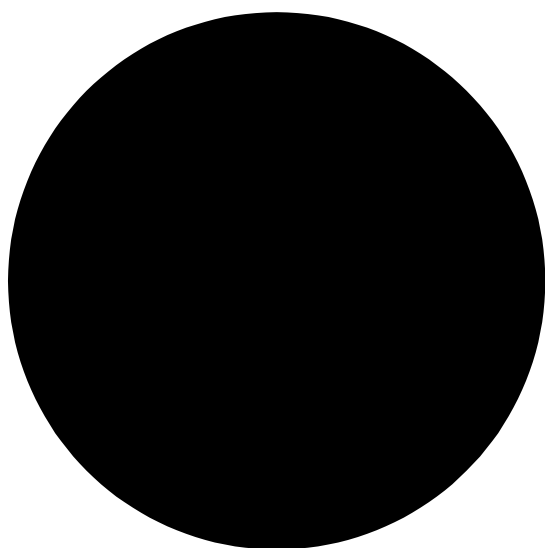


**Mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage  
pour la Mise en Place d'un Schéma  
Directeur Technique  
CHU DE BORDEAUX  
Sites Hôpital SUD & PELLEGRIN**



**Installations thermiques  
Site Hôpital SUD**

**Diagnostic**

22/09/2023

## SOMMAIRE

<b>1. GENERALITES .....</b>	<b>3</b>
1.1 OBJECTIFS DU DIAGNOSTIC.....	3
1.2 PIECES DE REFERENCE.....	3
1.3 LIMITE DES PRESTATIONS .....	4
<b>2. INSTALLATION DE CHAUFFAGE.....</b>	<b>5</b>
2.1 DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES .....	5
2.1.1 chaufferie centrale Production d'eau chaude.....	5
2.1.2 Distribution primaire.....	5
2.1.3 Chaufferie centrale production de vapeur.....	6
2.1.4 réseaux d'eau chaude .....	7
2.1.5 sous-stations .....	8
2.2 ETAT DES INSTALLATIONS .....	8
2.3 ANALYSE.....	21
2.3.1 Analyse des puissances et des consommations .....	21
2.3.2 Estimation des besoins – Détermination de la puissance nécessaire .....	22
2.3.3 Adéquation entre diamètres et puissances .....	24
2.3.4 By-pass entre réseaux .....	26
2.3.5 Analyse du fonctionnement .....	26
<b>3. INSTALLATION D'EAU GLACEE .....</b>	<b>28</b>
3.1 DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES .....	28
3.1.1 Centrale thermique .....	28
3.1.2 réseaux.....	29
3.1.3 Sous-stations réseau centralisé.....	30
3.1.4 Productions d'eau glacée individuelles .....	30
3.2 ETAT DES INSTALLATIONS .....	33
3.3 ANALYSES.....	49
3.3.1 Analyse des consommations .....	49
3.3.2 Adéquation entre diamètre et puissance.....	49
3.3.3 Bouclage réseau centralisé.....	50
3.3.4 Analyse du fonctionnement .....	51
<b>4. CONCLUSION .....</b>	<b>54</b>
<b>5. ANNEXES .....</b>	<b>55</b>
5.1 ANNEXE N°1 : SCHEMA DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE .....	55
5.2 ANNEXE N°2 : PLAN DU RESEAU 105°C.....	56

---

5.3	ANNEXE N°3 : SCHEMA DE DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE .....	57
5.4	ANNEXE N°4 : SCHEMA DE PRODUCTION CENTRALISEE D'EAU GLACEE .....	58
5.5	ANNEXE N°5 : PLAN DU RESEAU D'EAU GLACEE.....	59
5.6	ANNEXE N°6 : SCHEMA DE DISTRIBUTION DU RESEAU D'EAU GLACEE .....	60
5.7	ANNEXE N°7 : SCHEMA DES PRODUCTIONS INDIVIDUELLES D'EAU GLACEE.....	61

## 1.GENERALITES

### 1.1 OBJECTIFS DU DIAGNOSTIC

Le projet concerne la réalisation d'une Mission d'Assistance Technique pour l'élaboration d'un Schéma Directeur Technique du CHU de bordeaux sur le site de HAUT LEVEQUE.

Première des trois étapes du projet, le diagnostic consiste à faire un « état des lieux » par le biais de l'analyse de la base documentaire et par des visites effectuées sur place.

Les étapes suivantes permettront de pousser l'analyse en prenant en compte les contraintes de sécurisation et d'optimisation du site, puis la mise en place de propositions pour s'intégrer au Schéma Directeur Immobilier.

### 1.2 PIECES DE REFERENCE

Pièces de références ont été transmises pas le CHU lors de l'appel d'offre et sont listées ci-dessous par catégories :

- Schéma directeur immobilier
  - 2021 11 22 SDI CHU bdx CNIS HL.
- Liste du matériel
  - 1-CTA tableau qualité,
  - Recensement salles propres – GHS,
  - recensement CDD - VRV HL et XA maj 21,
  - Caractéristiques techniques GF1 TRANE CHU,
  - Caractéristiques techniques GF1 TRANE CHU,
  - Caractéristiques techniques GF2 TRANE CHU,
  - Caractéristiques techniques GF3 TRANE CHU,
  - Caractéristiques techniques GF4 DAIKIN CHU,
  - Données techniques TAR 4,
  - Données techniques TAR 123,
  - LISTE GROUPE FROID EN CONTART COFELY REMISE A JOUR 02 2022HL,
  - CCTP - Annexe II - 2022 Matériels Haut Lévêque,
  - Liste équipements Haut Lévêque\_01102020.
- Audit
  - Chauffage et Eau glacée
    - 2022-18 Haut Lévêque\_Rapport diagnostic\_20230109.
  - Eau Glacée
    - Audit EG 2009,
    - Rapport IDEX EG 2006.
- Schéma de principe
  - Production
    - 2022-18 Haut Lévêque\_Schémas\_CTH\_Ind C\_20230103,
    - HL\_CEN\_CHARACTERISTIQUES\_CHAUFFERIE,
    - HL\_CEN\_PPE\_DISTRI\_105x,



- PRINCIPE CHAUFFERIE VAPEUR HL,
- VAPEUR\_dsitri\_chauffage,
- HL\_CEN\_PRODUCTION\_FROID,
- Plan production groupe froid EN DATE DU 08092021.

#### Distribution

- HL\_PDM\_RESEAU\_105\_UNIFILAIRE,
  - HL\_PDM\_SYNOPTIQUE\_RESEAU\_EG\_HL,
  - Schéma réseau + SST réseau froid,
  - 2022-18 Haut Lévéque\_Schémas\_SST\_Ind C\_20230103,
  - 2022-18 Haut Lévéque\_Synoptique EC+EG\_Ind C\_20230103,
  - HL\_RESEAU CHAUFFAGE FROID.
- Bilan de puissance
    - Liste puissance CTA CARDIO EG 1670KW.
  - Plan
    - Plan Réseau 105° à jour - CHU Haut Levêque,
    - PDM\_HL-Eau\_Glacee\_A0,
    - Localisation salles propres – GHS,
    - Plan RESEAUX EC EF PDF HL.
  - Rapport d'activité
    - Rapport d'activité CHU Haut-Lévêque\_Janvier-Février-Mars 2022,
    - Rapport d'activité\_CHU Haut-Lévêque\_Mars\_Avril\_Mai 2023,
    - SUIVI CONSOS CHU HL v2 2023.
  - Analyse fonctionnelle
    - Analyse fonctionnelle 105.
  - Autre
    - PLAN PDF HAUT LEVEQUE ETAGE PAR BATIMENT
    - Amelioration prod ECS - C2E,
    - Schéma distribution BT Centrale thermique.

Une visite sur site a été effectuée :

- Le 27/07/2023 en présence de Guillaume POSTIGO pour la visite de la centrale thermique et M. Brivaud pour la visite des sous-stations.

### 1.3 LIMITE DES PRESTATIONS

Notre diagnostic concerne uniquement les parties primaires d'eau chaude et d'eau glacée, depuis la production jusqu'aux différentes sous-stations à l'intérieur des bâtiments.

Sont exclues du périmètre des études :

- Les installations de distribution secondaires en aval des dispositifs d'échanges des sous-stations (bouteille, échangeur).

## 2. INSTALLATION DE CHAUFFAGE

### 2.1 DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES

La fourniture en énergie du CHU HAUT LEVEQUE est assurée par une chaufferie centrale implantée dans le bâtiment Centrale Electrique et Thermique.

Cette chaufferie comprend deux types de production.

- Une production d'eau chaude à 105°C pour les besoins de chauffage des bâtiments.
- Une production de vapeur saturée 14 bar/198°C pour les besoins process du site.

#### 2.1.1 CHAUFFERIE CENTRALE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

L'installation de production d'eau chaude est composée de deux chaudières en parallèle :

- Une chaudière N°01 Gaz DANSTOCKER type TVNBR de puissance 10 MW datant de 1998,
- Une chaudière N°02 Gaz+Fioul HOVAL type TKDRR9000 de puissance 10 MW datant de 2014.

La fourniture en combustible est assurée depuis le poste de livraison de gaz.

L'énergie de secours est constituée d'une cuve fioul de 100 m³ permettant d'assurer une autonomie de fonctionnement > à 72h à pleine charge de la chaudière HOVAL.

En fonctionnement normal, la production est assurée par la chaudière n°02.

La chaudière N°01 est utilisée en secours de la première chaudière en cas d'indisponibilité de la chaudière N°02 et éventuellement en appoint de la production.

Le régime d'eau affiché est 105°C/85°C, mais la consigne de température de départ est régulée en fonction de la température extérieure. 101°C pour -5°C extérieur et 89°C pour 20°C extérieur.

Le fonctionnement est prévu en cascade avec le démarrage de la seconde chaudière si la température de consigne n'est pas atteinte.

Chacune de ces chaudières est équipée d'une vanne de réglage sur le départ et d'une vanne 2 voies sur le retour, ainsi que d'une pompe de recyclage de type SALMSON LRB 1152/9.

#### 2.1.2 DISTRIBUTION PRIMAIRE

La production de chaleur est ensuite distribuée pour l'ensemble du site par 3 lignes.

Chacune de ces lignes est équipée d'une pompe de circulation implantée en chaufferie et détaillée ci-dessous :

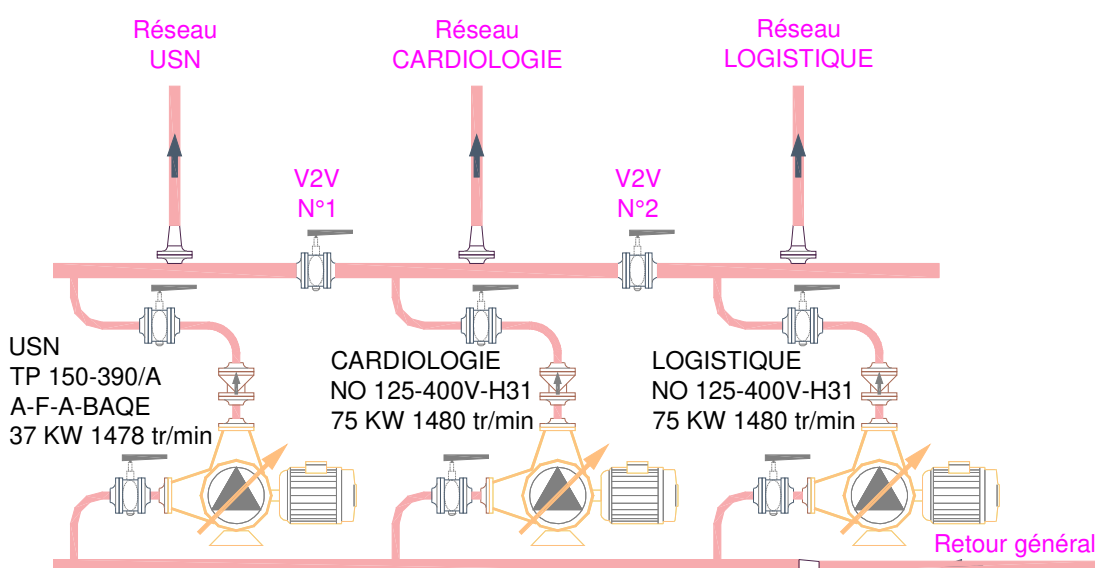
- **Ligne « U »** : une pompe simple Grundfos TP150/390-4 dont le point de fonctionnement n'est pas visible mais supposé à 200 m³/h et 38 mCE selon la courbe de la pompe, pas de date d'installation visible.
- **Ligne « C »** : Une pompe simple Salmson NO 125/400V-H31 de point de fonctionnement 320 m³/h et 58 mCE , pas de date d'installation visible.
- **Ligne « L »** : Une pompe simple Wilo Atmos\_Giga-N125/400-B de point de fonctionnement 400 m³/h et 50 mCE, datant de 2022.

Ces pompes sont équipées de variateurs de fréquences et de panoplies de pompes (vanne d'isolement, clapet anti-retour,...).

La quasi-totalité des sous-stations desservies est équipée d'Energy Valve de marque BELIMO communicantes.

La régulation des circulateurs se fait donc par une variation du débit en fonction de la position des Energy Valve. En cas de perte de communication d'une des vannes, une régulation sur le delta de pression de la pompe se met en place.

Ces lignes sont interconnectées afin permettre un secours en cas de défaillance d'une pompe tel que présenté sur le schéma ci-dessous.



En cas de perte de la pompe USN, la ligne est secourue par la pompe CARDIOLOGIE, avec l'ouverture de la V2V N°1 et le changement de la régulation sur le delta de pression.

En cas de perte de la pompe CARDIOLOGIE, la ligne est secourue par la pompe LOGISTIQUE, avec l'ouverture de la V2V N°2 et le changement de la régulation sur le delta de pression.

En cas de perte de la pompe LOGISTIQUE, la ligne est secourue par la pompe CARDIOLOGIE, avec l'ouverture de la V2V N°2 et le changement de la régulation sur le delta de pression.

Les retours des 3 lignes se piquent sur un collecteur commun qui retourne aux chaudières.

Un schéma de principe de la chaufferie est disponible en annexe 1.

### 2.1.3 CHAUFFERIE CENTRALE PRODUCTION DE VAPEUR

La production de vapeur saturée 14bar/198°C comprend :

- Une chaudière Gaz/fioul ALSTOM type DF 10000 de puissance 7,8 MW,
- Une chaudière Gaz BOSCH type UL-S 70000 de puissance 7.7 MW.
- Une bâche alimentaire de 15m³

- Trois pompes de circulations en parallèle.

Ce réseau est destiné à alimenter les équipements process de la blanchisserie, de la cuisine et de la stérilisation. Les sous-stations secondaires n'ont pas été visitées.

#### **2.1.4 RESEAUX D'EAU CHAUDE**

Comme vu ci-dessus, on identifie 3 départs d'eau chaude à 105°C depuis la centrale thermique que nous allons détailler par ligne.

- La ligne L avec un départ en DN200 qui alimente dans l'ordre :
  - Blanchisserie en DN 65,
  - Ateliers et garages en DN 65,
  - Cuisines en DN 125,
  - Stérilisation en DN 80,
  - Pharmacie en DN 80,
  - Magasins Généraux en DN 80.

Le collecteur principal est réduit en DN 125 après la cuisine.

Un échangeur de récupération alimenté par le réseau vapeur est connecté sur le retour du circuit d'eau chaude. Ce circuit de récupération n'a pas été observé lors de la visite.

On observe également une connexion entre les lignes L et C dans les chambres de vanne CV5 et CV5 bis.

- La ligne C avec un départ en DN 200 qui alimente dans l'ordre :
  - HGE en DN 125,
  - SAU en DN 125,
  - Biomédical en DN 32,
  - Cardiologie en DN 200,
  - Tumorothèque en DN 40.

La Crèche et l'administration sont alimentées en secondaire depuis l'échangeur principal de la cardiologie.

Les départs vers les réseaux SAU et Biomédical sont situés dans la chambre de vanne « CAR ». Dans cette chambre de vanne on trouve une connexion multiple entre les lignes «C » et « U ». Une seconde connexion est faite entre ces deux lignes au niveau du bâtiment HGE dans la chambre de vanne N°16.

- La ligne U avec un départ en DN 175 qui alimente dans l'ordre :
  - USN Extérieur où une déconnection hydraulique est faite via une bouteille de découplage et un réseau secondaire est créé pour alimenter la suite de la ligne par deux pompes simples en parallèle. Ces pompes sont de marque Grundfos type TPE 100-310 et ont un débit maximum de 200 m³/h pour une HMT de 16 mCE. Leur fonctionnement est prévu en normal/secours.
- La suite de la ligne U en DN 175 alimente dans l'ordre :
  - USN intérieur en DN 125,
  - Echangeur INSERM DN 80,
  - Médecine nucléaire en DN 80,
  - Radiothérapie en DN 80,
  - MHL en DN 150,

- CFM en DN 125.

L'ensemble des réseaux circule en enterrée jusque dans les différentes sous-stations en on observe de nombreuses chambres de vannes qui permettent d'isoler chacun des bâtiments.

Un plan des lignes de chauffage réalisé par ENGIE est disponible en annexe 2. Il détaille le cheminement et les chambres de vannes.

Un schéma de principe de distribution est disponible en annexe 3.

#### **2.1.5 SOUS-STATIONS**

A l'exception des sous station Tumorothèque et Biomédical, l'ensemble des sous-stations sont équipées d'Energy Valve BELIMO, qui permettent une régulation à pression différentielle et un comptage d'énergie.

La Tumorothèque ne possède pas une bonne déconnexion hydraulique. Le circuit CTA est alimenté en direct sur une vanne 3 voies. Une bouteille de découplage et un échangeur fournissent respectivement le réseau radiateur et ECS.

Le réseau primaire du SAU arrive sur une bouteille de découplage.

L'ensemble des autres sous-stations présentent une bonne déconnexion hydraulique entre le primaire et le secondaire via des échangeurs à plaque.



## **2.2 ETAT DES INSTALLATIONS**

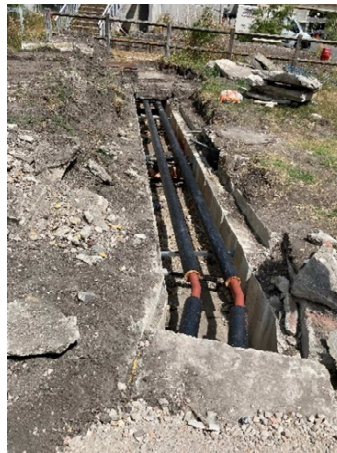

Pour les installations en mauvais état, nous définissons 3 niveaux d'urgence :

Niveau d'urgence 1 : Installation à remplacer dès que possible

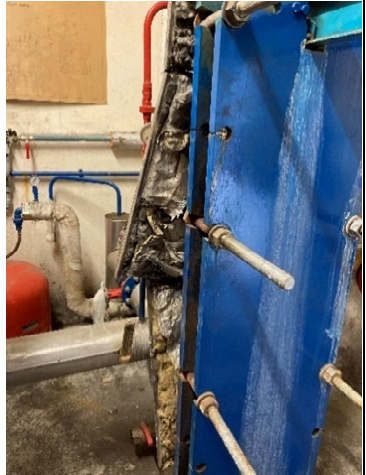
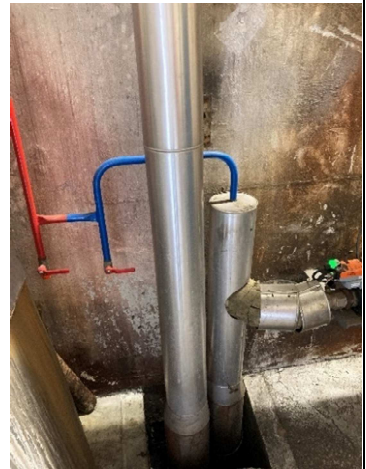
Niveau d'urgence 2 : Installation à remplacer d'ici 5 ans

Niveau d'urgence 3 : Installation à remplacer d'ici 10 ans



EQUIPEMENT	ETAT	ACTION	NIVEAU DURGENCE	PHOTO
<b>Chaufferie</b>				
Chaudière N°01 DANSTOKER 10MW 1998	BON	La Chaudière parait en bon état. Sa date de mise en service appelle néanmoins à la vigilance et son remplacement devra être prévu.	Niveau d'urgence : 2	
Chaudière N°02 HOVAL 10 MW 2014	BON			
Régulation	A AMELIORER			
Pompe de circulation "U" GRUNDFOS	BON			
Pompe de circulation "C" SALMSON	BON			
Pompe de circulation "L" SALMCON	BON			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON			
Chaudière vapeur N°03 ALSTOM	BON			

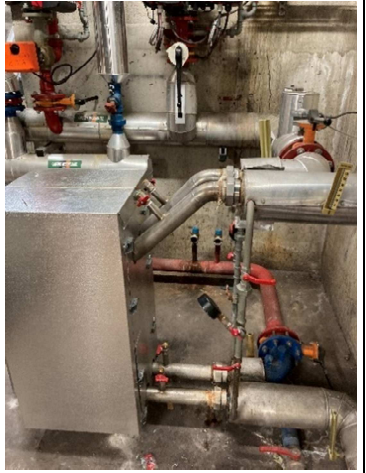
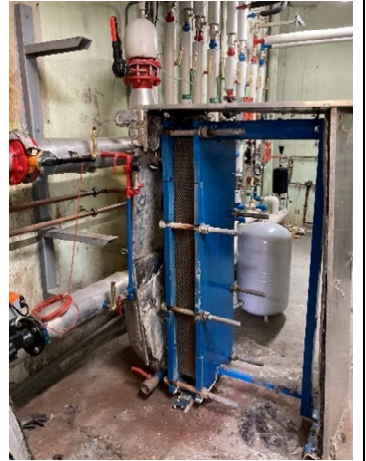
Chaudière Vapeur n°04 BOSCH	BON			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON			
<b>Réseaux enterrés</b>				
Tuyauterie	MAUVAIS	De nombreuses fuites sur le réseau ont été reportées. Des travaux de réparations étaient en cours lors de notre passage.	Niveau d'urgence : 1	
Calorifuge	Inconnu			
Chambres de vannes	PASSABLE	Les chambres de vannes présentent des traces de vétusté et ne sont pas calorifugées		
<b>Sous-stations</b>				
<b>Blanchisserie</b>				
Echangeur	Sous-station non visitée			
Tuyauterie	Sous-station non visitée			
Calorifuge	Sous-station non visitée			
Organes	Sous-station non visitée			
	Sous-station non visitée			





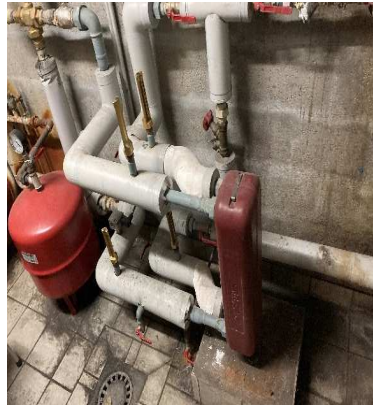
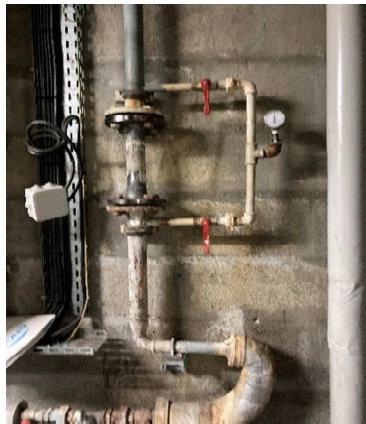
Ateliers et garages				
Echangeur VICARB 350 kW	PASSABLE	L'échangeur présente des traces de vétusté pouvant impacter ses performances. Un remplacement sera à prévoir	Niveau d'urgence: 2	
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	MAUVAIS	Calorifuge en mauvais état sur une partie du réseau et absent sur l'échangeur. Une reprise améliorerait les performances et limiterait les risques de brûlure		
Organes	BON	Réseau non étiqueté		

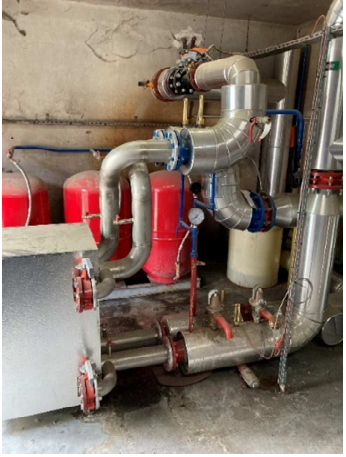
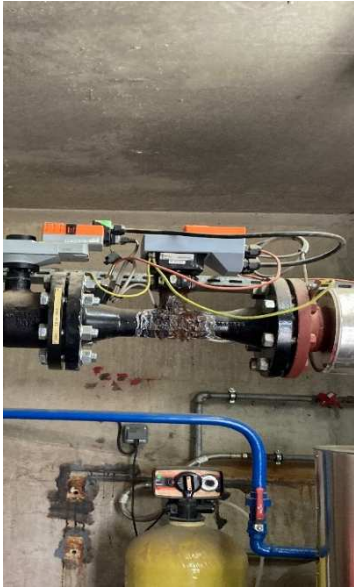


Cuisines				
Echangeur VICARB 1200kW	PASSABLE	Echangeur calorifugé non visible mais la connexion du reseau secondaire présente des traces de vétusté (corrosion) qui laisse supposer que l'échangeur n'est pas en parfait état.	Niveau d'urgence: 2	
Tuyauterie	BON	Le reseau retour est refait à neuf pour l'intégration de l'Energy Valve. Le reseau aller est d'origine		
Calorifuge	A AMELIORER	Le reseau retour primaire n'est pas calorifugé		
Organes	EXCELLENT			


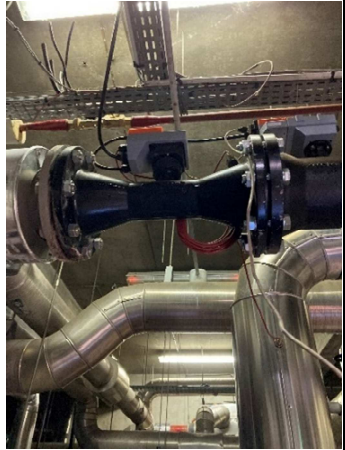
Stérilisation				
Echangeur ALFA LAVAL 270 kW	BON			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	BON			
Pharmacie				
Echangeur VICARB 520 kW	BON	Echangeur remplacé récemment en lieu et place un ancien échangeur L'échangeur possède quelques traces de corrosion sur les vis de fixation	Niveau d'urgence: 3	
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	MAUVAIS	Calorifuge absent sur l'échangeur. Une reprise améliorerait les performances et limiterait les risques de brûlure		
Organes	EXCELLENT			



Magasins généraux				
Echangeur		Sous-station non visitée		
Tuyauterie		Sous-station non visitée		
Calorifuge		Sous-station non visitée		
Organes		Sous-station non visitée		
		Sous-station non visitée		
<b>HGE</b>				
Echangeur	EXCELLENT			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	BON	Le filtre à tamis présente des traces de corrosion sur ses brides de fixation sans doute dues à une petite fuite.		


SAU				
Echangeur		Sous-station non visitée		
Tuyauterie		Sous-station non visitée		
Calorifuge		Sous-station non visitée		
Organes		Sous-station non visitée		
Biomédical				
Echangeur VICARB 60 kW	BON			
Tuyauterie	MAUVAIS	Une partie de la tuyauterie présente des traces de corrosion importantes Niveau d'urgence : 2	Niveau d'urgence: 2	
Calorifuge	MAUVAIS	Calorifuge vétuste et absent sur toute une partie de la tuyauterie		
Organes	PASSABLE	Une des seules sous-station sans energy Valve. A installer afin de permettre une régulation.	Niveau d'urgence: 2	

CFM				
Echangeur VICARB 1000 kW	BON			
Tuyauterie	EXCELLENT			
Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	PASSABLE	L'Energy Valve et une soupape de sécurité présentent de traces de corrosion dûes à des fuites sur les organes.		
Tumorothèque				
V3V/Bouteille et échangeur		Sous-station non visitée		
Tuyauterie		Sous-station non visitée		
Calorifuge		Sous-station non visitée		
Organes		Sous-station non visitée		






		Sous-station non visitée		
Cardiologie				
Echangeur SWEP 2900 kW	BON	Echangeur calorifugé, donc non visible, mais ne présentant pas de trace évidente de vétusté		
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	BON	L'Energie Valve présente quelques traces de corrosion sur sa bride de raccordement		

USN Extérieur				
Bouteille de découplage	BON			
Pompes de circulation GRUNDFOS	BON	Pompes remplacées récemment.		
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	BON			
USN Intérieur				
Echangeur SWEP 980kW	BON			
Tuyauterie	EXCELLENT			

Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	EXCELLENT			
INSERM				
Echangeur				
Tuyauterie				
Calorifuge				
Organes				
Médecine nucléaire				
Echangeur VICARB 460kW	BON			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	PASSABLE	Certaines parties de la tuyauterie, le raccordement à l'échangeur et les organes ne sont pas calorifugés.		
Organes	BON			



Radiothérapie				
Echangeur BARRIQUAND 560 kW	BON			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON	Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	BON			
MHL				
Echangeur ALPHA LAVAL 2000 kW	PASSABLE	Echangeur marqué comme datant de 1994. Si c'est confirmé l'appareil est vétuste et est un niveau d'urgence 1. Le calorifuge de l'échangeur ne semble cependant pas avoir 29 ans.	Niveau d'urgence: 1	

Tuyauterie	BON			
Calorifuge	PASSABLE	La finition du calorifuge n'est pas uniforme et montre de nombreuses reprises. Les organes ne sont pas calorifugés, amélioration possible		
Organes	BON			

## 2.3 ANALYSE

### 2.3.1 ANALYSE DES PUISSANCES ET DES CONSOMMATIONS

Une moyenne des consommations, est effectuée sur les 5 derniers exercices (2018-2019-2020-2021 et 2022) selon les relevés transmis issus des documents ENGIE.

	Consommation moyenne totale (kWh)	Sous-comptages Sous-stations (kWh)	Ecart entre consommation totale et consommation sous-stations		DJU Moyen (base 18°C)
Oct	1 737 000	1 387 021	349 979	25%	102
Nov	2 367 600	2 103 451	264 149	13%	217
Dec	2 822 400	2 612 020	210 380	8%	274
Jan	3 305 400	3 054 131	251 269	8%	355
Fev	2 355 800	2 145 710	210 090	10%	225
Mar	2 366 000	2 219 794	146 206	7%	215
Avr	1 916 200	1 644 556	271 644	17%	147
Mai	1 310 400	1 155 231	155 169	13%	80
Jui	923 250	796 871	126 379	16%	33
Juil	861 750	700 312	161 438	23%	9
Aou	798 250	686 311	111 939	16%	9
Sep	829 250	800 295	28 955	4%	35
<b>TOTAL</b>	<b>21 593 300</b>	<b>19 305 702</b>	<b>2 287 598</b>	<b>13%</b>	<b>1701</b>

L'analyse des consommations fait ressortir les points suivants :

Il manque certains relevés de comptage « Sous-station » : Biomédical et Tumorothèque.

La somme des consommations relevées par sous-comptages « Sous-stations » est nettement inférieure

à la consommation totale relevée par les compteurs de production, l'écart constaté représente 13% de la consommation totale. On notera que cet écart est très important lors des mois d'Eté et à l'intersaison. Les éléments en notre possession ne nous permettent pas de trouver une explication à cette constatation et l'absence de consommations des bâtiments Biomédical et Tumorotheque ne saurait expliquer cet écart.

### Analyse des consommations d'été :

La consommation d'été est très importante au regard des besoins en énergie calorifique de la période qui se traduisent par la production d'eau chaude sanitaire et selon les CTA, le réchauffage après déshumidification.

Ainsi la consommation moyenne Juillet/Août est de 830 000 kWh pour 31 jours, soit 26 774 kWh/j.

En estimation la consommation liée à la production ECS à partir des hypothèses suivantes :

- Nombre de lits : 1120
- Consommation moyenne constatée sur la plupart des bâtiments hospitaliers pour les usages sanitaires + préparation des repas : 60 à 80 litres/lit/jour à 60°C – Nous prenons 80 litres/jour
- L'ECS estimée pour la stérilisation est traitée par la vapeur et n'est donc pas pris en compte.
- T° entrée eau froide : 15°C

Consommation totale journalière estimée pour l'ECS =  $0.08 \times 1120 = 90$  m<sup>3</sup>/jour, soit des besoins théoriques bruts journaliers de 4 709 kWh/jour.

En considérant un rendement global des installations de 45% environ, la consommation liée à la part ECS serait de 10 464 kWh/jour.

Reste donc 16 310 kWh/jour non consommé par la production ECS.

On peut supposer que cette consommation calorifique non consommée par l'ECS est liée au réchauffage après déshumidification de l'air traité.

Ce point devra être vérifié en fonction des débits de CTA concernées par la déshumidification.

### 2.3.2 ESTIMATION DES BESOINS – DETERMINATION DE LA PUISSANCE NECESSAIRE

Cette estimation a pour but d'estimer la puissance calorifique nécessaire pour assurer le chauffage du site.

Cette estimation est réalisée à partir :

- De la consommation mensuelle (moyenne des 5 dernières) des 5 mois d'hiver (Novembre à Mars)
- De l'estimation faite du rendement des installations en période hivernale
- Des DJU (base 21°C) plus réalistes que les DJU contractuels (base 18°C) dans la mesure où la température ambiante dans les bâtiments hospitalier est en général plus proche de 21°C que de 18°C.
- De la température extérieure de base considérée à -5°C

L'expression des besoins bruts (GV exprimés en kW/°C) est donnée par la formule suivante :

$$GV = (\text{Consommation} \times \text{rendement des installations}) / (24 \times \text{DJU})$$

Avec :

Rendement des installations estimé à 66% en période hivernal et qui est égal aux produits de :

- Rendement de production estimé à 85%
- Rendement primaire compris pertes par échangeurs : 90%
- Rendement de distribution secondaire : 95%
- Rendement d'émission : 95%
- Rendement de régulation : 95%

Soit Rendement global =  $85\% \times 90\% \times 95\% \times 95\% \times 95\% \times 95\% = 66\%$

Compte tenu de l'écart de consommations conséquent entre les comptages « productions » et « sous-station », le calcul est réalisé à partir des consommations globales « production » :

	Consommation moyenne Totale «Production » (kWh)	DJU moyen (base 21°C)	GHS	
			GV (kW/°C)	Puissance brute pour - 5°C (kW)
Nov	2 367 600	323	200	5 008
Dec	2 822 400	371	208	5 198
Jan	3 305 400	438	206	5 156
Fev	2 355 800	298	216	5 401
Mar	2 366 000	306	211	5 283
<b>TOTAL</b>	<b>13 217 200</b>	<b>1 736</b>		
<b>MOYENNE</b>			<b>208</b>	<b>5 209</b>

La puissance brute théorique ressort à 5 209 kW sur la base des DJU (21°C). Il est à noter que le calcul effectué sur la base des DJU (18°C) donne une puissance brute globale de 7 148 kW

### Puissance utile nécessaire :

Cette puissance théorique est déterminée à partir de la puissance brute calculée ci-dessus, à laquelle est affectée, les pertes de l'installation, soit 66% et un coefficient de surpuissance de 20% (généralement appliqué pour ce type d'établissement)

La puissance utile théorique nécessaire aux usages de chauffage de Haut Lévêque serait comprise entre 9 471 kW et 12 997 kW.

Pour la suite des études, nous retiendrons la puissance utile comme étant la moyenne des puissances utiles calculées selon les bases DJU 18° et 21°, soit 11 234 kW

### Nota : Puissance utile en sous-stations

Afin de vérifier l'adéquation des diamètres du réseau primaire et les besoins en sous-station nous avons établi pour chaque sous-station la même méthodologie de calcul.

Les résultats sont les suivants :

	Puissance Brute en kW	Puissance Utile en kW
Blanchisserie	229	<b>416</b>
Ateliers et garages	125	<b>227</b>
Cuisines	564	<b>1 025</b>
Stérilisation	295	<b>536</b>
Pharmacie	142	<b>258</b>
Magasins Généraux	122	<b>222</b>
HGE	1053	<b>1 915</b>
SAU	410	<b>745</b>
Tumurothèque		<b>0</b>
Biomédical		<b>0</b>
Cardiologie	1634	<b>2 971</b>
USN Extérieur		<b>0</b>
USN intérieur	548	<b>996</b>
Echangeur INSERM		<b>0</b>
Médecine nucléaire	260	<b>473</b>
Radiothérapie	122	<b>222</b>
MHL	817	<b>1 485</b>
CFM	393	<b>715</b>

### 2.3.3 ADEQUATION ENTRE DIAMETRES ET PUISSANCES

Une estimation de la puissance qu'il est possible de passer pour chaque diamètre a été réalisée selon des hypothèses de pertes de charges et de vitesse de passage dans les réseaux, détaillées ci-dessous. Le tableau présente un comparatif entre ces puissances théorique, les puissances utiles calculées à partir des consommations et les puissances issues des différents schémas, afin de vérifier le dimensionnement pour chacune des sous-stations.

Le cumul des puissances permet d'analyser le dimensionnement sur chaque tronçon du réseau de chaleur.

Pour les sous-stations Tumurothèques, Biomédical et INSERM, n'ayant pas de consommations, une puissance issue des DOE a été prise en compte.

#### Hypothèses de calculs – Puissance issue du diamètre :

- Pour tous les DN < 100 mm – pertes de charges linéiques limitées à 28 mm/ml
- Pour tous les DN > 100 mm – vitesse en canalisation = 2.0 m/s
- Pour tous les DN > 250 mm – vitesse en canalisation = 2.5 m/s

Diamètre (DN)	Puissance issue du diamètre (kW)	Puissance issue d'un DOE (kW)	Puissance utile calculée (kW)
------------------	---	--	-------------------------------------

Départ Général chaufferie		250	9995		11234
Sous-stations					
Ligne L		200	6299	2890	2684
	Blanchisserie	65	523	200	416
	Ateliers et garages	65	523	350	227
	Cuisines	125	2401	1200	1025
	Stérilisation	80	807	270	536
	Pharmacie	80	807	520	258
	Magasins généraux	80	807	350	222
Ligne C		200	6299	6445	5776
	HGE	125	2401	1800	1915
	SAU	125	2401	1600	745
	Tumorotheque	40	129	85	85
	Biomédical	25	42	60	60
	Cardiologie	200	6299	2900	2971
Ligne U		175	4964	5750	4351
	USN Intérieur	125	2401	980	996
	INSERM	80	807	460	460
	Médecine nucléaire	80	807	750	473
	Radiothérapie	80	807	560	222
	MHL	80	807	2000	1485
	CFM	125	2401	1000	715

### Analyse de l'adéquation entre la puissance utile et la puissance issue du diamètre :

#### Antenne « L » :

L'alimentation de chaque sous-station est correctement dimensionnée.

Les puissances calculées des sous-station Blanchisserie et Stérilisation sont supérieures aux puissances trouvées dans les documents, mais sans impact sur le dimensionnement des réseaux.

**L'antenne « L » est en DN 200, est donc utilisée à moins de 45% de sa capacité. Elle a donc potentiellement une capacité d'extension ou de secours d'une autre ligne.**

#### Antenne « C » :

L'alimentation de chaque sous-station est correctement dimensionnée. On trouve des puissances calculées très proches des puissances théoriques, à l'exception du SAU dont la consommation n'est pas représentative de la puissance théorique installée.

**L'antenne « C » est en DN 200, est donc utilisée entre 80 et 100% de sa capacité. Une extension ou le secours d'une autre ligne sont donc très limités, à moins de dégrader les performances de la ligne.**

#### Antenne « U » :

L'antenne « U » est en DN 175, le départ de la centrale thermique est déconnecté hydrauliquement par un ballon dans la sous-station USN Extérieure et le réseau est remis en circulation par une pompe

simple.

Un écart de l'ordre de 35% existe entre la puissance calculée d'après les consommations et la puissance issue de la documentation. Cet écart se retrouve sur les bâtiments Médecine Nucléaire, Radiothérapie, MHL et CFM. Seul l'USN intérieur, le premier bâtiment de la ligne correspond à sa puissance théorique. Cet écart peut être expliqué par une puissance déployée limitée par la capacité du réseau et par sa pompe de distribution.

**L'antenne est donc utilisée entre 80 et 115% de sa capacité. Le réseau est sous-dimensionné et ne permet pas d'alimenter l'ensemble des sous stations qu'il dessert. Une extension ou le secours d'une autre ligne sont donc impossibles.**

#### 2.3.4 BY-PASS ENTRE RESEAUX

Selon le plan des réseaux chaud en annexe 2, les réseaux sont « maillés » en plusieurs endroits. Ce maillage est réalisé dans l'objectif de pouvoir secourir les différents bâtiments en cas de défaillance à plusieurs endroits du réseau.

- Connexion entre les lignes « L » et « C » dans le CV N°5.

Permet de réalimenter la ligne « C » depuis la ligne « L » en cas de défaillance de la ligne C entre la centrale thermique et la CV N°5. Ce secours est possible.

A l'inverse, la ligne « C » ne peut pas secourir la ligne « L » car il est limité par son diamètre.

- Connexion entre les lignes « U » et « C » dans la CV « CAR ».

La ligne « U » est connectée aux :

- Réseaux du SAU,
- Réseau de la Cardiologie.

Comme vu dans l'analyse des diamètres, le réseau U est déjà en au-dessus de ses capacités d'alimentation. Il n'est pas possible dans ce cas d'assurer une réalimentation des bâtiment SAU ou cardiologie sans dégrader en quasi-intégralité le fonctionnement de la ligne.

La réalimentation de la ligne « U » est également envisagée, en cas de défaillance sur cette ligne. La capacité du réseau « C » théorique est utilisée à 100% mais les puissances estimées à partir des consommations montrent une certaine marge qui peut permettre de réalimenter une partie du bâtiment MHL pour un fonctionnement en mode dégradé.

- Connexion entre les lignes « U » et « C » dans la CV N°16.

- La ligne « U » est connectée à la ligne « C » qui alimente le bâtiment HGE. L'analyse est la même que précédemment, la ligne « U » étant saturée.
- La ligne « C » peut cependant réalimenter le bâtiment CFM.

#### 2.3.5 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement de la production d'eau chaude avec une variation de vitesse des réseaux en fonction de la demande des Energy valve et de la régulation de la température de départ en fonction de la température extérieure est une solution correcte pour le fonctionnement du réseau primaire.

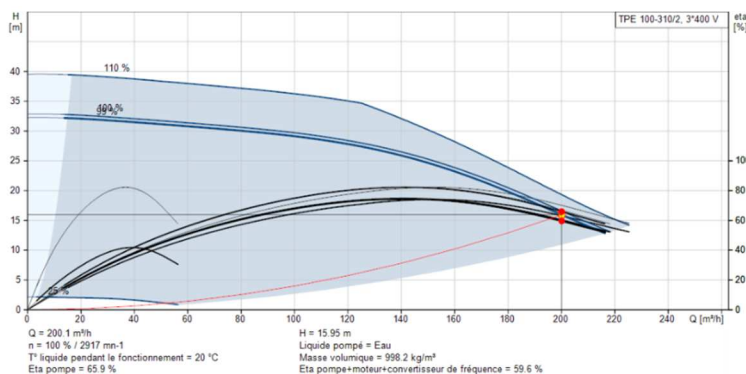
La limitation de la chaudière HOVAL à 8 MW impose un bon fonctionnement de la cascade des deux chaudières en cas de besoin supérieur. Tel que reporté dans le diagnostic d'Enerlab, la régulation des deux chaudières est distincte et n'est pas de même génération. Une mise à niveau des automates est importante afin de permettre une régulation efficace et automatisée.



Les trois pompes de distribution d'eau chaude sont interconnectées et sont, via des vannes 2 voies, toutes secourues en cas de défaillance de l'une d'elles. Leur dimensionnement est correct et permet de réalimenter les différentes lignes.

La ligne « U » part de la centrale thermique et arrive dans la sous-station USN Extérieure par être déconnectée hydrauliquement par un ballon. Cette déconnexion n'a pas d'intérêt.

Les deux pompes de circulation Grundfos TPE 100-310 qui assurent l'alimentation de toutes les sous stations de la ligne U sont à débit variable et fonctionnement en normal/secours. Leur point de fonctionnement est de 200 m<sup>3</sup>/h et de 16mCE, ce qui correspond au débit maximum à passer dans un DN 175 pour une vitesse de passage correcte. Cependant ce point de fonctionnement est un fonctionnement de la pompe au maximum de ses capacités, ce qui n'est pas conseillé pour que l'installation dure dans le temps.



Le découplage hydraulique est globalement bien assuré et la mise en place d'Energy valve permet une régulation et un suivi énergétique des installations.

La vétusté des réseaux de distribution enterrés est un problème majeur qui peut nuire au bon fonctionnement de l'installation.

De la même manière, seul un pot à boues a été identifié dans la chaufferie. Un traitement d'eau des réseaux par des produit de désembouage et d'autres préventifs, associé à des analyses d'eau régulières est indispensable pour le bon entretien des installations. Sur les réseau secondaire des filtres à barreaux magnétiques ont été installés.

L'identification des réseaux peut être grandement améliorée, en particulier dans des sous stations complexe comme la cardiologie où aucun affichage n'est fait et aucun schéma de principe n'est affiché. De plus des procédures pour la réalimentation d'une ligne à l'autre doivent être établies afin d'éviter les erreurs humaines.



## 3. INSTALLATION D'EAU GLACEE

### 3.1 DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES

La fourniture en eau glacée du site de HAUT LEVEQUE est assurée par 2 sources de production :

- Une production centralisée implanté dans le bâtiment Centrale Electrique et Thermique alimente une boucle d'eau glacée sur le site
- De nombreuses productions individuelles en terrasse ou au droit des bâtiment non desservis par la boucle centrale.

#### 3.1.1 CENTRALE THERMIQUE

La production d'eau glacée centralisée est réalisée par 4 groupes froids en parallèle :

- Un groupe froid Eau/Eau N°01 TRANE RTHC D1, fonctionnant au R134a d'une puissance de 920 kW et datant de 2000.
- Un groupe froid Eau/Eau N°02 TRANE RTHC B2, fonctionnant au R134a d'une puissance de 581 kW et datant de 1999.
- Un groupe froid monobloc Air/Eau N°4 DAIKIN type EWAD680TZ-XL B2, fonctionnant au R134a d'une puissance de 666 kW et datant de 2017.
- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EWAH880TZSLC2, fonctionnant au R1234ze d'une puissance de 879 kW et datant de 2021.

Le groupe 1 est associé à la tour aéroréfrigérante N°04

- Une Tour aéroréfrigérante N°04 de marque B.A.C., type VXT 165 R, de puissance 1132kW, établissant un régime d'eau 38°C/33°C pour le groupe froid TRANE N°1.
- Associé à cette tour, 2 pompes primaires en parallèle, fonctionnant en normal/secours. Une pompe de marque KSB type ETB 150-125-250, de débit 195 m³/h et de HMT 22mCE, la seconde de marque SALMSON type PBS100-220.

Le groupe N°2 est associé aux 3 autres tours aéroréfrigérantes N°1, 2 et 3

- Tours aéroréfrigérantes N° 01, 02 & 03, de marques B.A.C., type VXT 75, de puissance chacune 420kW, établissant un régime d'eau 34°C/26°C pour le Groupe froid TRANE n°02.
- Associé à ces tours, 3 pompes primaires en parallèle, dont 2 assurent chacune 50% du débit et une en secours. Marques LOWARA type NESH 100-200 pour 2 d'entre elles et une GRUNDFOS type TP 60-150.

Il existait un groupe d'eau glacée N°3 de même génération que les groupes 1 et 2 qui n'est plus en service et déconnecté du réseau. Il est remplacé par le groupe DAIKIN Monobloc qui est raccordé sur le collecteur d'eau glacée principal par des liaisons flexibles cheminant à travers toute la centrale thermique.

Ces 4 groupes fonctionnent avec un régime d'eau 6°C/12°C.

Lors de notre visite il nous a été reporté l'impossibilité de faire fonctionner l'ensemble des groupes froid simultanément à cause d'un manque de puissance électrique disponible.

Un circuit primaire est réalisé entre ces 4 groupes froids et une bouteille de découplage Primaire-secondaire avec 2 pompes en place

- Une pompe de marque STERLING SIHI type ZLND 125-200 de débit 220 m<sup>3</sup>/h,
- Une pompe de marque STERLING SIHI type ZLND 150-315 débit estimé à 350 m<sup>3</sup>/h.

Une troisième pompe a été déconnectée et remplacée par une des pompes du réseau secondaire via des liaisons flexibles. La pompe est de marque GRUNDFOS type NK100-400 de débit 167 m<sup>3</sup>/h et de HMT 52 mCE

Le volume de la bouteille est de 2 m<sup>3</sup>.

#### Pompes de distribution :

Le réseau de distribution secondaire après le ballon n'a donc plus que 2 pompes de circulation en parallèle qui sont les suivantes :

- Deux pompes de marque STERLING SIHI type ZLND 100-250 fonctionnant en normal/secours avec des points de fonctionnement à 240 m<sup>3</sup>/h.

Ces 2 pompes sont équipées d'un variateur de vitesse mais sans régulation actives. Elles sont enclenchées manuellement.

Un départ commun vient donc de la centrale thermique pour créer un réseau d'eau glacée centralisé.

**Théoriquement la capacité de production est de 3 046 kW. D'après nos échanges sur site, cette puissance ne peut pas être atteinte, un maximum de 1 940 kW est disponible.**

Le schéma de la production d'eau glacée est disponible en annexe 4.

### **3.1.2 RESEAUX**

Comme vu ci-dessus, on identifie un départ d'eau glacée 6°C depuis la centrale thermique qui distribue les bâtiments ci-dessous :

- Un départ en DN250,
- Un piquage en DN 150 qui alimente le bâtiment suivant :
  - Blanchisserie en DN 150.
- Un piquage en DN 200 qui alimente le bâtiment suivant :
  - USN en DN 100,
  - Médecine nucléaire en DN 100,
  - MHL en DN 150.
- Le réseau continue en DN 200 pour alimenter le bâtiment suivant :

- Cardiologie en DN 200.

Il existe une connexion en diamètre 200 entre le bâtiment MHL et le bâtiment cardiologie. Avec des vannes sur l'aller et le retour normalement fermées.

L'ensemble des réseaux circule en enterrée jusque dans les différentes sous station en on observe de nombreuses chambres de vanne qui permettent d'isoler chacun des bâtiments.

Le plan des réseaux d'eau glacée est disponible en annexe 5 et un schéma de principe est disponible en annexe 6.

### 3.1.3 SOUS-STATIONS RESEAU CENTRALISE

Les 5 sous-stations du réseau centralisée possèdent des bouteilles de découplage afin d'avoir une séparation entre primaire et secondaire.

Bien que les bouteilles soient présentes la plupart ne respectent pas les règle de l'art.

#### Cardiologie :

On observe une bouteille avec une V2V en son centre.

Afin de faire une bouteille de découplage, il faut inverser l'aller et le retour afin que l'aller soit positionné en partie basse de la bouteille et ouvrir à 100% la V2V si elle est du même diamètre que la bouteille, sinon la supprimer.

S'il s'agit d'un by-pass, il faut de toute façon supprimer cette vanne.

#### MHL :

Le découplage semble correct. On observe la mise en place d'une Energy Valve BELIMO sur le retour

#### USN :

Une bouteille de découplage est en place avec une Energy valve BELIMO sur l'aller. Les piquages de la bouteille ne sont pas positionnés selon les règles de l'art.

#### Médecine Nucléaire :

Une bouteille de découplage est en place avec une Energy valve BELIMO sur le retour. Les piquages de la bouteille ne sont pas positionnés selon les règles de l'art, de plus il faudrait inverser l'aller primaire et le retour pour le faire arriver en bas de la bouteille.

#### Blanchisserie :

La sous station de la blanchisserie n'a pas été visitée.

On retrouve dans les audits IDEX de 2006 et 2009 des puissances différentes avec un total de puissance froide théorique de 2615 kW.

Le bâtiment cardiologie est le seul parmi ces 5 à avoir une production de froid complémentaire via de des groupes froids indépendants.

Les autres bâtiments, lorsqu'ils ont un réseau d'eau glacée, sont équipés de productions individuelles.

### 3.1.4 PRODUCTIONS D'EAU GLACEE INDIVIDUELLES

**Sterilisation :**

Le bâtiment est alimenté en eau glacée par un groupe monobloc en terrasse :

- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EWAT220B-XLB2004, fonctionnant au R32 d'une puissance de 226kW et datant de 2021.

Le réseau dessert les CTA du bâtiment en direct et est équipée d'une Energy Valve.

Pharmacie :

Le bâtiment est alimenté en eau glacée par un groupe monobloc en terrasse :

- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EUWAB24KAZW1, fonctionnant au R407c d'une puissance de 55kW et datant de 2006.

Le réseau dessert les CTA du bâtiment en direct.

**Radiothérapie :**

Le bâtiment est alimenté en eau glacée par un groupe monobloc en terrasse :

- Un groupe froid monobloc Air/Eau AERMEC type NRL1500°°°A°°°04, fonctionnant au R410a d'une puissance de 399kW et datant de 2011.

Le groupe alimente une bouteille de découplage et le réseau est équipée d'une energy valve.

**CFM :**

Le bâtiment n'est pas alimenté en eau glacée pour son confort thermique, seul les besoins process des zones UP1 et UP2 sont traités par des groupes monoblocs autonome en terrasse du bâtiment.

- Un groupe froid monobloc Air/Eau AERMEC type NRB0654°°°A°°°P4, fonctionnant au R410a d'une puissance de 151kW et datant de 2020.

Ce groupe dessert en direct les CTA de l'UP1

- Un groupe froid monobloc Air/Eau TRANE type CCGAM 240, fonctionnant au R407c d'une puissance de 64kW et datant de 2006.

- Un groupe froid monobloc Air/Eau TRANE type CCGAM 240, fonctionnant au R407c d'une puissance de 64kW et datant de 2006.

Ces deux groupes en parallèle alimentent un ballon tampon qui dessert les CTA de l'UP2.

**Cardiologie :**

Le bâtiment cardiologie est raccordé au réseau centralisé, mais on trouve des productions individuelles regroupés au pied du bâtiment pour alimenter le service d'imagerie médicale du bâtiment.

***Imagerie CTA***

- Un groupe froid monobloc Air/Eau TRANE type CGAN209, fonctionnant au R407c d'une puissance de 288kW et datant de 2007.

***Scanner***

- Un groupe froid monobloc Air/Eau TRANE type CGAN200, fonctionnant au R407c d'une puissance de 49kW et datant de 2008.

***IRM***

- Un groupe froid monobloc Air/Eau TRANE type CGAN250, fonctionnant au R407c d'une puissance de 62kW et datant de 2008.

***Equipex n°1***

- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EWAQ-BAWN 064, fonctionnant au R410a d'une puissance de 62kW et datant de 2023.

#### **Equipex n°2**

- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EWAQ-BAWN 064, fonctionnant au R410a d'une puissance de 62kW et datant de 2023.

#### **HGE :**

Le bâtiment est alimenté en eau glacée par deux groupes monoblocs en parallèle :

- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EWAD 600 XR, fonctionnant au R134a d'une puissance de 598kW et datant de 2015.
- Un groupe froid monobloc Air/Eau DAIKIN type EWAD 640 TZSR, fonctionnant au R134a d'une puissance de 639kW et datant de 2015.

Ces deux groupes sont la seule source d'eau glacée du bâtiment et alimentent des collecteurs de distribution via 3 pompes simple en parallèle dans la sous station du bâtiment.

#### **SAU :**

- Un groupe froid monobloc Air/Eau TRANE type CGAN212, fonctionnant au R407c d'une puissance de 389kW et datant de 2006.

SOUS STATION	PUISSANCE FROIDE (kW)
Réseau d'eau glacée individuels	
Stérilisation	226
Pharmacie	55
Radiothérapie	399
CFM	
UP1	151
UP2	64
UP2	64
Cardiologie	
Imagerie CTA	288
Scanner	49
IRM	62
Equipex N°1	62
Equipex N°2	62
HGE	
Groupe 1	598
Groupe 2	639

---

SAU	389
<b>TOTAL</b>	<b>3 108</b>

**La production totale du site installé est donc de 3 046 kW pour le réseau centralisé et 3 108 kW pour les productions individuelles, soit un total de 6 154 kW avec une répartition égale entre ces deux types de production.**

Un schéma de principe des productions individuelles est disponible en annexe 7.

### 3.2 ETAT DES INSTALLATIONS




Pour les installations en mauvais état, nous définissons 3 niveaux d'urgence :


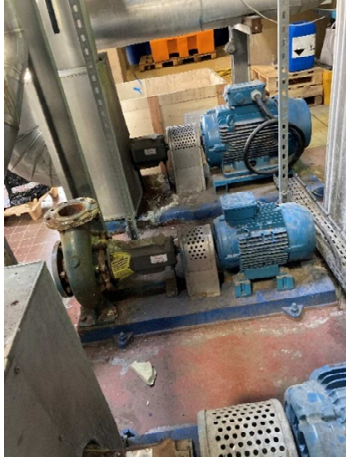

Niveau d'urgence 1 : Installation à remplacer dès que possible


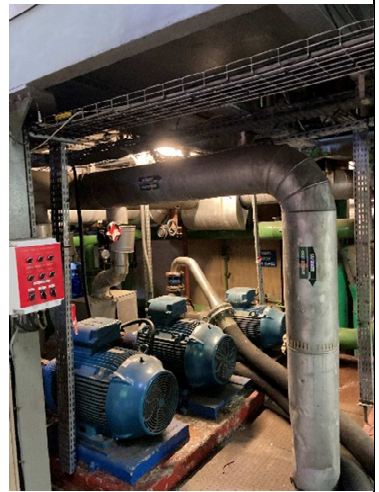
Niveau d'urgence 2 : Installation à remplacer d'ici 5 ans



Niveau d'urgence 3 : Installation à remplacer d'ici 10 ans



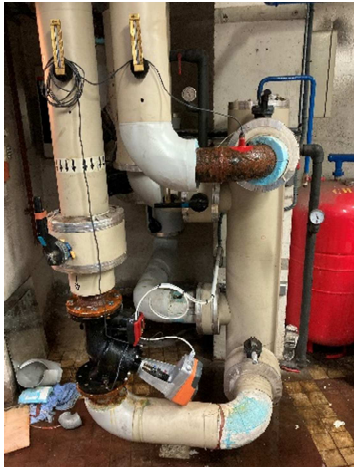
EQUIPEMENT	ETAT	ACTION	NIVEAU D'URGENCE	PHOTO
<b>Centrale Thermique</b>				
GF N°1 TRANE 920 kW 2000	MAUVAIS	Le groupe est vétuste et a déjà percé. Un remplacement est à prévoir.	Niveau d'urgence : 1	
GF N°2 TRANE 581 kW 1999	MAUVAIS	Le groupe est vétuste et a déjà percé. Un remplacement est à prévoir.	Niveau d'urgence : 1	
GF N°4 DAIKIN 666 kW 2017	BON	Le groupe est en bon état mais ne fonctionne pas pour cause de manque de capacité électrique		

GF Extérieur DAIKIN 879 kW 2021	EXCELLENT	Le groupe est en bon état mais ne fonctionne pas à pleine puissance pour cause de manque de capacité électrique		
Pompe de circulation primaire 1 STERLING 220 m³/h 2003	MAUVAIS	Les pompes présentent des traces de vétusté importantes.	Niveau d'urgence : 1	
Pompe de circulation primaire 2 STERLING 350 m³/h	MAUVAIS	Les pompes présentent des traces de vétusté importantes.	Niveau d'urgence : 1	
Pompe de circulation primaire 3 GRUNDFOS 167 m³/h	MAUVAIS	Les pompes présentent des traces de vétusté importantes. Celle-ci est connectée par des réseaux flexibles.	Niveau d'urgence : 1	
Ballon 2 m³	BON			

Pompe de circulation secondaire 1 STERLING 240 m³/h 2009	MAUVAIS	Les pompes présentent des traces de vétusté importantes.	Niveau d'urgence : 1	
Pompe de circulation secondaire 2 STERLING 240 m³/h 2009	MAUVAIS	Les pompes présentent des traces de vétusté importantes.	Niveau d'urgence : 1	
Tuyauterie	PASSABLE	La tuyauterie présente des traces de dégradation. Une partie du réseau est faite en tuyauterie flexible pour raccorder une pompe primaire et le groupe froid extérieur.		
Calorifuge	MAUVAIS	Le calorifuge n'est pas continu sur certains organes et sur les pompes de distribution	Niveau d'urgence : 1	

Organes	MAUVAIS	Certains organes présentent des signes de vétusté dus en grande partie à un mauvais calorifugeage.	Niveau d'urgence : 2	
<b>Réseau en enterré</b>				
Tuyauterie		Non visitée		
Calorifuge		Non visitée		
Chambres de vannes		Non visitée		
<b>Sous-stations</b>				
<b>Blanchisserie</b>				
Bouteille		Sous-station non visitée		
Tuyauterie		Sous-station non visitée		
Calorifuge		Sous-station non visitée		
Organes		Sous-station non visitée		
		Sous-station non visitée		
<b>Cardiologie</b>				
Bouteille	A AMELIORER	La bouteille est en bon état mais son fonctionnement n'assure pas un bon découplage hydraulique. Le réseau aller et retour primaire doit être inversé pour que l'aller arrive en bas de la Bouteille. La vanne deux voies au milieu de la		






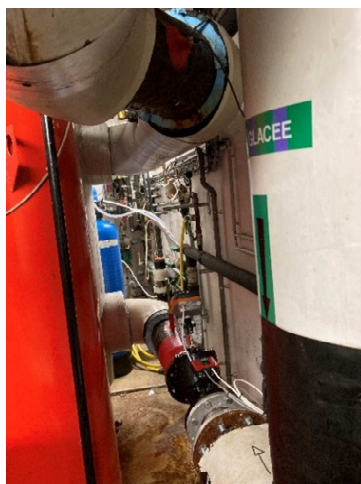
		bouteille est à supprimer.		
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	BON			
Organes	BON	Nous n'avons pas identifié d'Energy Valve sur ce reseau mais elle doit être présente d'après nos échanges avec le CHU		
USN				
Bouteille	BON	La Bouteille ne présente pas de signe de dégradation et le découplage est assuré.		
Tuyauterie	PASSABLE	Des parties non calorifugée révèlent une tuyauterie présentant des signes de vétusté qui doivent être corrigés pour ne pas propager les dégradations.		
Calorifuge	A AMELIORER	L'installation de l'Energy valve n'a pas fait l'objet d'une reprise de calorifuge. Celui ci doit être continu sur l'eau glacée.		




---

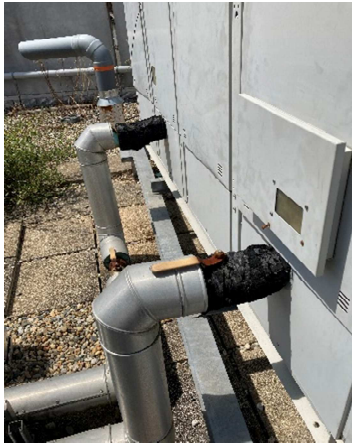

Organes	BON			





Médecine nucléaire				
Bouteille	A AMELIORER	Cette Bouteille n'assure pas un bon découplage hydraulique. Elle ne respire pas les règles de l'art pour la position des piquages et ses piquages aller et retour sont à inverser afin d'avoir l'aller en bas de la Bouteille.		
Tuyauterie	PASSABLE	La tuyauterie présente quelques signes de vétusté sur ses parties visibles.		
Calorifuge	A AMELIORER	L'installation de l'Energy valve n'a pas fait l'objet d'une reprise de calorifuge. Celui ci doit être continu sur l'eau glacée.		
Organes	BON			



MHL				
Bouteille	BON			
Tuyauterie	PASSABLE	Des parties non calorifugée révèlent une tuyauterie présentant des signes de vétusté qui doivent être corrigés pour ne pas propager les dégradations.		
Calorifuge	A AMELIORER	L'installation de l'Energy valve n'a pas fait l'objet d'une reprise de calorifuge. Celui ci doit être continu sur l'eau glacée.		
Organes	BON			



PRODUCTIONS INDIVIDUELLES				
<b>Stérilisation</b>				
Groupe froid DAIKIN 226 kW 2021	EXCELLENT			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	MAUVAIS	Le calorifuge n'a pas été refait sur une partie du réseau suite à l'installation de l'Energy Valve. A faire au plus vite pour ne pas créer de dégradation trop rapide des organes		
Organes	BON			
<b>Pharmacie</b>				
Groupe froid DAIKIN 55 kW 2006	MAUVAIS	Le groupe froid est vétuste	Niveau d'urgence : 2	

Tuyauterie	PASSABLE			
Calorifuge	MAUVAIS	Le calorifuge ne couvre pas tout le réseau en particulier les organes		
Organes	MAUVAIS	Les organes présentent des traces de vétusté importantes		

HGE				
Groupe froid N°1 DAIKIN 639 kW 2015	BON	Le groupe froid ne présente pas de dégradation apparentes.		
Groupe froid N°2 DAIKIN 598 kW 2015	BON	Le groupe froid ne présente pas de dégradation apparentes.		
Pompe primaire N°1	BON			
Pompe primaire N°2	BON			
Pompe primaire N°3	BON			
Tuyauterie	BON			





Calorifuge	BON			
Organes	BON			
SAU				
Groupe froid TRANE 2006	PASSABLE	Le groupe froid ne présente pas de dégradations visibles mais est vétuste par son âge. Un remplacement sera à prévoir. Niveau de priorité : 2		
Tuyauterie	PASSABLE	La tuyauterie présente quelques signes de vétusté sur ses parties visibles.		
Calorifuge	A AMELIORE R	L'installation de l'Energy valve n'a pas fait l'objet d'une reprise de calorifuge. Celui ci doit être continu sur l'eau glacée.		
Organes	PASSABLE			

CFM				
Groupe Froid UP1 AERMEC 151 kW 2020	BON			
Groupe Froid UP2 N°1 TRANE 64 kW 2006	MAUVAIS	Les deux groupes de l'UP2 présentent des traces de vétusté importantes. Leur remplacement est à prévoir.	Niveau d'urgence : 1	
Groupe froid UP 2 N°2 TRANE 64 kW 2006	MAUVAIS	Les deux groupes de l'UP2 présentent des traces de vétusté importantes. Leur remplacement est à prévoir.	Niveau d'urgence : 1	
Découplage UP1	A AMELIORE R	L'installation ne présente pas de découplage pour l'UP1, un volume tampon est nécessaire pour éviter des problèmes de fonctionnement		



		nt sur le grouê.		
Bouteille de découplage UP2	BON			
Tuyauterie	MAUVAIS	Installation en mauvais état à l'extérieur. L'intérieur est en bon état.	Niveau d'urgence : 1	
Calorifuge	MAUVAIS	Installation en mauvais état à l'extérieur. L'intérieur est en bon état.	Niveau d'urgence : 1	
Organes	MAUVAIS	Installation en mauvais état à l'extérieur. L'intérieur est en bon état.	Niveau d'urgence : 1	

Radiothérapie				
Groupe AERMEC 399 kW 2011	PASSABLE	Les ailettes du groupe présentent de nombreux impact de grêle pouvant affecter son fonctionnement.		
Bouteille de découplage	EXCELLENT			
Tuyauterie	BON			
Calorifuge	NON CONFORME	L'installation de l'Energy valve n'a pas fait l'objet d'une reprise de calorifuge. Celui ci doit être continu sur l'eau glacée.		
Organes	BON			

### 3.3 ANALYSES

#### 3.3.1 ANALYSE DES CONSOMMATIONS

Nous avons très peu de données de consommations dans les données d'entrée. Des compteurs ont été installés en début d'année 2023 et un relevé doit être réalisé.

#### 3.3.2 ADEQUATION ENTRE DIAMETRE ET PUISSANCE

Une estimation de la puissance qu'il est possible de passer pour chaque diamètre a été réalisée selon des hypothèses de pertes de charges et de vitesse de passage dans les réseaux, détaillées ci-dessous. Le tableau présente un comparatif entre ces puissances théorique et les puissances issues des différents schémas, afin de vérifier le dimensionnement pour chacune des sous-stations. Le cumul des puissances permet d'analyser le dimensionnement sur chaque tronçon du réseau d'eau glacée.

##### Hypothèses de calculs – Puissance issue du diamètre :

- Pour tous les DN < 100 mm – pertes de charges linéiques limitées à 28 mm/ml
- Pour tous les DN > 100 mm – vitesse en canalisation = 2.0 m/s

		Diamètre (DN)	Puissance issue du diamètre (kW)	Puissance issue d'un DOE (kW)
Départ Général Production de froid		200	1890	
Réseau centralisé		200	1890	1607
	Blanchisserie	125	720	191
	Cardiologie	200	1890	580
	USN intérieur	100	408	180
	Médecine nucléaire	100	408	200
	MHL	150	1032	456

Les données d'exploitation n'étant pas représentatives, les puissances prises en compte sont celles du schéma de principes ENGIE et du synoptique ENERLAB. Les diamètres de ces documents ne sont que partiellement juste, nous nous référons donc aux diamètres indiqués sur le réseau d'eau glacée tracé sur le plan de masse.

##### Réseau centralisé :

Le diamètre d'alimentation de chaque sous-station est suffisamment dimensionné pour les puissances données.

Le réseau d'alimentation de la blanchisserie en DN 125 est lui surdimensionné pour une puissance annoncée à 191 kW.

Le départ général en DN 200 limite la puissance disponible à 1900 kW avec un delta de température de 6°C. Il n'est pas en adéquation avec la puissance maximale de la production.

Après un premier piquage qui va vers la blanchisserie, le réseau se sépare ensuite en deux antennes :

- Une antenne vers la cardiologie en DN 200, utilisée à environ 30% de sa capacité avec une puissance de 580 kW pour la sous station cardiologie.
- Une antenne vers l'USN, la médecine nucléaire et le MHL en DN 200 utilisé à environ 50% de sa capacité avec une puissance 836kW pour les trois sous-stations.

Ces deux antennes sont connectées entre le bâtiment MHL et Cardiologie pour créer une boucle.

La seule partie du réseau utilisée à 100% de sa capacité est le tronçon entre le départ de la centrale thermique et la séparation entre les antennes cardiologie et USN. Une future extension de la boucle demanderait un agrandissement du diamètre de ce tronçon.

### **Productions individuelles :**

L'adéquation entre les diamètres et les puissances sur les productions individuelles est bonne sur tous les points qui ont pu être vérifiés.

### 3.3.3 BOUCLAGE RESEAU CENTRALISE

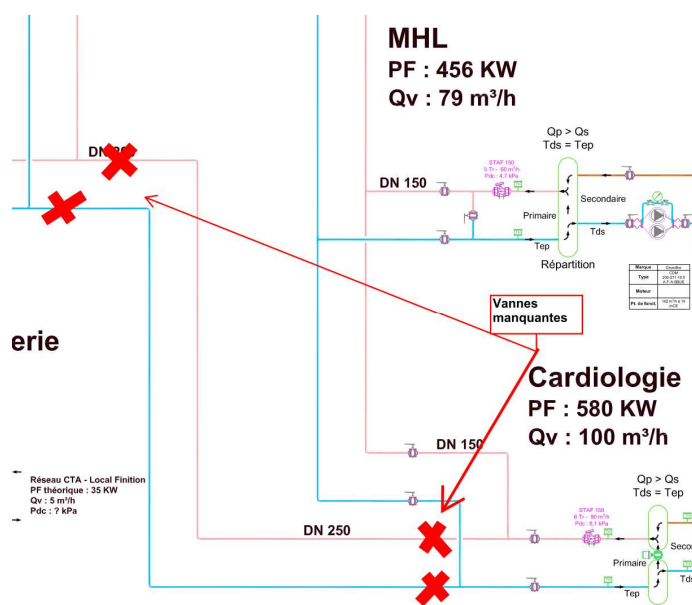
La connexion des réseaux entre la sous-station cardiologie et la sous-station MHL permet de réaliser un bouclage dans le réseau centralisé et de réalimenter une antenne depuis l'autre. Les documents ne sont pas en cohérence et les schémas de principe décrivent cette liaison en DN 150 et non 200. Nous prenons ce cas comme hypothèse car il est le plus défavorable.

### Réalimentation de la sous-station Cardiologie par la ligne USN/MNU/MHL :

Théoriquement possible avec les dimensions de réseaux en place.

Ce cas peut se présenter en cas de défaillance du réseau sur l'antenne cardiologie entre le départ de l'antenne et la sous-station.

La condition à respecter est de pouvoir isoler l'antenne défaillante au moyen de vannes d'isolement au départ et à l'arrivée de l'antenne, or aucune de ces vannes n'a été trouvée dans les documents et elles n'ont pas été observée lors de notre visite.



### Réalimentation de la Ligne USN/MNU/MHL par la ligne Cardiologie :

Théoriquement possible avec les dimensions de réseaux en place.

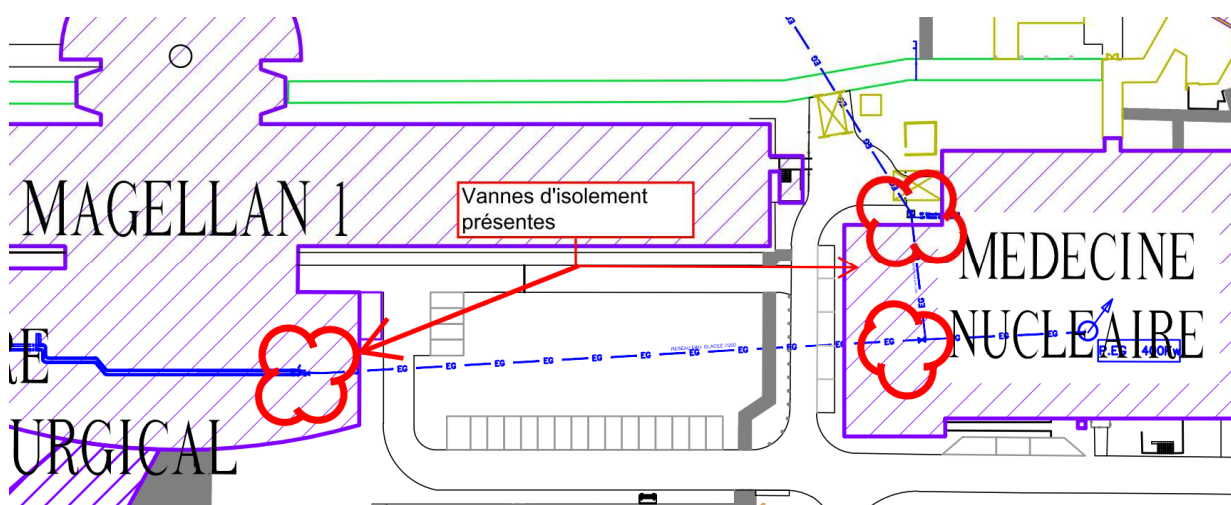
Ce cas peut se présenter en cas de défaillance du réseau sur l'antenne USN/MNU/MHL.

De la même manière que dans le cas précédent, la condition à respecter est de pouvoir isoler le tronçon défaillant au moyen de vannes d'isolement au départ et à l'arrivée du tronçon.

Le secours du bâtiment MHL est possible en cas de défaillance sur la ligne car des vannes d'isolement sont représentées sur les plans.

Le secours de la médecine nucléaire est possible en cas de défaillance sur la ligne car des vannes d'isolement sont représentées sur les plans.

Le secours de l'USN n'est pas possible car aucune vanne n'est représentée.



### 3.3.4 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT

#### Groupes froids en centrale thermique :

Suite aux différents à la visite du site et aux différents échanges que nous avons pu avoir avec le personnel du CHU, nous constatons un mauvais fonctionnement de la production d'eau glacée.

Théoriquement un total de 3627 kW froid peut être produit par l'ensemble des quatre groupes en place.

Le schéma de distribution basse tension indique une puissance disponible de 800kVA pour alimenter l'armoire de la production de froid. Or les puissances absorbées par les groupes froids sont les suivantes :

- GF N°1 : 217 Kw,
- GF N°2 : 109 kW,
- GF N°3 (Groupe neuf extérieur): 340 kW,
- GF N°4 : 218 kW,

Soit un total de 884 kW uniquement pour les groupes froids. Cette armoire dessert également les pompes de circulation et les tours aéroréfrigérantes.

Le transformateur est donc sous dimensionné pour fournir la puissance nécessaire à toute l'installation.

Tous les groupes froids ne peuvent donc pas être mis en route simultanément.

- Le groupe froid N°1 est utilisé mais est en mauvais état, en partie dû à la circulation dans le condenseur, groupe froid à l'arrêt. Son remplacement est à prévoir.
- Le Groupe froid N°2 n'est plus utilisé car il nécessite le démarrage de 3 tours aéroréfrigérante. Il est également en mauvais état et son remplacement est à prévoir.
- Le groupe froid N°3 est limité aux 2/3 de sa puissance pour pouvoir être démarré.
- Le groupe froid N°4 n'est que très peu utilisé.

La puissance maximale que peut fournir l'installation est donc de 1940 kW. Ce retour a été fait par le CHU lors de la canicule du mois d'août 2023. Il s'agit également de la puissance maximale pouvant être transportée dans le réseau en DN 200 avec une vitesse de passage adaptée.

L'ensemble des opérations de la production de froid sont faite de façon manuelle par un opérateur. Aucune régulation n'est mise en place.

Nous identifions donc plusieurs pistes pour pérenniser l'installation et améliorer son fonctionnement.

- Mise en place d'une régulation pour gérer la cascade des groupes. Ceci permet d'établir un ordre de démarrage en fonction de la demande, de mettre en place des temporisations, et d'assurer une optimisation de la production.
- Le remplacement des groupes N°1 et 2, potentiellement par des groupes associés à des dry adiabatique.
- Augmentation de la puissance électrique disponible par un remplacement du transformateur, ce qui permettrait de libérer de la puissance froide dans l'optique d'un agrandissement de la boucle.

#### Fonctionnement des pompes de distribution :

Dans la centrale thermique, les pompes de distribution sont associées à un ballon tampon d'un volume de 2 m<sup>3</sup>.

3 pompes en parallèle assurent un débit primaire avec une pompe en fonctionnement et 2 en secours et 2 pompes en parallèle avec une en fonctionnement et une en secours, assurent un débit secondaire. C'est pompes sont équipées de variateurs mais aucune régulation n'est mise en place. En cas de demande maximum, les pompes sont réglées pour un débit de 275 m<sup>3</sup>/h au primaire et 240 m<sup>3</sup>/h au secondaire.

Dans ce fonctionnement le ballon ne respecte pas la règle des 3D, en particulier sur les piquages de son réseau primaire. Ceci peut créer des perturbations et n'assure pas une déconnexion hydraulique et des mélanges de température, malgré un débit primaire supérieur au secondaire.

Nous identifions ici aussi plusieurs pistes d'amélioration pour améliorer le fonctionnement :

- Mise en place d'une régulation sur les pompes, qui assure les basculements, la gestion des défauts et une variation du débit potentielle sur le réseau secondaire.
- Modification de la bouteille afin d'assurer une vraie déconnexion hydraulique.

Dans la centrale thermique, le nouveau groupe froid et une des pompes primaires, sont raccordés au moyen de flexibles cheminant au milieu du local. Ces raccordements provisoires sont à supprimer pour permettre la mise en place d'une solution définitive.

#### Sous-stations sur réseau centralisé :

Un écart de température entre la centrale thermique et la cardiologie a été signé avec un départ mesuré

à 5.5°C et une arrivée dans la cardiologie à 9.5°C.

Si la mesure est réalisée avant la bouteille de découplage, il s'agit d'une perte en ligne sur l'antenne de la cardiologie, mettant en évidence un gros défaut de calorifuge sur cette ligne.

Si la mesure est prise après la bouteille, le fait que la bouteille ne soit pas conforme (piquage aller en haut, vanne de bypass sur la bouteille), est une autre explication. Un point de mélange peut se créer et donc réchauffer le départ secondaire de la sous-station cardiologie.

Une température de départ secondaire trop chaude a également été signalée sur le bâtiment MHL, une analyse avec des mesures de température sur tous les piquages de la bouteille sera à réaliser, car celle-ci semble correcte.

Une amélioration du découplage hydraulique sur le réseau centralisé peut être faite. Ceci permettra de mieux maîtriser le réseau de distribution et ses températures.

La mise en place d'Energy valve permet la mise en place d'une régulation efficace et d'un suivi énergétique précis. La mise en œuvre de cette régulation est encore à réaliser. Les derniers relevés fournis par le CHU montrent un équilibrage correct de l'installation.

#### Sous-stations sur productions individuelles :

Les bâtiments non desservis par le réseau centralisé ont des productions autonomes.

L'installation du bâtiment HGE est une installation avec deux groupes froids en parallèle qui desservent un collecteur aller et un collecteur retour, équipés d'un by-pass en DN200.

Un problème de delta de température trop faible sur les groupes est signalé. Des mesures de température sont à réaliser sur les réseaux secondaires pour déterminer l'origine du problème.

La seconde remontée faite par le CHU est un arrosage nécessaire des groupes au-delà d'une température de 30°C extérieur. Cette information vient en contradiction avec le delta de température trop faible car ceci signifierait que les groupes n'arrivent pas à fournir la bonne température de départ.

- Une vérification des valeurs de mise en service de l'installation et une vérification des réglages est à réaliser. Le schéma de principe de l'installation et son état visuel laisse penser qu'il s'agit d'un mauvais réglage plus que d'un dysfonctionnement
- La mise en place d'une régulation récente peut permettre de mieux gérer la bascule des groupes froids

Les autres bâtiments desservis uniquement par un seul groupe (Stérilisation, Pharmacie, Radiothérapie, CFM pour l'UP1, SAU), n'ont aucun moyen de secours en cas de défaillance d'un équipement. Cette réflexion sera à mener pour établir des niveaux de criticité et la mise en œuvre de scénarios de secours.

Seul le bâtiment cardiologie possède 5 groupes autonomes pour ses services d'imagerie. Certains de ces groupes sont vétustes et n'assurent pas non plus protection des services car ils sont raccordés en direct aux CTA.

Hormis la radiothérapie et le CFM pour l'UP2, les groupes sont toujours raccordés en direct aux équipements qu'ils desservent via des vannes 3 voies dans la majorité des cas. La mise en place de volume tampon et de déconnexion hydraulique améliorerait le fonctionnement et protégerait les équipements.



## 4. CONCLUSION

Pour le réseau de chauffage, nous constatons une bonne déconnexion hydraulique et une maîtrise du réseau via l'installation d'Energy Valve. Le principal problème est l'état du réseau en lui-même, qui peut mettre nuire au bon fonctionnement de l'installation vu son état de vétusté.

La production est bien dimensionnée même si l'usage d'une seconde chaudière nous semble indispensable et que le remplacement de la chaudière N°1 sera à intégrer dans la réflexion pour l'intégration des futurs besoins du site.

La seconde réflexion à mener sur le site de Haut Lévêque sera la notion de secours car le « maillage » actuellement effectué entre les lignes de distribution n'a d'intérêt qu'en cas de défaillance sur une partie localisée de la tuyauterie et seulement si l'ensemble des vannes d'isolement sont effectivement en place. La réalimentation des bâtiments ne peut pas se faire dans n'importe quel sens, en particulier vu les capacités limitées de la ligne « U ».

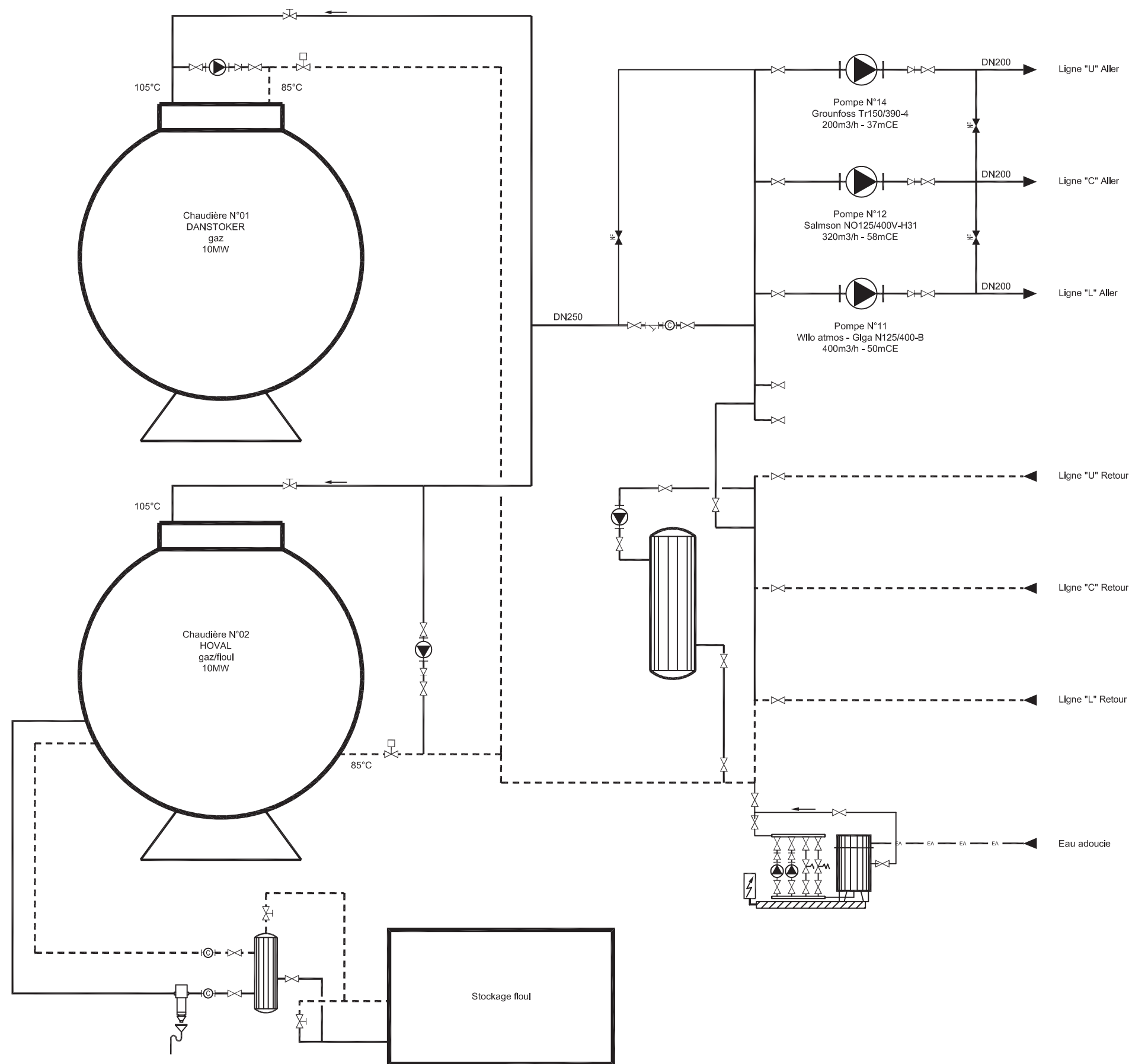
Les prochaines phases du projet devront permettre d'établir les notions de niveau de criticité et de mode dégradé pour intégrer ces éléments dans les propositions.

Pour le réseau d'eau glacée, seuls certains bâtiments sont raccordés au réseau centralisé. Nous constatons des problématiques importantes au niveau de la production, en particulier une accumulation de groupes froids qui ne peuvent pas fonctionner ensemble pour des questions électriques, des pompes de circulation en mauvais état et le raccordement en flexible de deux équipements. Une mise à jour importante de cette production est à faire et à repenser complètement pour assurer un bon fonctionnement. La mise en place d'une régulation performante est également un axe d'amélioration prioritaire.

Comme pour le chaud, les bouclages en place sont dépendant de nombreux facteurs et nécessitent l'installation de nombreuses vannes d'isolement. De la même manière la question du secours des bâtiments sera à définir de manière précise lors des prochaines phases.

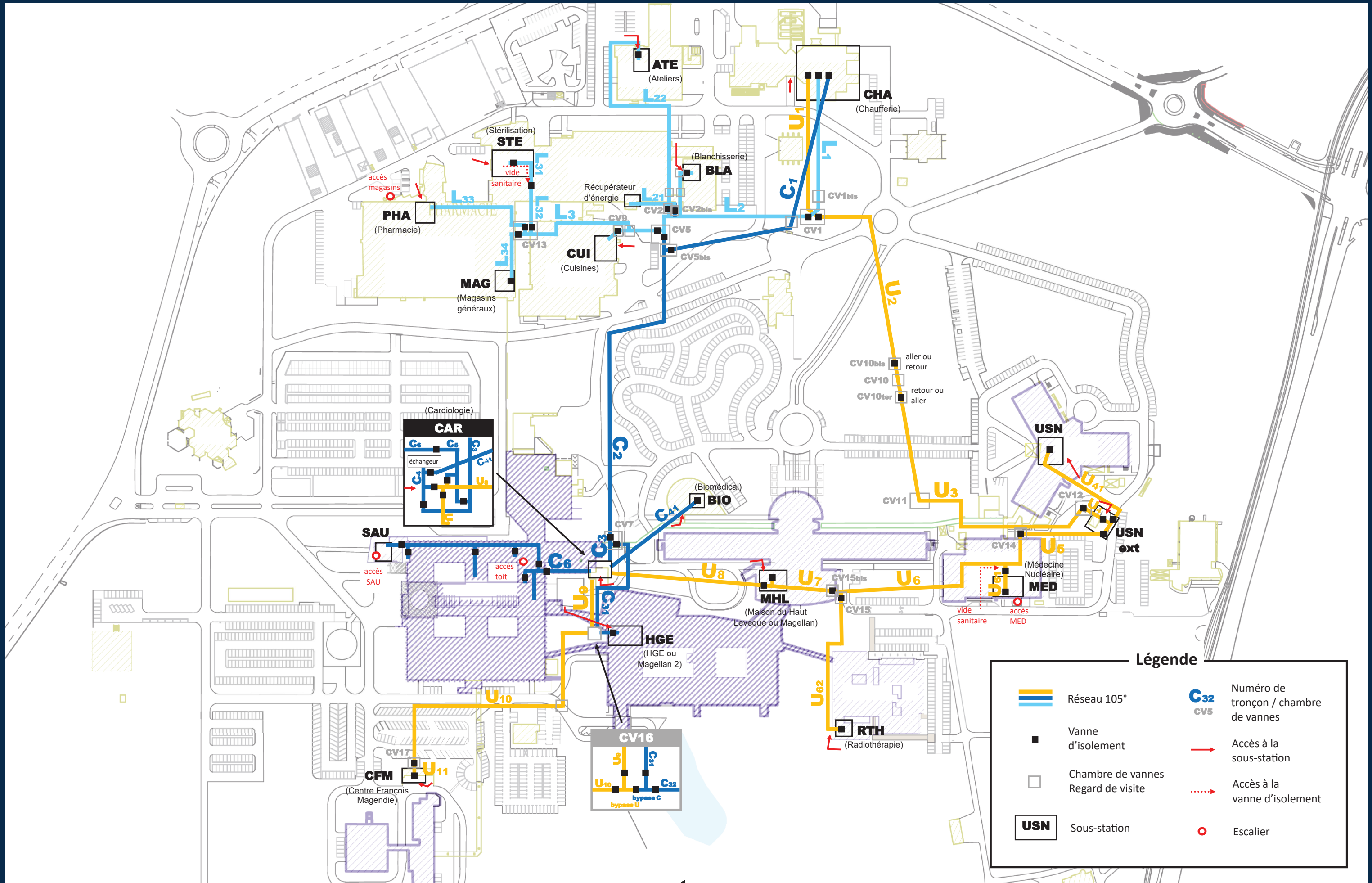
## 5. ANNEXES

### 5.1 ANNEXE N°1 : SCHEMA DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE











---

## 5.2 ANNEXE N°2 : PLAN DU RESEAU 105°C



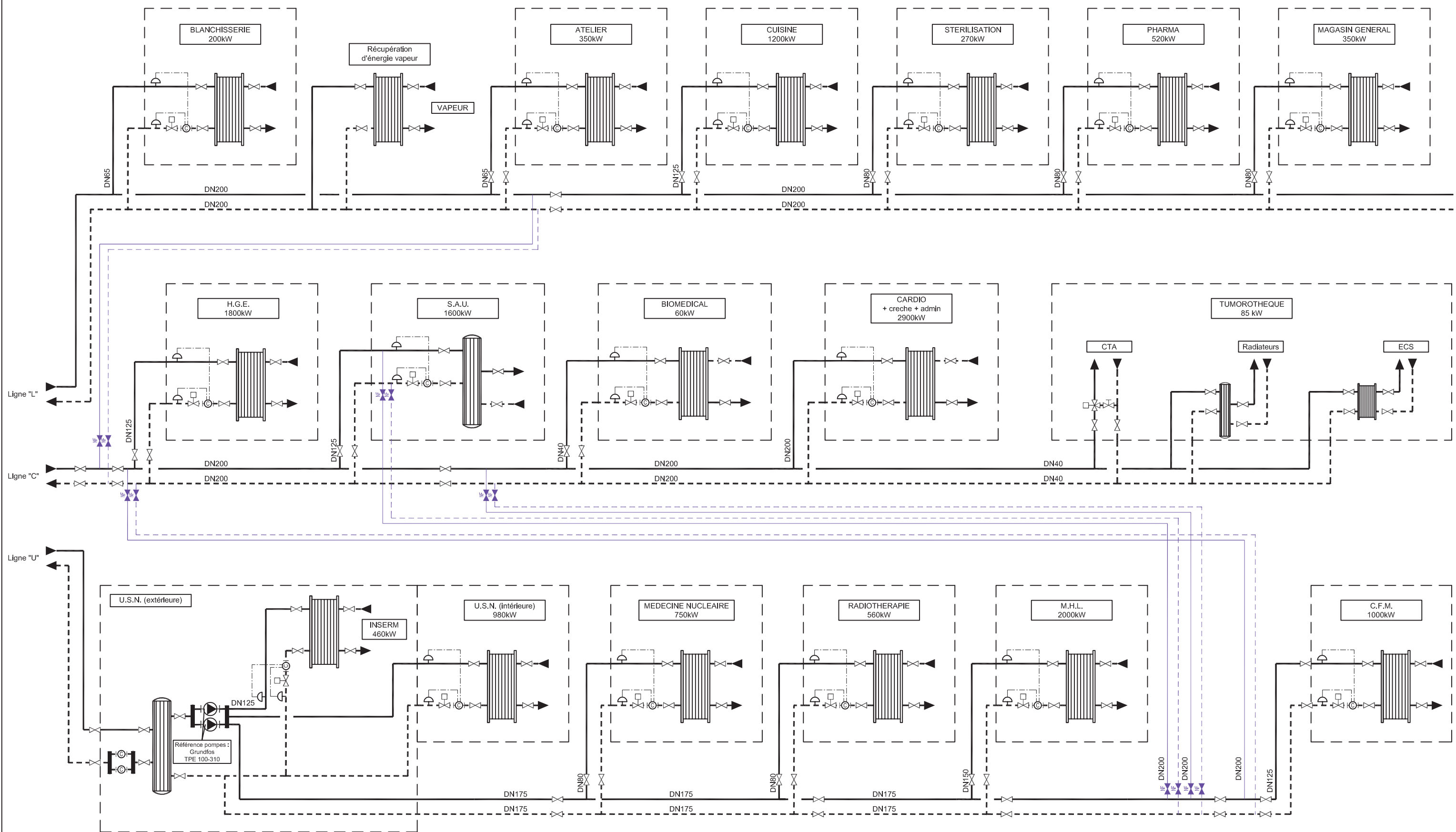
### Légende

- |   |   |
|---|---|
|  Réseau 105°                           |  Numéro de tronçon / chambre de vannes |
|  Vanne d'isolement                     |  Accès à la sous-station               |
|  Chambre de vannes<br>Regard de visite |  Accès à la vanne d'isolement          |
|  Sous-station                          |  Escalier                              |

**Plan du réseau primaire 105°**

---

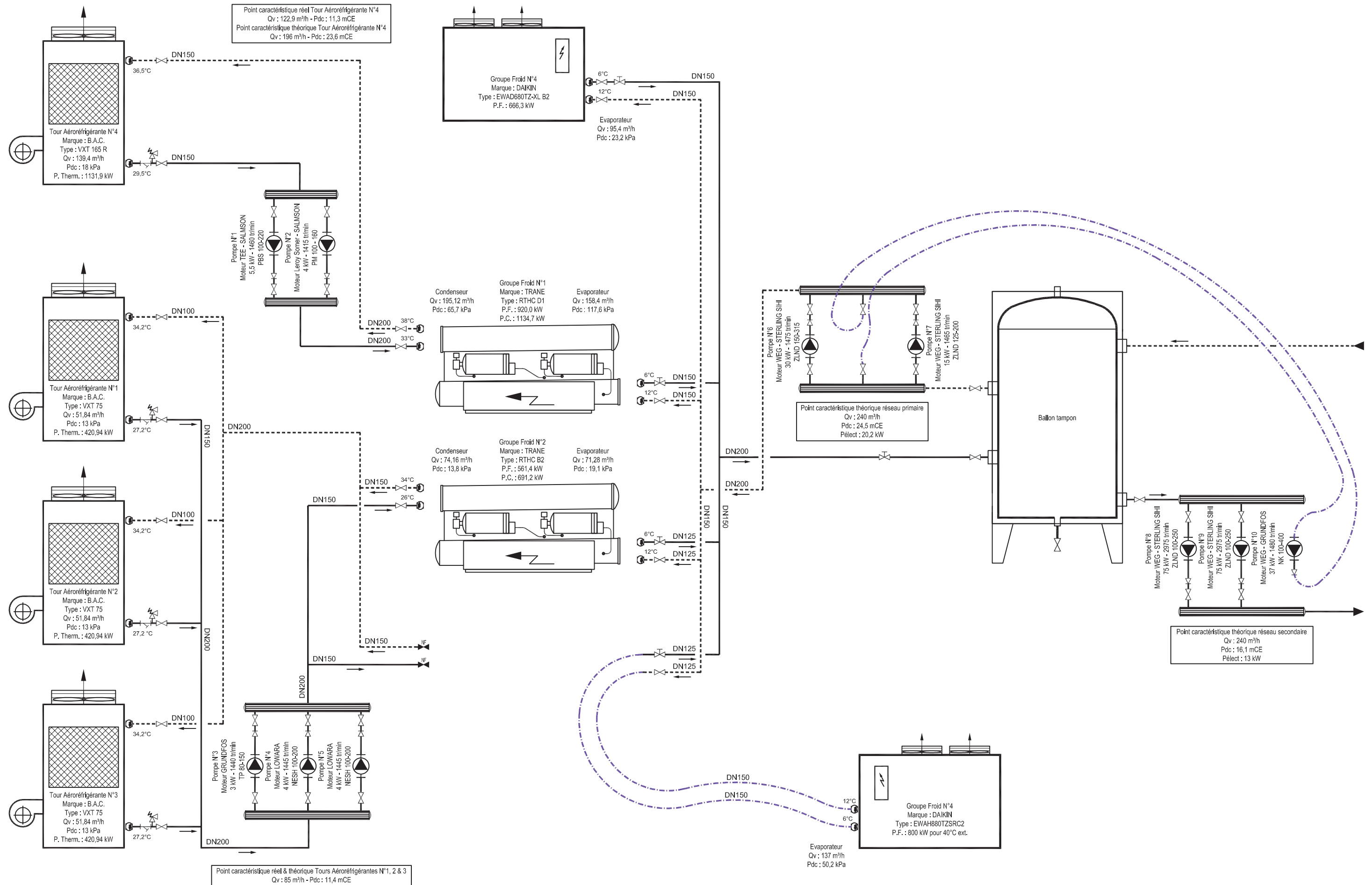
### 5.3 ANNEXE N°3 : SCHEMA DE DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE





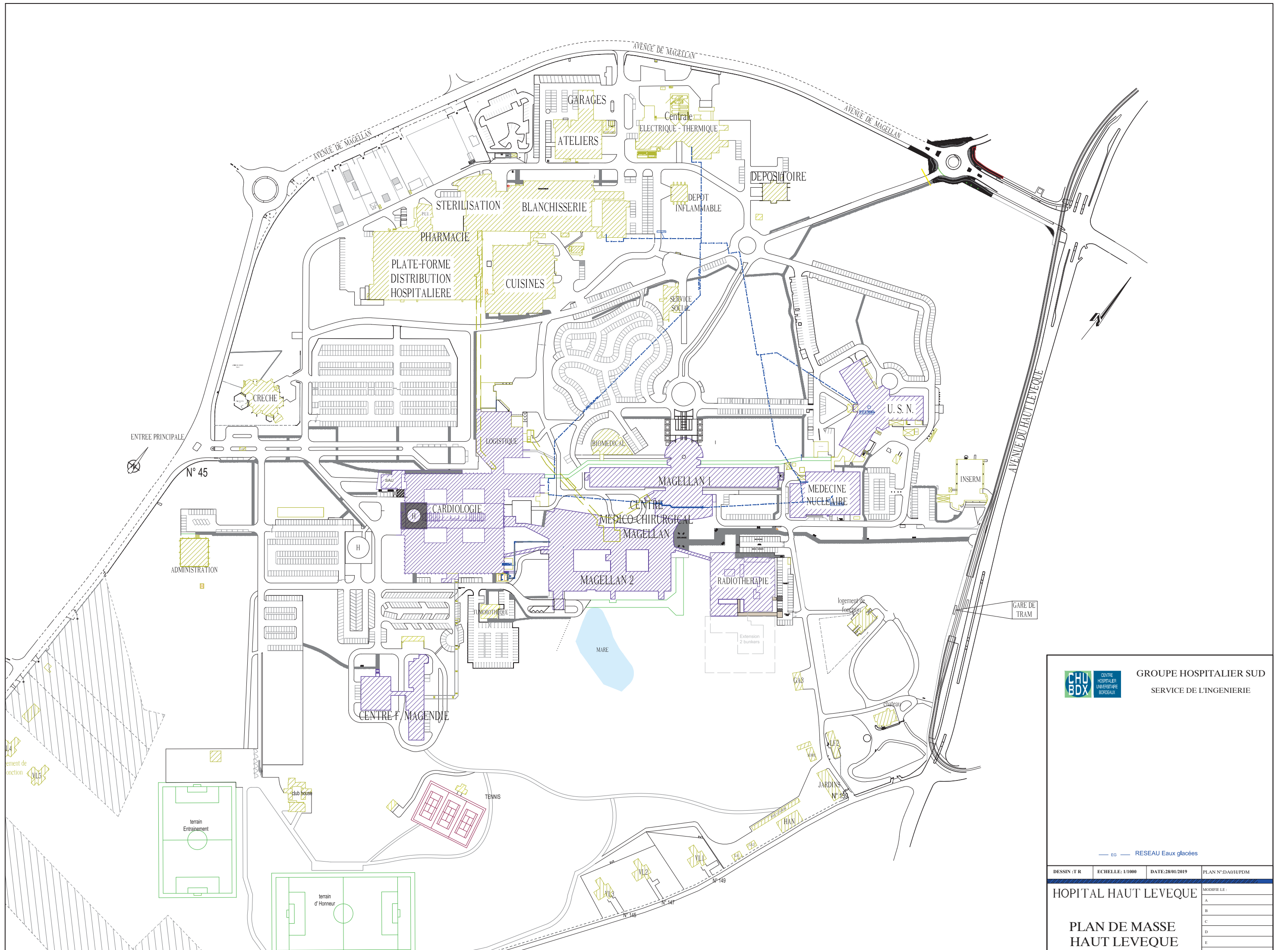
---

## 5.4 ANNEXE N°4 : SCHEMA DE PRODUCTION CENTRALISEE D'EAU GLACEE



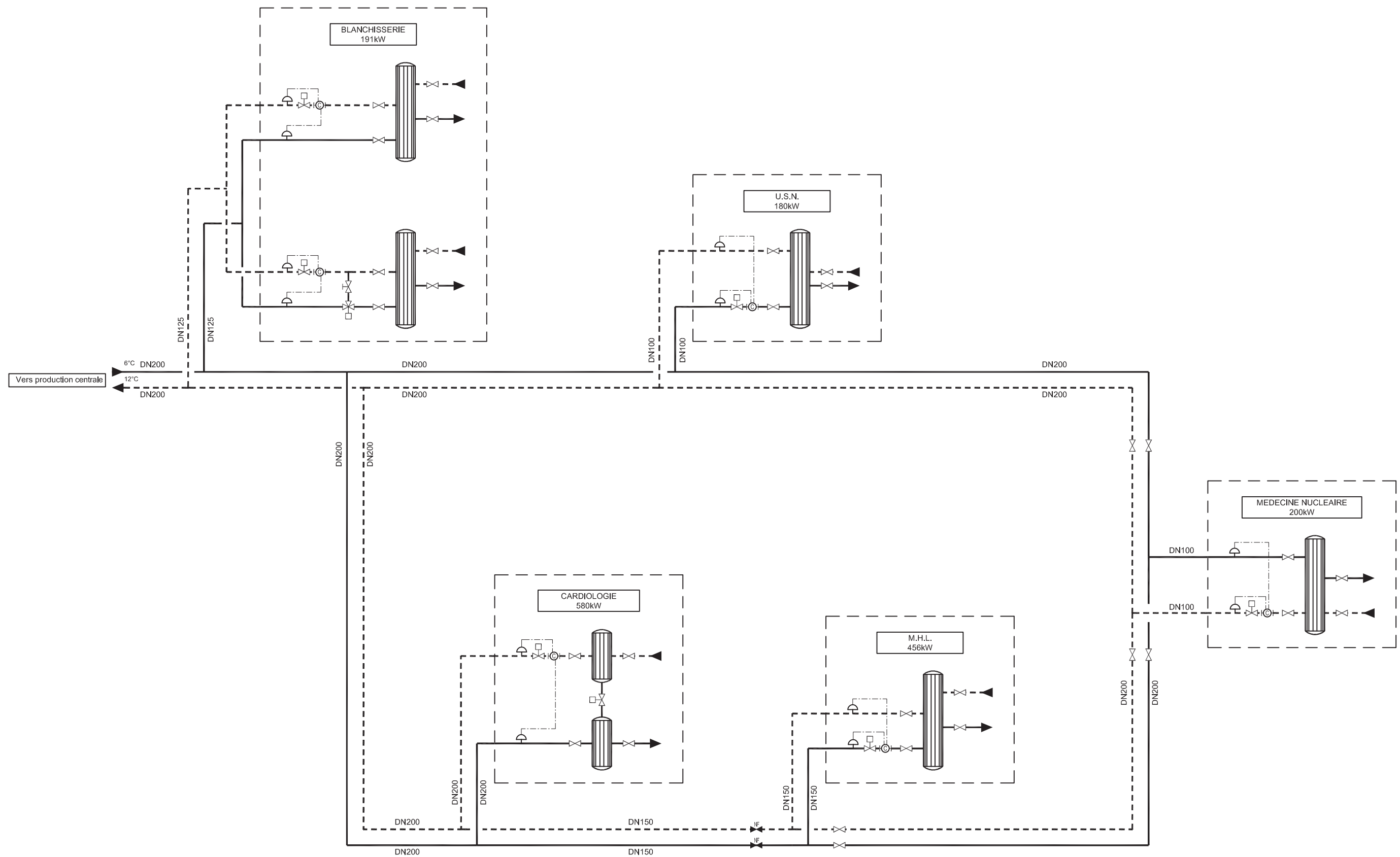
---

## 5.5 ANNEXE N°5 : PLAN DU RESEAU D'EAU GLACEE



---

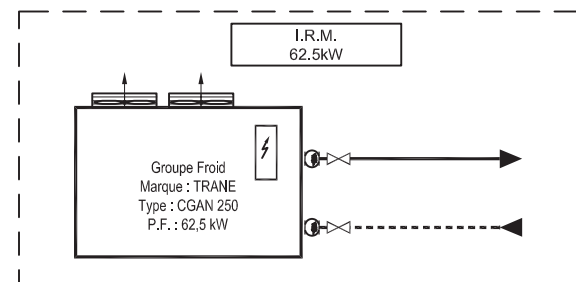
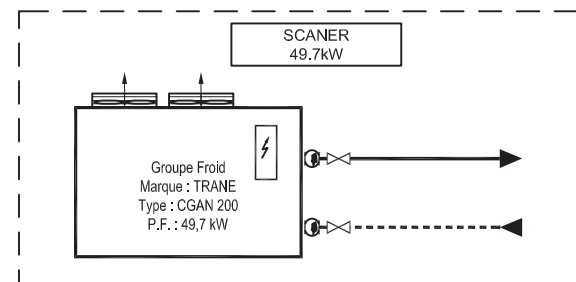
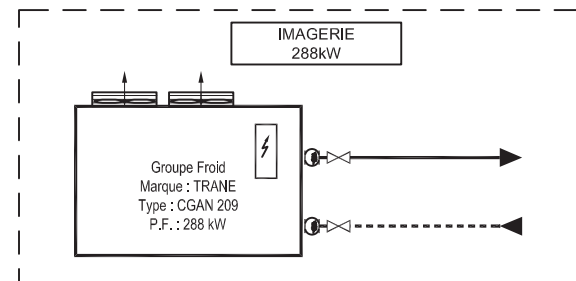
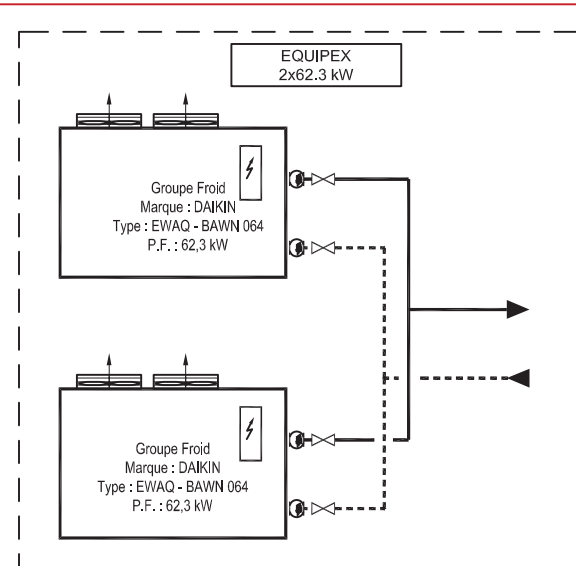
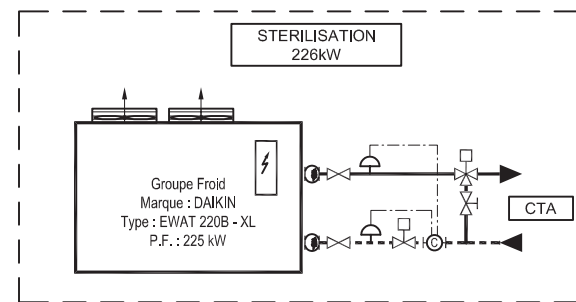
## 5.6 ANNEXE N°6 : SCHEMA DE DISTRIBUTION DU RESEAU D'EAU GLACEE





---

## 5.7 ANNEXE N°7 : SCHEMA DES PRODUCTIONS INDIVIDUELLES D'EAU GLACEE



**CARDIOLOGIE**

