

<b>1. Analyse situation actuelle</b>		
1.1	La chaleur .....	p.2
1.2	Le froid .....	p.3
1.3	L'électricité .....	p.4
1.4	La trigénération .....	p.5-6
<b>2. Analyse financière</b>		
2.1	Informations sur les énergies .....	p.7
2.2	Situation avant trigénération .....	p.7
2.3	Coût de mise en œuvre du projet trigénération .....	p.7
2.4	Situation après trigénération .....	p.7
2.5	Analyse du projet trigénération .....	p.7
<b>3. Maintenance Blocs opératoires</b>		
3.1	Planning .....	p.8
3.2	Tâches critique effectuée .....	p.9
<b>4. Schéma technique</b>		
4.1	Esquisse .....	p.10

Consommateurs	Puissance [kW]	Emplacement	Domaine
Boiler Eau dur n°1	80	Chaufferie	Eau chaude sanitaire
Boiler Eau dur n°2	80		Eau chaude sanitaire
Boiler Eau adoucie n°1	80		Eau chaude adoucie
Boiler Eau adoucie n°2	80		Eau chaude adoucie
ESSC, NE, radiateurs, admin HM niv.1	132	Collecteur niv.0	Chauffage, radiateur
ESSC, SW, radiateurs, admin HM niv.1	149		Chauffage, radiateur
ESSC, ventil - piscine - COP - admin HM new	265		Chauffage, ventilation
Hospitalisation Nord, radiateurs	170		Chauffage, radiateur
Hospitalisation Sud, radiateurs	344		Chauffage, radiateur
Post-chauffage ventilation bloc OP, niv.4 salle réveil, SI, nouveau né, niv.5	121		Chauffage, ventilation
Ventilation pulsion niv.0	550		Chauffage, ventilation
Traitement niv.2 radiateurs	241		Chauffage, radiateur
Bloc accouchement - radiateur et ventil niv.5	71		Chauffage, radiateur
Cathérisation	15		Collecteur niv.2
Radiateurs niv.3 (collecteur niv.2)	25	Chauffage, radiateur	
Ventilation aéro, rideau d'air	15	Chauffage, ventilation	
Chauffage de sol entrée accueil	32	Chauffage, sol	
Batterie de chaud monobloc OP 5 et 6	132	Monolith	Chauffage, ventilation
Batterie de chaud monobloc Urgences et polyclinique	96		Chauffage, ventilation
Batteries post-chauffe	106		Chauffage, ventilation
Chauffage de sol bloc op 5 et 6	23		Chauffage, sol
Monobloc radioscopie	11	Plateau tech SST ouest	Chauffage, ventilation
Monobloc bloc OP nouveau	10		Chauffage, ventilation
Monobloc radioscopie	11	Plateau tech SST sud	Chauffage, ventilation
Monobloc Antalgie	10		Chauffage, ventilation
Chauffage de sol niv.4	17	Plateau tech SST est	Chauffage, sol
Radiateurs niv.4	57		Chauffage, radiateur
Radiateur UDJ, niv.4	62		Chauffage, sol
Monobloc soins intensif	50		Chauffage, ventilation
Chauffage de sol	13	SST Pontage est	Chauffage, sol
Radiateurs	37		Chauffage, radiateur
Ventilation	101		Chauffage, ventilation

Ancienne partie + extension niv.3	
Eau chaude sanitaire	160
Eau chaude adoucie	160
Chauffage, radiateur	1132
Chauffage, ventilation	1300
Chauffage, sol	55

Nouvelle partie, pontage EST + extension niv.4	
Chauffage, radiateur	94
Chauffage, ventilation	193
Chauffage, sol	92

Puissance nécessaire	3186
Puissance disponible	4450
Réserve	1264

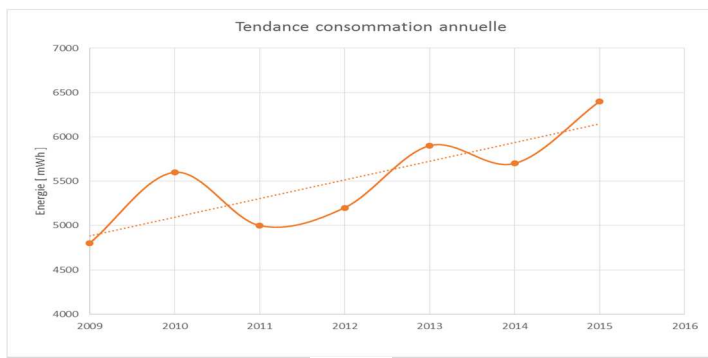


Figure 3

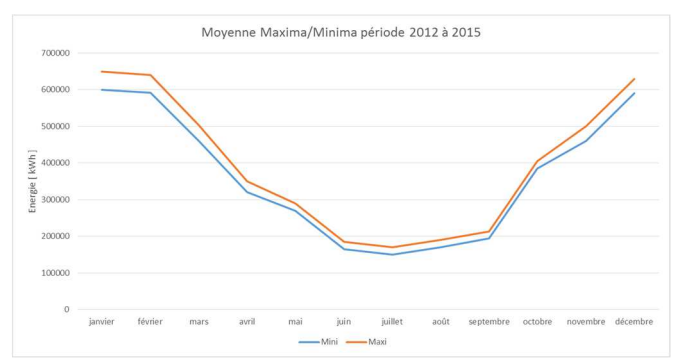


Figure 2

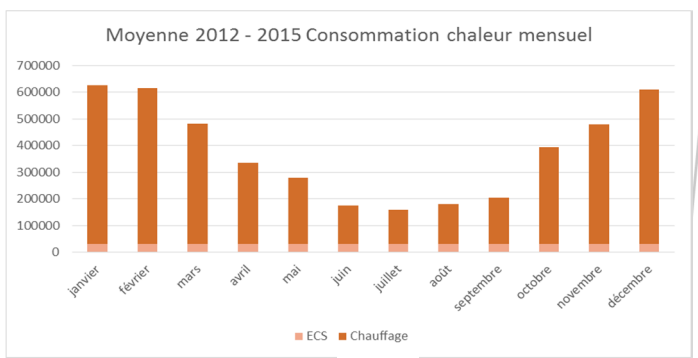


Figure 1

## CHALEUR

La production de chaleur existante est composée de deux chaudières :

- Chaudière 1 : Viessmann Vitomax – 2.3 MW
- Chaudière 2 : Ygnis Pyronox – 2.2 MW

La chaudière n° est prioritaire par rapport à la deuxième qui n'est sollicitée qu'en cas de panne de la chaudière principale. Deux échangeurs de chaleur d'une puissance de 750 kW chacun sont installés mais pas exploités.

Le chauffage :  
Les chaudières produisent de l'eau chaude pour couvrir les besoins du réseau de chauffage de l'hôpital ainsi que les registres de chauffe pour l'eau chaude sanitaire.

L'eau chaude sanitaire est composée de deux productions soit :

- Production ECS Hospitalisation  
Dispose de 2 bouilleurs de 3500 litres chacun, regroupant 2 registres de chauffe. Les bouilleurs sont raccordés en série côté sanitaire en exploitation, mais peuvent être raccordés en parallèle lors de la phase d'entretiens ou de transformation.
- Production ECS adoucis Cuisine  
Dispose de 2 bouilleurs de 1500 litres chacun, regroupant 2 registres de chauffe. Les bouilleurs sont raccordés en série côté sanitaire en exploitation, mais peuvent être raccordés en parallèle lors de la phase d'entretiens ou de transformation.

Désurchauffeur :  
Pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire nous avons équipé d'échangeurs au niveau du refoulement les cinq plus grandes installations frigorifiques à compression de l'établissement.

Vapeur :  
Actuellement aucun besoin mais dans un futur proche..

**Production de Froid**

Actuellement cinq grandes installations (>50 kW) et une multitude de petites (< 10kW) assurent la couverture des besoins frigorifique.

1. **Machine Century (COP 3.16)**  
 Il s'agit de la machine d'une puissance de 520 kW, dotée de quatre compresseurs modulants à vis. Un réseau d'eau glycolée et un échangeur de chaleur font le lien entre la production et la distribution.  
 Cette machine fourni de l'eau glacée toutes les unités de traitement d'air du niveau 0 ainsi que celle du niveau 5.
2. **Machine Clivet (COP 3.91)**  
 Il s'agit d'un groupe free-cooling de 98 kW. Cette machine fonctionne en mode free-cooling tant que les températures extérieures le permettent, au-delà ce sont les compresseurs qui prennent le relais.  
 Cette machine fournit de l'eau glacée à l'unité de traitement d'air des blocs accouchement et de l'oncologie mais aussi à quatre flux laminaire des salles d'opérations 1 à 4.
3. **Machine Windex (COP 3.64)**  
 Voici une installation avec une puissance de 135 kW. Cette machine peut également travailler en mode free-cooling pour autant que les températures ne soit pas supérieur à 5°C.  
 Cette machine fournit de l'eau glacée pour les flux laminaire des salles 5 et 6 ainsi que pour les cassettes de froid des secteurs oncologie, cabinet médicaux, sans parler du refroidissement permanent de l'hélium de l'IRM.
4. **Machine Thermocold (COP 3.47)**  
 Nous avons cette fois une machine d'une puissance de 206 kW. Elle aussi peut travailler en mode free-cooling  
 L'eau glacée que fournit cette machine est utilisée pour le secteur radiologie qui possède passablement d'équipement à forte charges thermique tel que le scanner mais fournit aussi de froid au secteur soins intensif.
5. **Machine Lennox (COP 3.89)**  
 Et pour finir cette machine à une puissance 270 kW, tous comme les autres elle peut passer en mode free-cooling dans le cas échéant.  
 Elle fournit de l'eau glacée à une dizaine de nouvelles unités de traitement d'air ainsi qu'à la future nouvelle salle d'opérations
6. **Autres.**  
 Une partie du froid est produit par l'intermédiaire d'unité autonome à détente directe.

Installation	Consommateurs	Puissance [kW]	Emplacement	Domaine
Century 520	Monobloc Pulsion Stérilisation	25	Collecteur niv.6	eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Radiologie	80		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Salle OP 1 + 2	60		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Salle OP 3 + 4	60		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Cabinets Médicaux	40		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Nourrissons	30		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Soins intensif	35		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Pharmacie PIC	35		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Pulsion Multifonctions	35		eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc Salle OP 5 + 6	50		Monolith n°1
Monobloc Urgences & Polyclinique	63	eau glacée 6°C / 9°C		
Clivet 98	Monobloc Oncologie	25	Collecteur niv.6	eau glacée 6°C / 9°C
	Monobloc accouchement	20		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes de froid secteur mère enfant	7,5		eau glacée 6°C / 9°C
	Flux laminaire n°1	8		eau glacée 6°C / 9°C
	Flux laminaire n°2	8		eau glacée 6°C / 9°C
	Flux laminaire n°3	8		eau glacée 6°C / 9°C
Windex 135	Machine IRM	63	Collecteur niv.2	eau glacée 6°C / 9°C
	Flux laminaire n°5	8		eau glacée 6°C / 9°C
	Flux laminaire n°6	8		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes couloir stérile	10		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes zone IRM	13		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes Serveur info Niveau 3	5		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes zone mammographie	5		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes Multifonctions	11		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes zone oncologie	3		eau glacée 6°C / 9°C
	Cassettes Coiffeur	8		eau glacée 6°C / 9°C
Thermocold 205	Scanner	17	Collecteur niv.2	eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zones urgences	5		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zone Digestif A	20		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zone Digestif B	5,5		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zone Ultrasons	2,5		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zone Chambres claire	10		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zone Radiologie	8,5		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes zone Stérilisation	20		eau glacée 9°C / 12°C
Lennox 260	Monobloc Soins intensif nouveau	42	Monolith n°3	eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc unité de jour	50		eau glacée 9°C / 12°C
	Cassettes de froid plateau technique niv 4	26		eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc Radioscopie	14	Monolith n°4	eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc Antalgie	10		eau glacée 9°C / 12°C
	Recycleur Antalgie + Radiologie	12		eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc Pontage EST niv.3	10	Monolith n°5	eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc Pontage EST niv.4	20		eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc Pontage EST niv.5	20		eau glacée 9°C / 12°C
	Monobloc salle de réveil	35		eau glacée 9°C / 12°C
Monobloc exam Bloc opératoire	20	Monolith n°2	eau glacée 9°C / 12°C	

Moyenne 2012 - 2015 Consommation froid mensuel

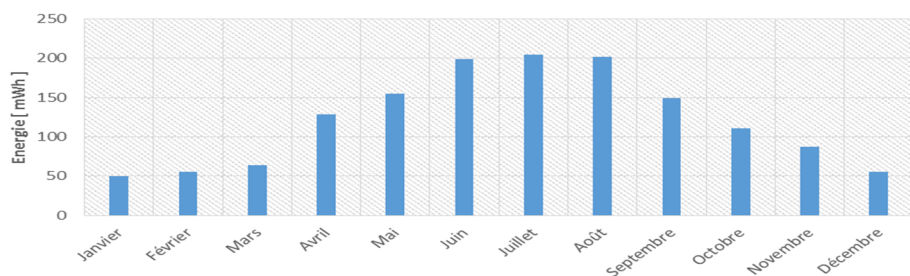


Figure 4

Moyenne maxima/minima 2012 à 2015



Figure 5

## ELECTRICITE

L'établissement à la nécessité d'assurer la continuité de l'alimentation électrique afin d'assurer et de concourir à la prise en charge de l'urgence et la permanence des soins aux patients.

De ce fait nous devons être en mesure de les accueillir de jour et de nuit, éventuellement en urgence, ou d'assurer leur admission dans un autre établissement assurant le service public hospitalier.

Pour ce faire, l'hôpital est alimenté en deux points, soit la sous station d'Echichens soit par la sous station de Bussigny. Chacune d'entre elle arrive à sa propre sous station placée à différents endroits dans l'hôpital. De là l'électricité arrive en haute tension et passe au travers d'un transformateur ou elle sortira transformée en basse tension.

Ce qui est sorti du transformateur nous sert à alimenter les tableaux principaux qui eux alimentent les tableaux de distribution secondaire.

Dans un cas d'incident majeur nous disposons de deux générateurs de secours de 500 kVA chacun et qui sont alimentés par 2 cuves à mazout qui leur sont propres. Leur autonomie est estimée à ..... heures

A l'heure actuelle l'hôpital ne produit pas d'électricité mais cela pourrait changer.

La figure 6 met en évidence l'évolution de l'hôpital sur les presque 15 dernières années. La brusque augmentation de 2007 coïncide avec la mise en service de l'extension nord tout comme en 2014 avec l'extension du plateau technique et du pontage est

Sur la figure 7 on constate que le profil de la consommation est relativement constant durant toute l'année.

Sur la figure 8 on peut voir la courbe de charge du mois de mai, car celui-ci est particulièrement représentatif de la moyenne annuelle. On peut observer que la puissance soutirée au réseau varie entre 300 et 368 kW.

### Evolution de la consommation électrique

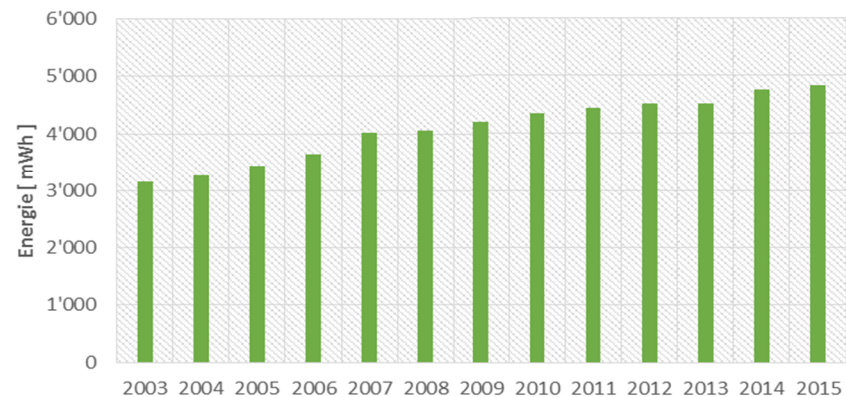


Figure 6

### Moyenne 2012 à 2015 consommation électrique

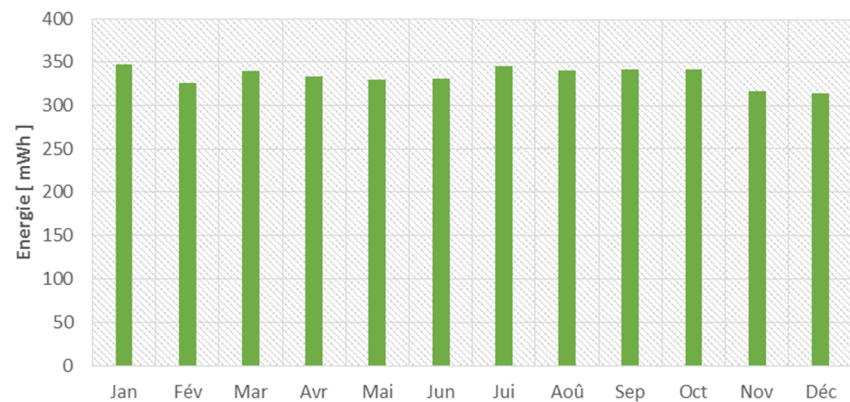


Figure 7

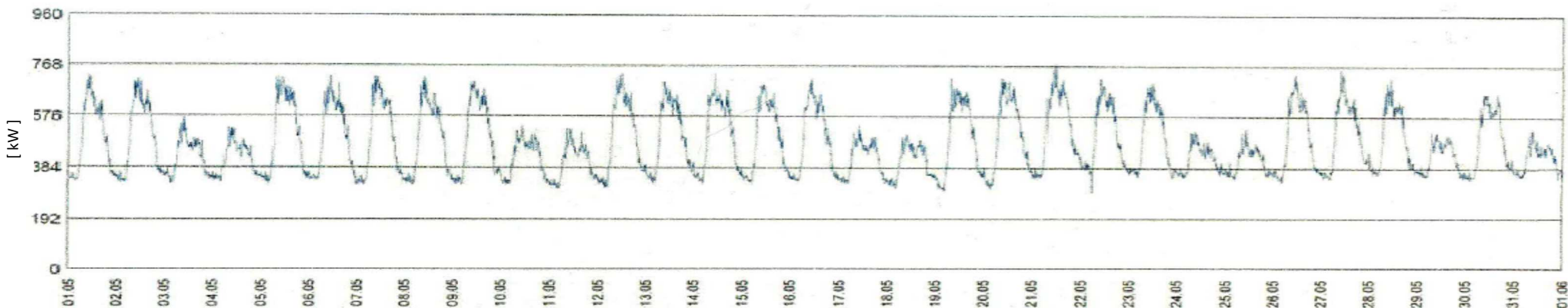
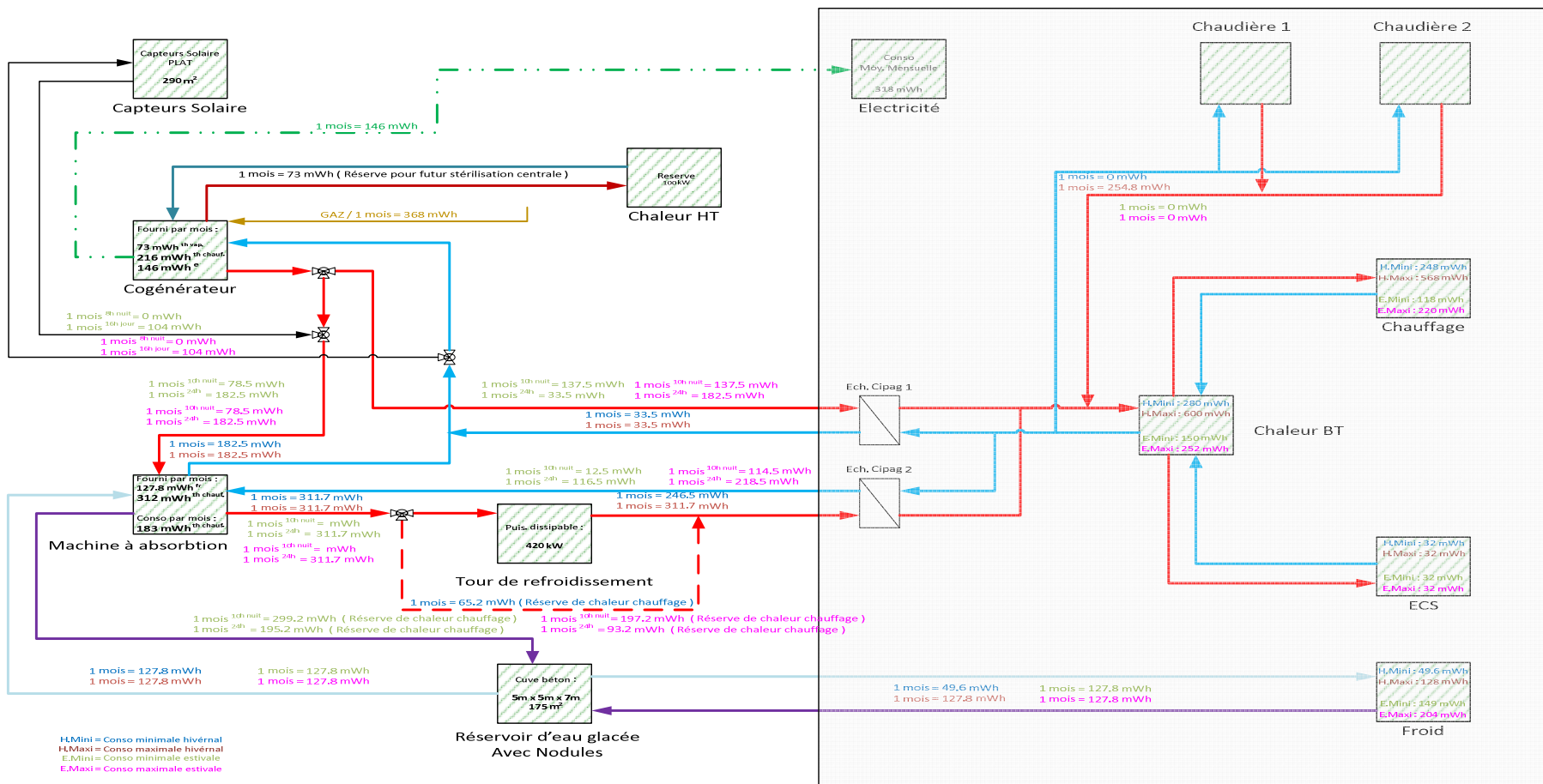


Figure 8





Optimisation

Au lieu de n'apporter qu'une amélioration locale je me suis posé la question de comment arriver à utiliser cette demande d'énergie de façon rationnelle.

A partir de là j'ai effectué la synthèse des besoins et disponibilités, c'est là que je me suis rendu compte que l'intégration d'un système de trigénération dans notre parc d'installation pourra être intéressante et nous permettraient de produire et valoriser simultanément des énergies thermique, électrique.

Le système de trigénération sera composé d'un cogénérateur accouplé à une machine à absorption qui ont été dimensionnée de sorte à substituer totalement la production de chaleur et une partie des besoins frigorifique durant l'été et inversement durant la période hivernale.

La chaleur fournie par le cogénérateur au réseau de chaleur BT sera toujours restituée prioritairement par rapport à celle de la machine à absorption de façon à toujours être utilisée au maximum de ces capacités le cogénérateur.

Si un futur projet pour une stérilisation centrale venait à voir le jour nous pourrions dès lors envisager de créer un réseau de chaleur HT (vapeur) avec l'excédent d'énergie des gaz d'échappements du cogénérateur.

L'avantage contrairement aux chaudières, c'est qu'une telle machine en plus de fournir une grande quantité de chaleur, va produire sa propre électricité.

Cette électricité générée servirait à sécuriser les secteurs les plus critique tel que les blocs bétonnements, blocs opératoires, soins intensif, urgences et dialyse.

Pour ce qui est de la machine à absorption aura deux modes d'alimentation, la première par la chaleur transmis par le cogénérateur et la seconde qui prendra le relais pendant les beaux jours avec les 291 m2 de capteurs solaire placé sur le toit qui apporterons l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

Le froid lui sera généré par la machine à absorption et sera stockée dans une cuvé d'eau glacée de 150m3 qui a été volontairement surdimensionnée afin d'éviter que le bac ne se prenne totalement en glace et explose, ceci pour faire un stockage dit partielle ou les machines de froid Century, Clivet, Windex, Thermocold et Lennox viendrons puiser cette énergie à dispositions.

Quand à la chaleur fournie par le circuit de refroidissement de la machine à absorption lui sera injecter pour le réseau BT.

Voici quelques graphiques pour mieux se rendre compte des économies potentielles qui peuvent être réalisées dans les différents domaines techniques

### Pour l'électricité

Comme vous avez pu voir dans la figure 7, la consommation électrique mensuelle de l'hôpital varie entre 330 et 350 MWh.

La figure 9 nous montre que grâce à la production d'électricité par le cogénérateur nous pourrions réinjecter dans notre réseau 36% de la consommation totale.

36% de la consommation totale équivalent à 1752 MWh et cette énergie nous est revendu au prix de 210'240.- donc voilà ce qui pourra être économisé annuel

### Du côté du froid

La mise en place d'un stockage partiel d'eau glacée nous permet d'avoir recours au mode compression des machines de froid que durant la période estivale, du mois d'octobre à avril la distribution de froid pourra être assurée exclusivement par la machine à absorption. Et comme on peut l'apercevoir sur la figure 10 nous avons encore de la réserve en cas de futur agrandissement de l'établissement.

Comme je le disais au-dessus nous n'aurons besoin que de faire fonctionner les compresseurs que durant l'été mais ils n'auront pas à fournir comme auparavant 1038 MWh mais seulement 271 MWh.

Pour fournir ces 271 MWh nous aurons besoin de 75 MWh qui ne nous coûteront 9000.- au lieu des 406 MWh qui auraient coûté 48720.-

### Au niveau de la chaleur

Comme on peut le voir sur la figure 11 la machine à absorption et le cogénérateur satisferont nos besoins pendant la moitié de l'année avec une réserve de 420 kW qui pour l'instant devra être dissipée par la tour de refroidissement.

Même si le cogénérateur fonctionnera durant toute l'année, nous ne consommons pas plus de gaz que les années précédentes.

Plus précisément, pour faire tourner le cogénérateur toute l'année il faudra 2592 MWh soit 240 000 m<sup>3</sup> et pour combler le manque hivernal il faudra ajouter à cela 1028 MWh que les chaudières devront fournir soit 95 185 m<sup>3</sup>, donc au total 335 185 m<sup>3</sup> de gaz contre 620 000 m<sup>3</sup> actuellement.

Vous l'aurez compris, la seule contrainte qui n'en est pas réellement une et que pour profiter du maximum de potentiel de la trigénération il faut impérativement que le cogénérateur fonctionne le plus possible afin que celui-ci puisse créer de l'électricité pour la réinjecter par la suite dans notre réseau ainsi que de la chaleur et du froid grâce au couplage avec la machine à absorption

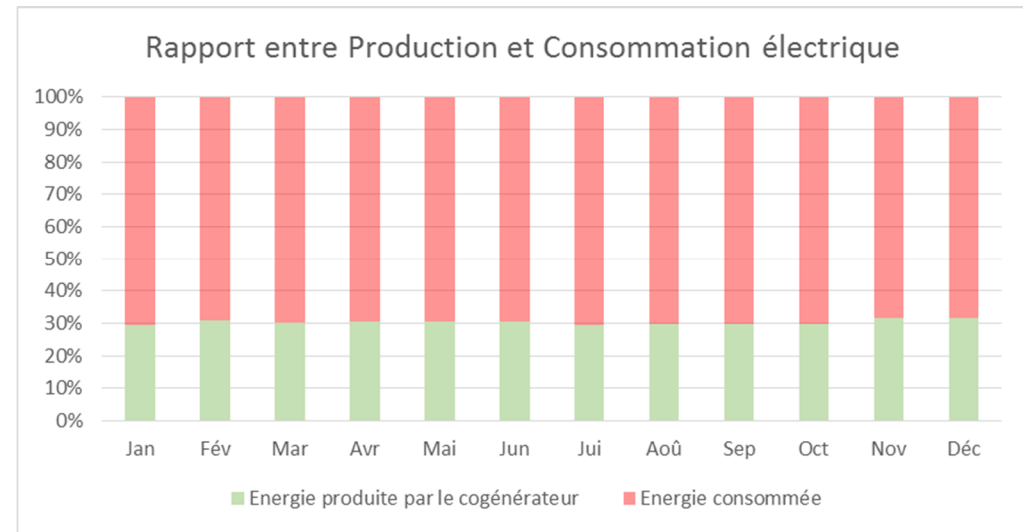


Figure 9

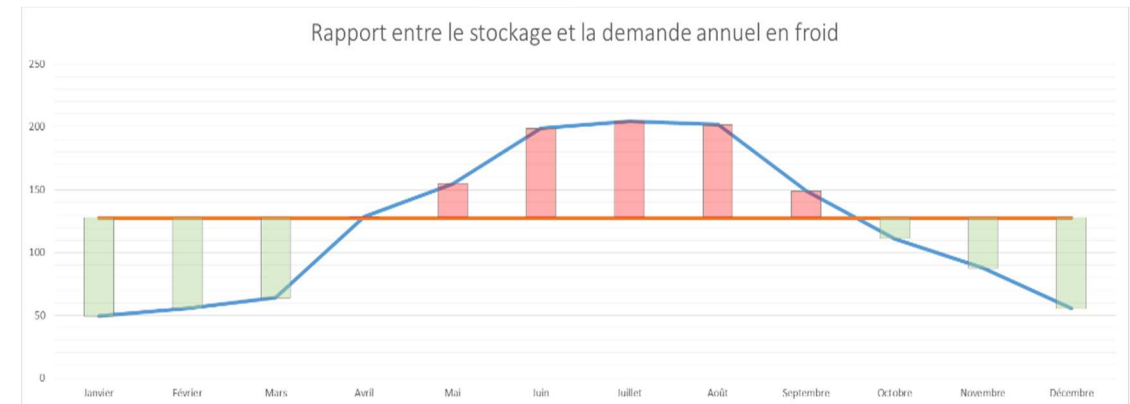


Figure 10

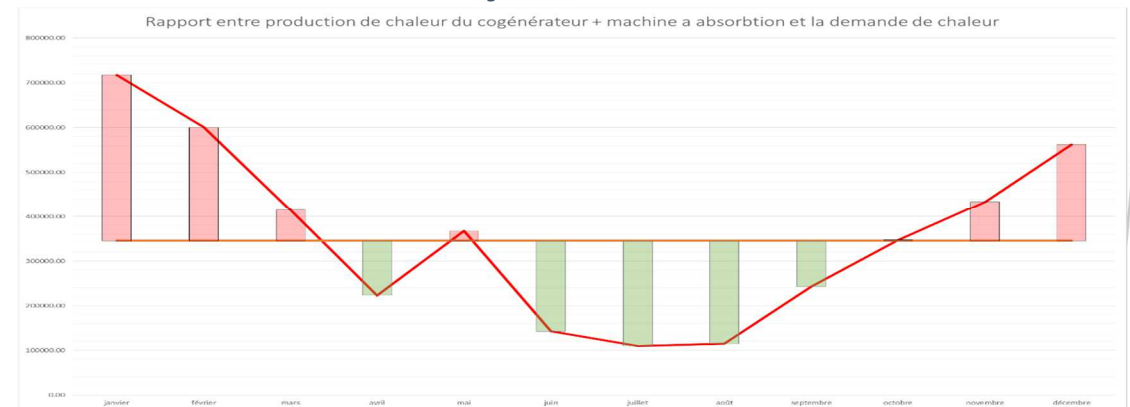


Figure 11