des différents profils des procédés, on obtient le modèle de consommation global qui simule heure par heure, la consommation d'eau thermale. Le graphique 4-0 illustre l'allure d'un profil horaire journalier de consommation au mois d'octobre en août et en décembre.



Graphique 4-0 : Illustration de trois profils horaires modélisés en octobre, en août et en décembre

Un modèle horaire permet l'analyse fine des procédés en prenant en compte les valeurs minimales et maximales auxquelles il faut faire face. Il permet de tester les variantes d'optimisation et de comparer leurs performances. La limite principale d'un tel modèle est qu'il est basé sur un fichier de données météo horaires réelles d'une année spécifique, qui ne reflète pas forcément la moyenne de fonctionnement.

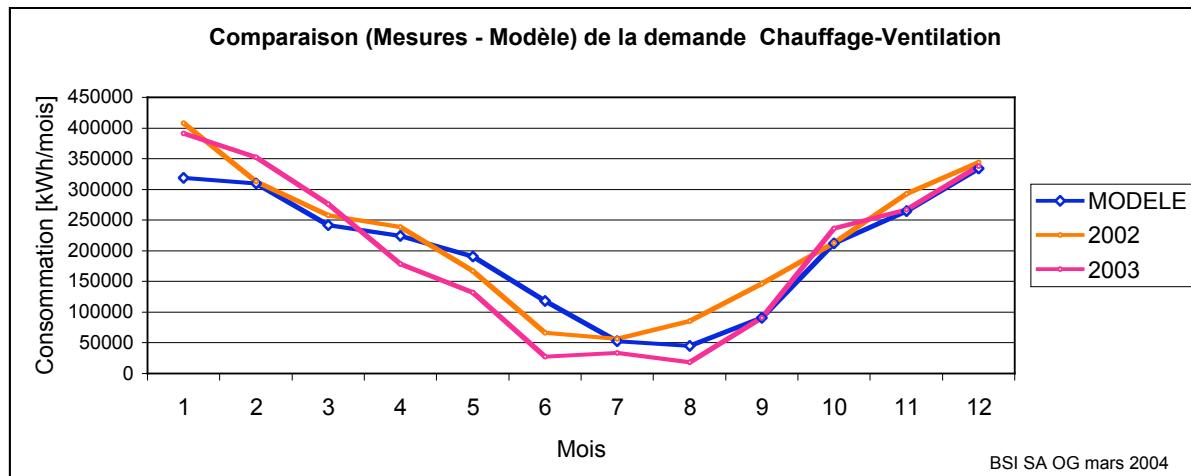
Une fois décrit ce modèle doit être ajusté puis validé par comparaison avec des mesures réelles.



Graphique 4-1 : Validation du modèle global par comparaison avec les mesures

Le graphique 4-1 illustre la bonne corrélation entre le modèle horaire et les mesures globales de consommation d'eau thermale de 2002.

Une étude spécifique de la consommation de chauffage et de ventilation a été réalisée pour Les Bains de Lavey SA. Cette étude s'est appuyée sur les relevés du système de gestion pour les années 2002 et 2003. Une comparaison de la consommation de ces procédés internes avec le modèle est donnée au graphique 4-2. On remarque une très bonne concordance entre mesures et modèle, seule une différence plus marquée est visible en janvier et qui est probablement due à une météo moins favorable dans ces années 2002 – 2003 que dans le fichier météo utilisé dans le modèle. On remarque également l'année 2003 particulièrement chaude au cours de laquelle la consommation entre avril et septembre est particulièrement faible.



Graphique 4-2 : Validation du modèle chauffage-ventilation par comparaison avec les mesures

Le modèle étant validé, il est maintenant possible d'analyser l'impact d'une solution technique sur la consommation globale d'eau thermale.

5 Etude des procédés internes d'échange de chaleur, de transport et de stockage d'eau thermale

La répartition de la consommation entre les différents procédés est indiquée au graphique 5-1. On constate que la part consacrée au chauffage et au renouvellement de l'eau des piscines est de 69%, celle du chauffage des bâtiments est de 15% et le solde est réparti entre la ventilation et la préparation d'eau chaude sanitaire.

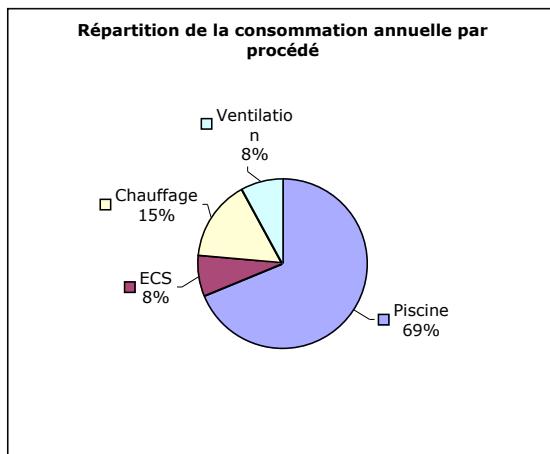


Figure 5-1 : Répartition de la consommation d'énergie entre procédés

5.1 Chauffage des piscines :

La réduction de la consommation d'eau liée aux piscines est difficile car la température de ces dernières ne peut pas être réduite. Le remplacement des échangeurs au profit d'une injection directe d'eau thermale, qui permet une économie d'eau et une baisse de la température de rejet, est certes possible, mais l'économie sur la facture d'eau thermale ne permet pas du tout de compenser l'augmentation des frais de traitement d'eau dus au renouvellement en eau fraîche accru. La teneur en chlore libre doit, en effet, être garantie dans les bassins. Seul un procédé de traitement anti-bactérien avec des rayons ultraviolets au lieu du traitement actuel au chlore pourrait rendre cette variante réalisable. Ce procédé de traitement est largement utilisé dans le traitement de l'eau potable, mais il n'est, à notre connaissance, pas encore admis par le laboratoire cantonal pour les piscines. Le niveau de température du rejet est directement lié aux bassins, dont une partie de l'eau qui arrive dans les bassins tampons n'est pas recyclée pour assurer un renouvellement en eau. Cette eau usée à 36°C, qui contient du chlore, parvient dans le bassin de retenue, avant d'être rejetée.

5.2 Chauffage des locaux :

Le chauffage statique des locaux est difficilement modifiable et travaille déjà à une température relativement basse en regard des températures ambiantes élevées nécessaires dans les locaux du centre thermal et en considérant que le reste des locaux est constitué de locaux rénovés.

5.3 Ventilation :

L'analyse de la cascade exergétique existante a permis par contre de remarquer que la ventilation, a la possibilité de travailler à des températures très basses. Or, malgré sa température finale ne dépassant pas 30°C, notamment pour le préchauffage de l'air de renouvellement, la ventilation est alimentée par le circuit à haute température qui dessert également le chauffage statique. De plus, une récupération de chaleur sur l'air évacué limite complètement les possibilités de travail à basse température avec l'eau thermale.

La création d'un procédé de préchauffage de l'air de ventilation avec de l'eau thermale déjà refroidie par un autre procédé permettrait une économie très intéressante d'eau thermale fraîche à 63°C ainsi qu'une diminution de la température de rejet pour un investissement raisonnable et amortissable en peu de temps. Cette approche peut sembler troublante, pourtant elle est caractéristique des installations de valorisation de chaleur de rejet (Figure 5-2). En effet dans ces dernières, une récupération de chaleur, à priori pertinente pour des énergies non renouvelables, limite bien la consommation à haute température mais l'énergie économisée se retrouve à plus basse température dans le rejet du procédé situé à un niveau de température plus élevée.

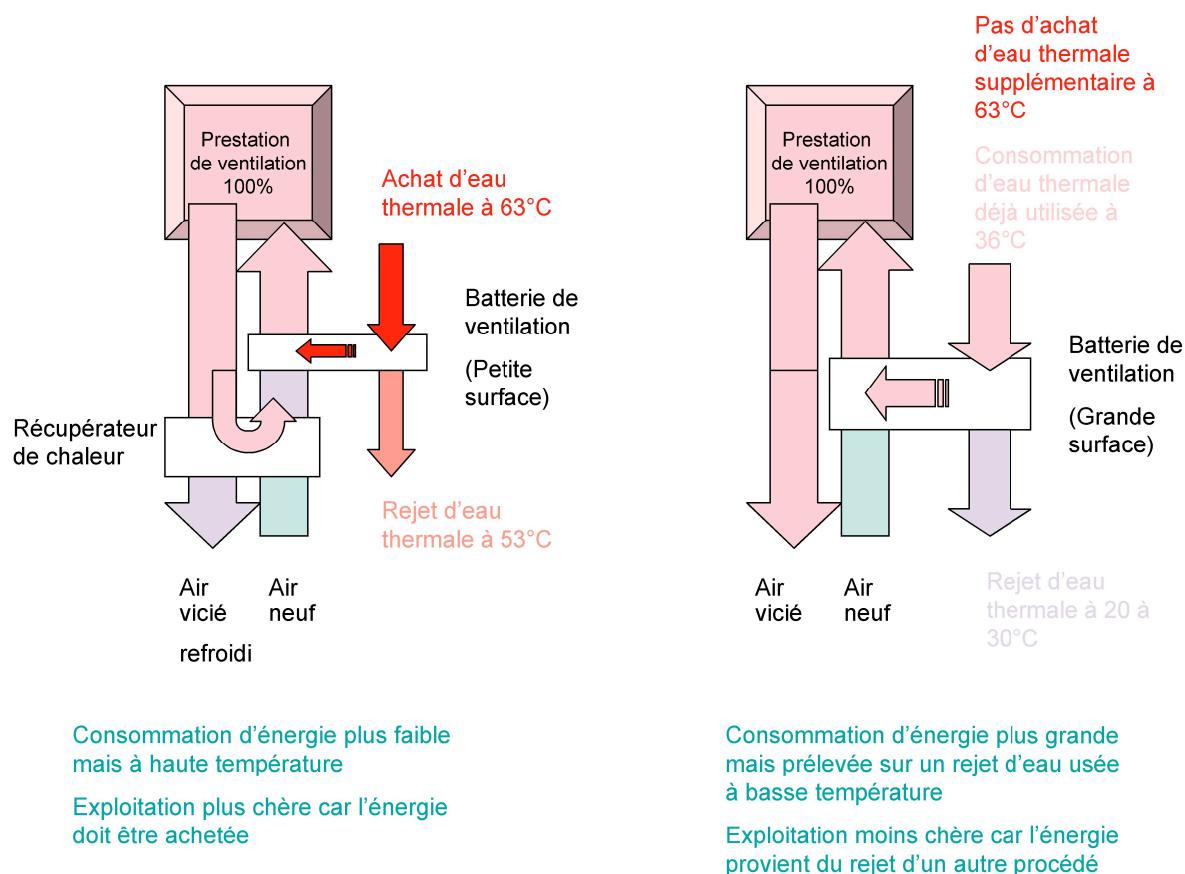


Figure 5-2 Comparaison de la valorisation exergétique d'énergie de rejet avec et sans récupérateur de chaleur sur la ventilation.

5.4 Eau sanitaire :

La production d'eau chaude sanitaire pour les douches est actuellement pénalisée par la contrainte de production d'eau thermale fraîche à 20°C, utilisée pour les soins. Or la distribution d'une faible quantité d'eau thermale tiède est confrontée à un problème bactérien lié au temps de stagnation de l'eau trop long. Ce procédé sera vraisemblablement supprimé. Libéré de cette contrainte, le préchauffage de l'eau sanitaire pourra être considérablement accru et permettra la valorisation d'eau thermale déjà refroidie par un autre procédé.

6 Solutions possibles pour la déchloration du rejet

L'eau thermale de renouvellement des bassins des piscines contient une quantité importante de chlore libre. Le laboratoire cantonal impose un taux de chlore libre de 0.4 g/l dans les bassins pour répondre aux normes sanitaires. Il s'agit donc de trouver une solution technique pour déchlorer cette eau avant son rejet qui ne doit pas contenir plus de 0.01 g/l de chlore libre.

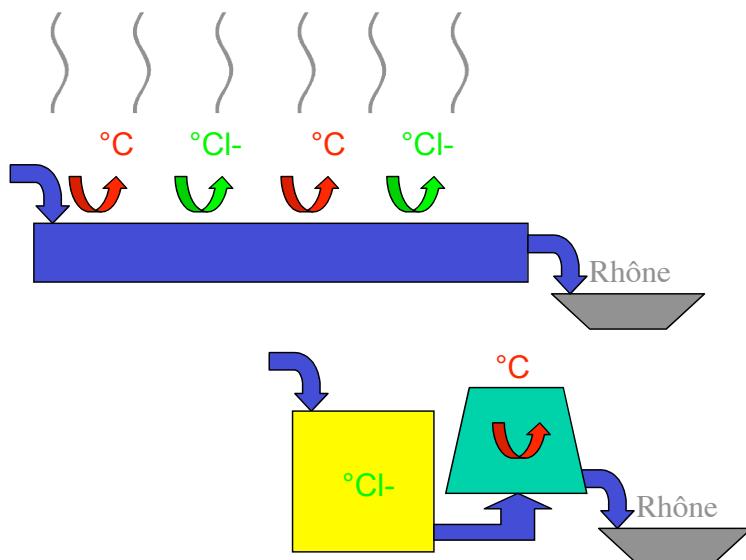
Les solutions évaluées sont:

- Stocker cette eau dans un bassin à l'air libre qui permette une durée de stagnation de l'eau de 10 heures environ, ou aérer l'eau par des chutes d'eau ou un ruissellement en nappe mince au contact de l'air ou par l'injection d'air dans l'eau (barbotage). De cette manière le chlore libre dégaze naturellement.
- Utiliser un procédé classique comme le charbon actif qui a la capacité de capter le chlore et d'être régénéré.
- Utiliser un autre procédé similaire, le procédé KDF® qui exploite un mélange de métaux dissemblables (Cuivre+Zinc) qui produit du chlorure de Zinc inoffensif.
- Rechercher si un procédé tel qu'une électrolyse permettrait de concentrer le chlore pour pouvoir le réutiliser dans la chaîne de traitement.

7 Variantes de valorisations inventoriées

7.1 Variante 0 – Mise aux normes requises

Cette variante correspond à la variante minimale qui consiste à éliminer le chlore de l'eau de rejet et à refroidir ce dernier pour que sa température, avant évacuation dans le Rhône, soit au maximum de 30°C.



PRESENTATION SOLUTION:

Construction d'une tour de refroidissement de 300 à 500 kW et d'une installation de déchloration au charbon actif ou par procédé KDF® ou construction d'un bassin de rétention de 10 heures h soit 900 m³ ou d'un circuit d'aération (ruisseau avec chutes) pour diminution du taux de chlore libre et refroidissement de l'eau avant rejet.

AVANTAGES:

Conformité aux normes fédérales.

INCONVENIENTS:

Construction non productive, production de vapeur.

INVESTISSEMENT:

Tour de refroidissement : 60 à 120'000 .-

Bassin ou ruisseau 900 m³ à 100.-/m³ : 90'000.-

APPORTS: Néant sauf éventuellement la possibilité de mettre en valeur le site forestier à proximité du camping par création d'un ruisseau d'aération avec promenade thématique dans le bois.

COUT ANNUEL:

Coûts annuels : électricité, ozonisateur, entretien : 20 à 30'000.-/an

7.2 Variante 1 – Optimisation des procédés internes

Cette variante consiste en la mise en œuvre des optimisations internes proposées et décrites au chapitre 5. La figure 7-2-1 indique la réorganisation possible des procédés de préchauffage de l'eau chaude sanitaire et de chauffage de la ventilation.

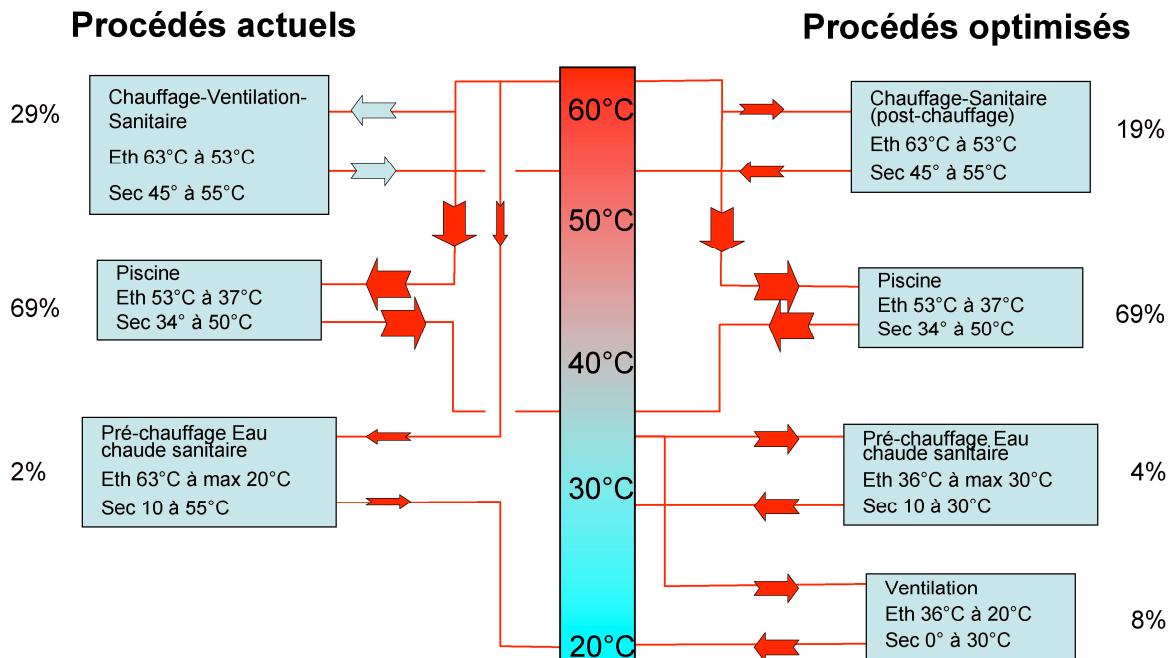


Figure 7-2-1 : Optimisation de la cascade exergétique des procédés internes

La simulation de ces variantes à l'aide du modèle de consommation fournit les indications et résultats indiqués dans le tableau 1:

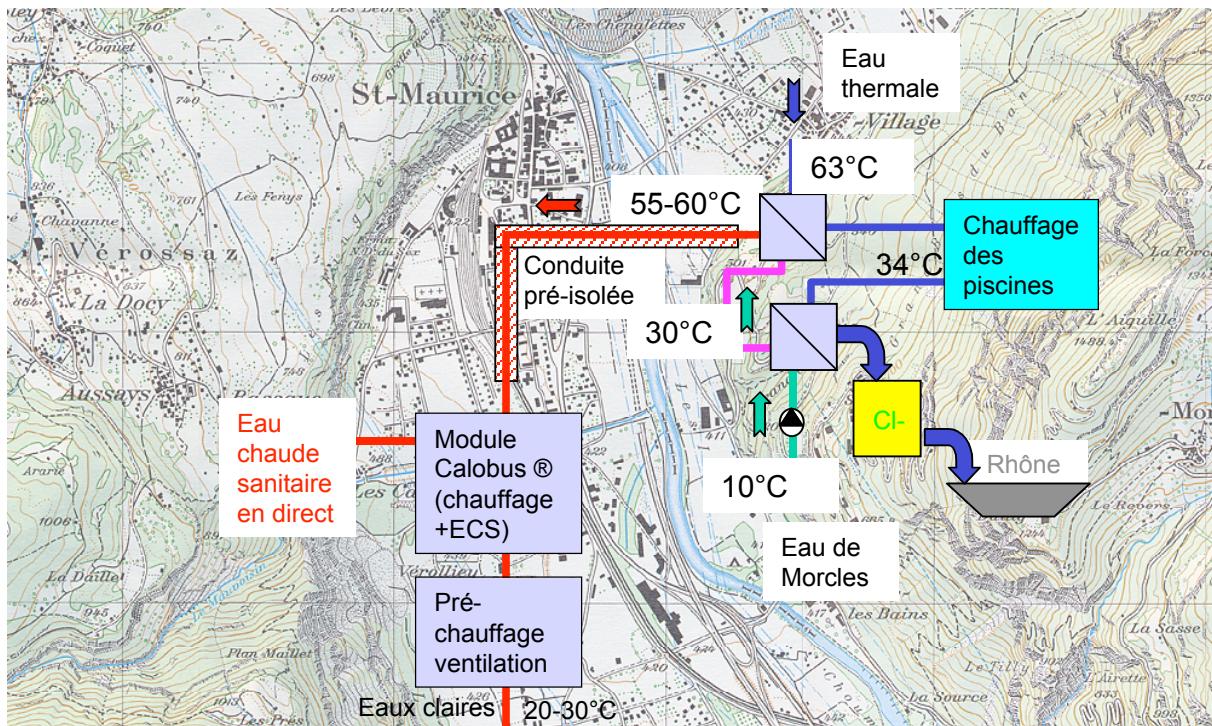
Situation	Eau thermale à 63°C [m ³ /an]	rejet Min [°C]	rejet Max [°C]	rejet Moy [°C]	Coût eau thermale à 86ct/m ³	Economie annuelle [CHF/an]	Gain sur rejet [°C]
Actuelle	507'083	32.6	36.9	35.9	436'092	0	0.0
Modification du préchauffage de l'eau chaude sanitaire	485'710	29.0	36.9	35.8	417'711	18'381	0.1
Modification du préchauffage de l'eau chaude sanitaire et de la ventilation	467'791	27.9	36.5	31.0	402'301	33'791	4.9

Tableau 1 Influence des optimisations proposées sur la consommation d'eau thermale à 63°C et sur la température de rejet.

La mise en œuvre des adaptations proposées permettrait ainsi de réduire la consommation d'eau thermale fraîche de plus de 30'000 CHF par an ainsi qu'une réduction de la température de rejet de près de 5°C. L'investissement estimatif est de 100'000 CHF et devrait pouvoir être amorti en moins de 3 ans (au prix actuel de l'eau thermale déduction faite de la part de rénovation normale) ce qui est très intéressant.

7.3 Variante 2 – Constitution d'un réseau Calobus sanitaire

Création d'un réseau Calobus sanitaire ouvert pour la distribution d'eau chaude sanitaire et le chauffage de bâtiments.



AVANTAGES:

Ce type de distribution permet une valorisation de source thermique à basse température grâce à la source froide constituée par l'eau froide de la distribution d'eau chaude sanitaire.

INCONVENIENTS:

Il faut disposer d'une certaine quantité d'eau thermale à haute température qui pourrait être libérée par l'optimisation des procédés internes, ainsi que d'eau froide comme celle de Morcles qui n'est que partiellement exploitée à notre connaissance. Pas facile sur des bâtiments existants et raccordement minimum de 500 personnes.

APPORTS:

100.- par an et par personne soit
50'000.-/an. Au-delà d'un kilomètre, le coût de la conduite n'est plus amorti par la valeur de l'énergie.
Taxe de raccordement.

INVESTISSEMENT: 500.-/m de conduite soit 500'000.-

REPONDANT: Commune de Moiry et C. Dunoyer, LOFT hôtel.

REMARQUES: A défaut de logements proches, contact a été pris avec un promoteur pour envisager un LOFT hôtel des Bains à proximité.

7.4 Variante 3 – Serre agricole voire tropicale

La culture sous serre chauffée est très répandue, car elle permet de moins dépendre des saisons et requiert moins de traitement chimique des végétaux.



Figure 7-1 Photos de la serre tropicale de Huswil

AVANTAGES:

Le chauffage de l'air par des monoblocs permet d'exploiter de l'énergie à basse température. Les serres sont de grandes consommatrices d'énergie (150 W/m^2 soit 540 kW pour 3600m^2).

INCONVENIENTS:

Les plantes ont besoin de CO_2 pour la photo-synthèse, et contrairement aux chauffages par combustion, la géothermie ne permet pas cet apport.
Un éclairage d'appoint est nécessaire (80W/m^2).

APPORTS:

Economie sur l'énergie de chauffage de $3'600 \text{ m}^2$ de serres d'environ $50'000.-/\text{an}$.

INVESTISSEMENT: $3'600 \text{ m}^2$ de serre à $160.-/\text{m}^2$ $580'000.-$

REPONDANT: - CERN Pierrelatte et Progreffe Dompierre-en-Burly, et M Horisberger Etienne, Horticulteur.

REMARQUES: Un chauffage partiel avec une énergie permettant l'apport de CO_2 pourrait permettre de combiner la production de CO_2 , d'électricité et de chaleur. Une serre de taille réduite permettrait de valoriser une partie de la chaleur du rejet, et offrirait la possibilité de visites, constituant une attraction tout public, en ajoutant une ambiance tropicale avec des parfums très agréables et reposants.

7.5 Variante 4 – Eden Paradise

Les visiteurs en costume de bain circulent dans des ambiances tropicales typiques, végétation, sol, animaux réels ou artificiels, ils peuvent être rattrapés par une averse tropicale.



AVANTAGES:

Activité complémentaire à celle du centre thermal, c'est une sauna ludique pour les enfants et les adultes et qui rend les rejets conformes aux normes.

INCONVENIENTS: Investissement important.

APPORTS: 600 personnes par jour, 4,5 millions par an.

INVESTISSEMENT: 10 à 30 millions.

REPONDANT: M. Horisberger, et RegenWald Masaola ZH.

REMARQUES: Il convient de contrôler les effets éventuels de l'eau thermale sur la végétation ou d'utiliser l'eau de Morcles mise en température par l'eau thermale du rejet.

7.6 Variante 5 – Thermoggan

A partir des vestiaires du centre thermal, le visiteur monte à l'assaut de la colline et redescend par le toboggan assisté et tempéré par l'eau thermale.



AVANTAGES:

Une activité complémentaire à caractère sportif notamment pour les enfants et les adolescents. L'eau restituée est conforme aux normes.

INCONVENIENTS: Animations ludiques requises.

APPORTS: 100 personnes par jour, 365'000 CHF par an.

Synergie avec l'activité thermale toute l'année par une protection adéquate des toboggans.

INVESTISSEMENT: 120'000.- CHF environ

REPONDANT: Bernard Bally, Piscine de Renens.

REMARQUES: Après analyse des sites possibles, celui contre la colline au nord du centre est abandonné en raison des chutes de pierres. Par contre la création d'un toboggan en combinaison avec d'autres variantes est néanmoins possible et augmenterait l'attractivité pour les familles.

8 Conclusions

L'analyse fine des installations, avec recouplement entre modèle de consommation et bilans mensuels mesurés, démontre que le niveau de température du rejet ainsi que son débit, sont directement dépendant des surverses des piscines. Cette eau à 36°C parvient dans les bassins tampons, puis dans le bassin de retenue.

Une approche exergétique des procédés de chauffage-ventilation-sanitaire (CVS) démontre que la ventilation et le préchauffage de l'eau sanitaire (40%) ont des niveaux de température finale inférieurs à 36°C. Une adaptation des trois monoblocs principaux et des installations de préchauffage d'eau chaude sanitaire permettrait de satisfaire ces deux procédés par utilisation de la chaleur de l'eau du bassin de retenue. Une réduction significative de consommation d'eau thermale à 63°C de près de 30'000 m³/an pourrait être atteinte et le rejet verrait sa température moyenne diminuer de 4°C environ. Ces travaux estimés à 100'000 CHF devraient pouvoir être amortis en moins de 3 ans (au prix actuel de l'eau thermale déduction faite de la part de rénovation normale) ce qui est très favorable.

La figure 8-1 fournit, sous la forme d'un organigramme, l'ensemble des variantes étudiées ainsi que les combinaisons possibles de celles-ci.

La valorisation interne d'énergie pourrait être évitée en cas de réalisation d'un projet d'extension du centre thermal, pour des activités plus ludiques ou culturelles. Par contre, cette optimisation est indispensable pour réaliser un chauffage à distance Calobus , car il faudrait, dans ce cas, disposer d'eau thermale à 63°C pour éviter au maximum l'utilisation d'un autre agent énergétique d'appoint.

Concernant les projets externes de valorisation du rejet, on constate qu'il y a beaucoup de variantes possibles. Les activités ludiques ou sportives nécessitent une eau à température plus basse de même que la ventilation de locaux modernes ou de serres même tropicales.

Le centre thermal doit maintenir son attractivité par des projets ou des évènements plus ou moins ponctuels. De plus il doit faire face, certains jours à une affluence de visiteurs dépassant sa capacité directe. Des prestations nouvelles plus ludiques pourraient ainsi satisfaire une clientèle plus jeune ou familiale.

La création d'activités à proximité du centre apparaît comme une opportunité intéressante.

La figure 8-2 illustre une synergie possible entre le traitement naturel de l'eau de rejet, après valorisation énergétique, et une construction modulaire sur pilotis. Les différents pavillons pourraient accueillir des activités ludiques, une serre tropicale ou des expositions thématiques. Ces modules seraient chauffés à l'aide du rejet du centre thermal qui serait acheminé ensuite, par un ruisseau dans l'étang. Après stagnation et aération, l'eau rendue conforme serait évacuée au Rhône.

Etude de la valorisation des rejets thermiques des forages géothermiques de Lavey-les-Bains

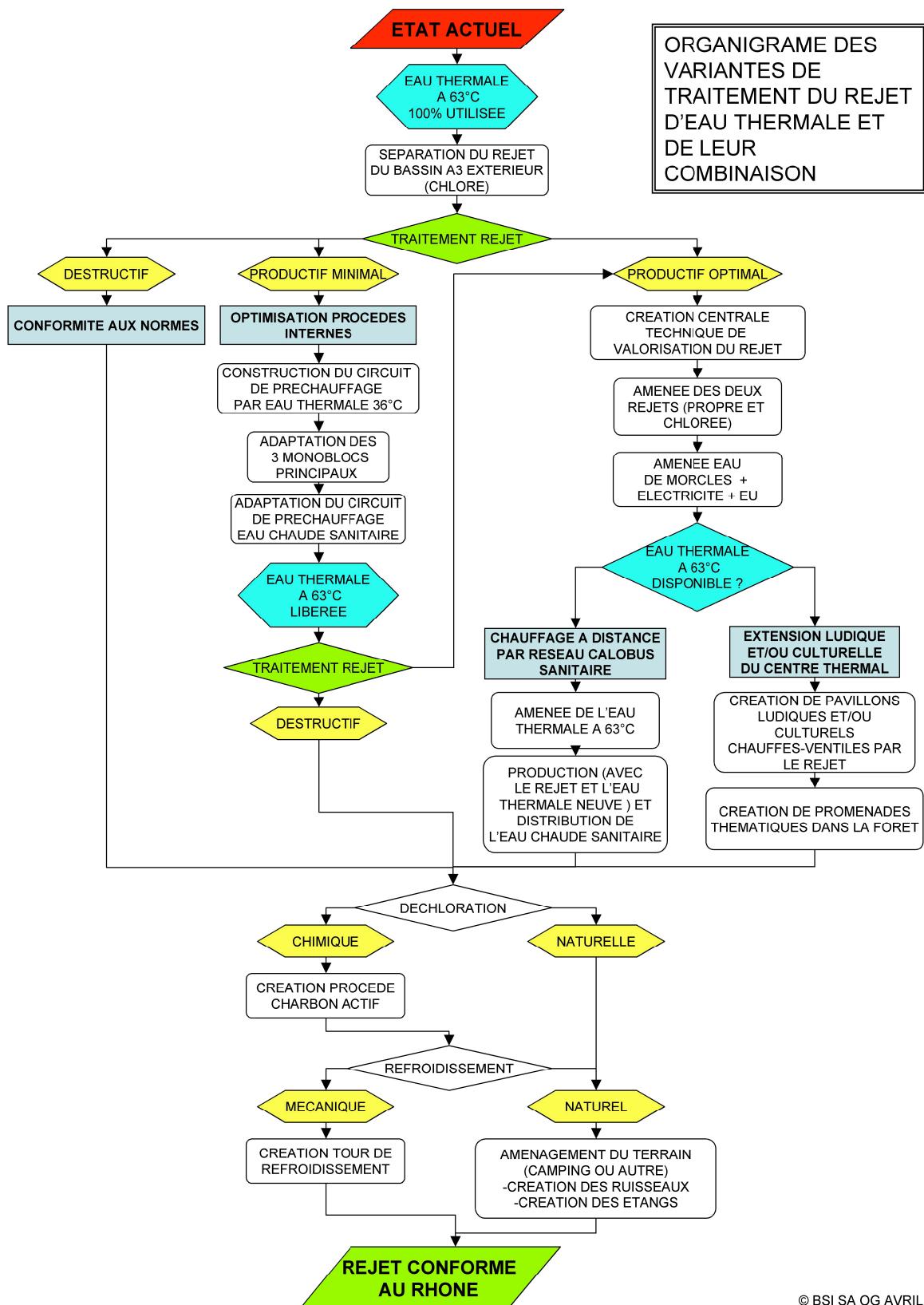


Figure 8-1 Organigramme des variantes et de leurs combinaisons

Etude de la valorisation des rejets thermiques des forages géothermiques de Lavey-les-Bains

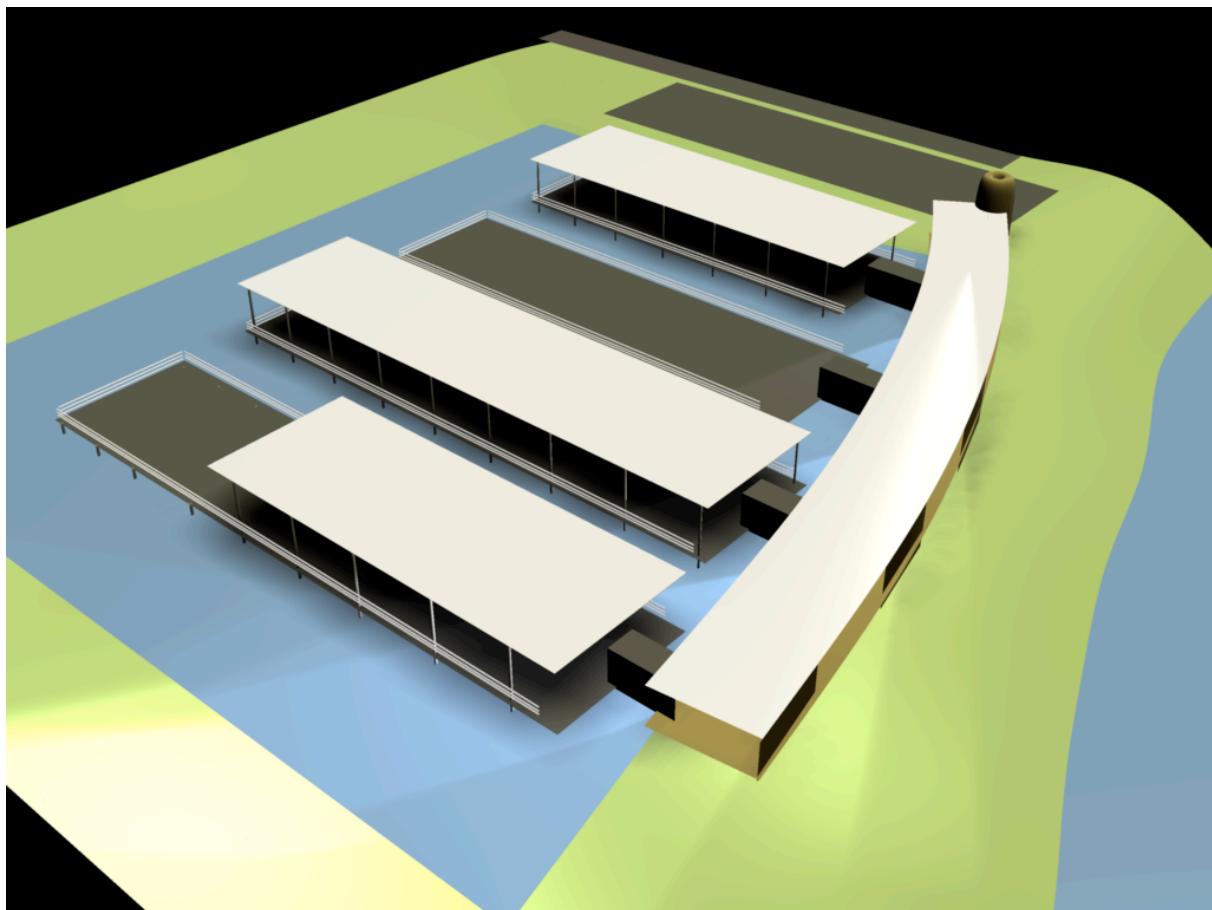


Figure 8-2 Vision de la synergie possible entre une extension modulaire du centre et le traitement naturel du rejet après valorisation énergétique