



Stockage thermique par changement de phase

Récupération d'énergie des eaux usées



8 octobre 2024

Par Francis Lacharité ing.

flacharite@serl.qc.ca

Stéphane Beaulieu

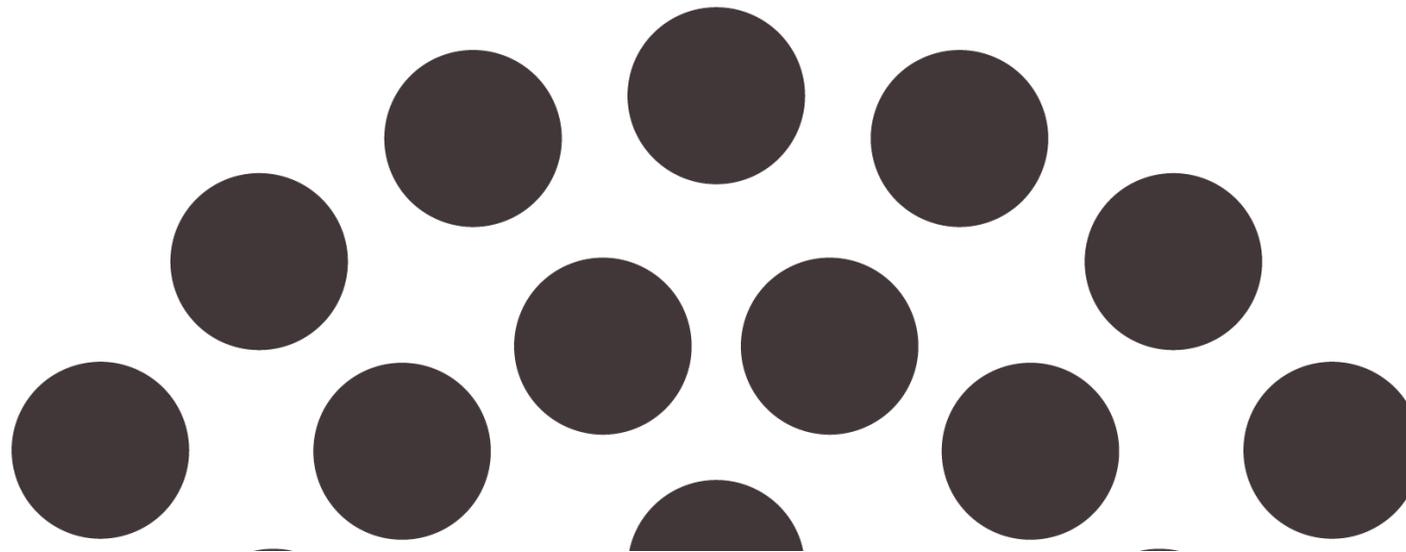
sbeaulieu@serl.qc.ca

Principaux principes d'accumulation thermique

1. Accumulation par la masse (énergie sensible)
 - I. Briques réfractaires, béton, sable,...
 - II. Stockage de l'eau de chauffage/refroidissement (réservoir)

2. Accumulation par changement de phase (énergie latente)
 - I. Paraffine
 - II. Plentigrade (Sodium Acétate)
 - III. Huile végétale

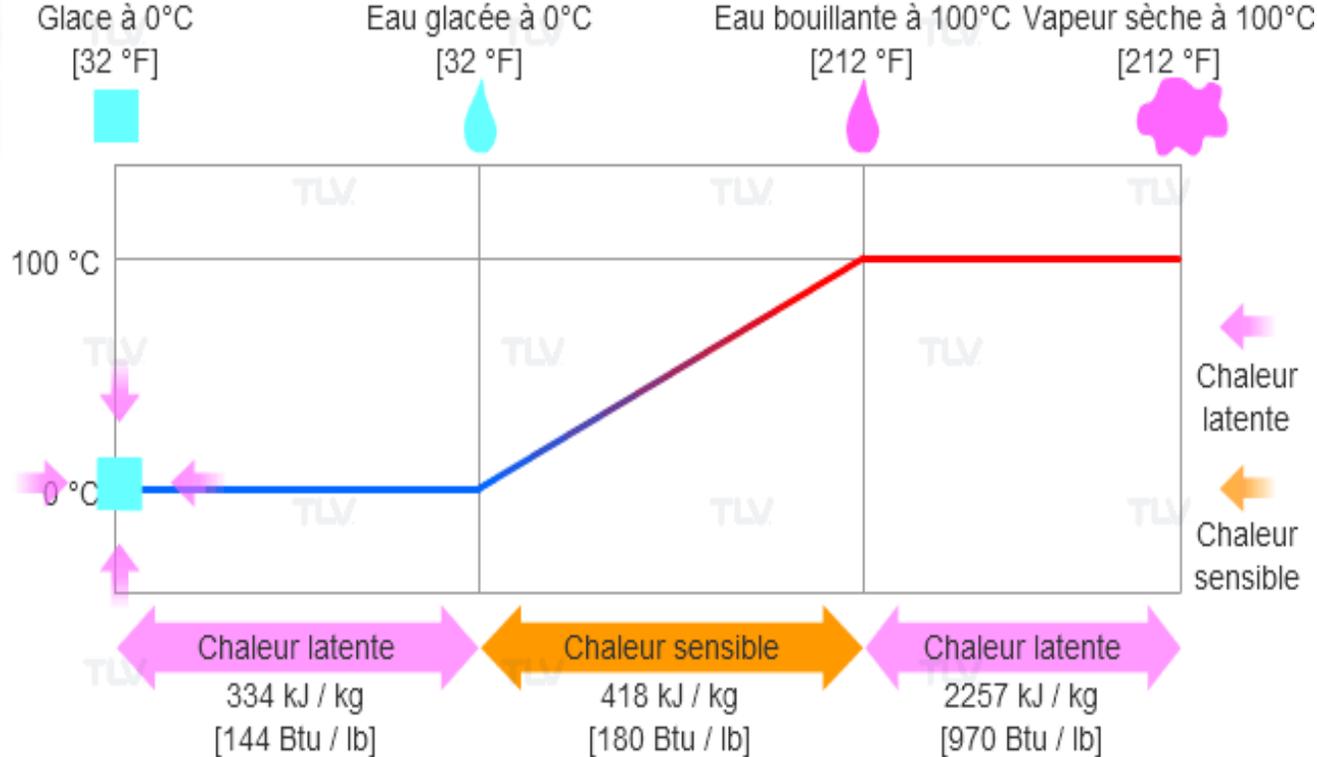
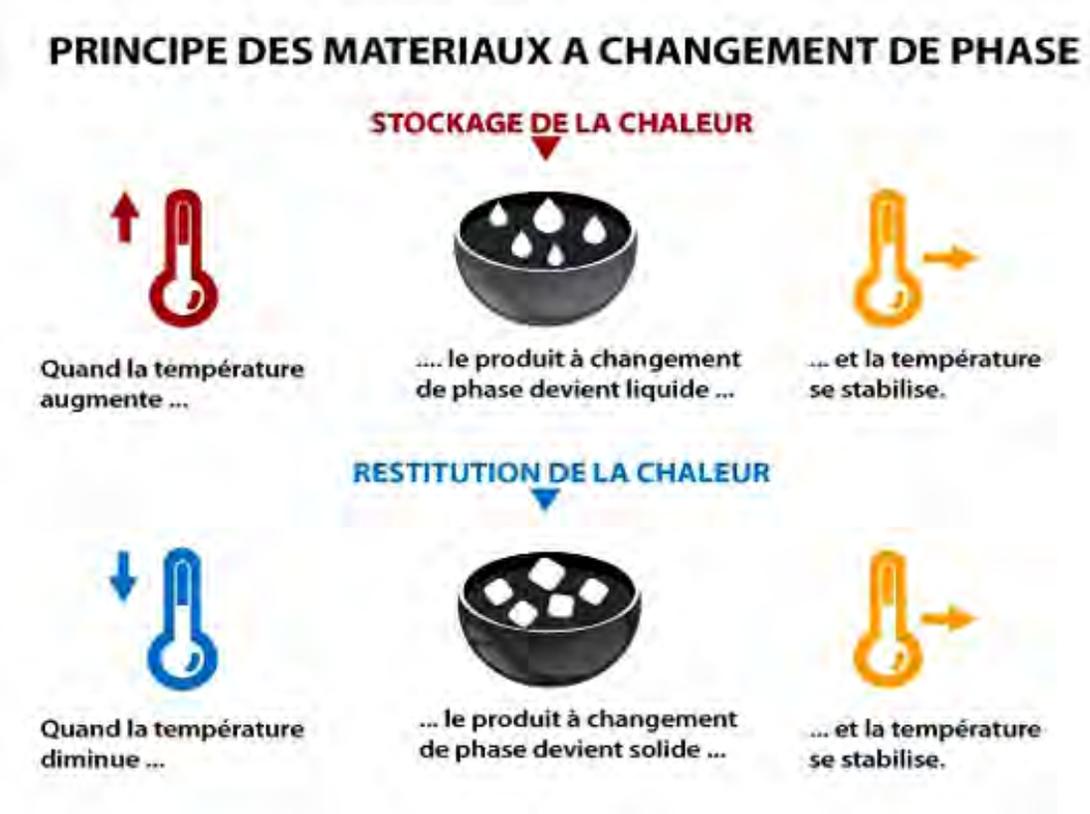
La batterie thermique à changement de phase



Matériaux à changement de phase (MCP)

Le stockage par matériaux à changement de phase exploite la chaleur latente de fusion d'un matériau passant de l'état solide à l'état liquide.

- Grande capacité de stockage
- Capacité à livrer de la chaleur à une température constante.



Accumulation par la masse

1. Briques réfractaires

I. Avantage:

- Peu d'empreinte au sol
- Versatile pour la température d'alimentation d'eau de chauffage
- Grande capacité de stockage

II. Désavantages:

- Temps élevé d'installation
- Maintenance accrue nécessaire
- Beaucoup de composants mécanique (Échangeur air eau, ventilateur, briques, éléments résistif,...)
- Poids
- Installation électrique supplémentaire \$\$
- Perte par rayonnement

2. Stockage de l'eau de chauffage

I. Avantages:

- Simple d'installation
- Peut coûteux.

II. Désavantages:

- Poids et volume occupé
- Perte par rayonnement

Accumulation par changement de phase (Énergie Latente)

1. Paraffine

I. Avantages:

- Simple d'installation
- Diminution des risques de déversement par rapport au stockage de l'eau

II. Désavantages:

- Maintenance accrue nécessaire
- Volumineux
- Problème d'uniformité lors des changements de phase
- Matériaux se détériorent rapidement dans le temps
- Perte par rayonnement

2. Plentigrade (P-5, P-58,P-11,P118,...).

I. Avantages:

- Simple d'installation
- Aucun contrôle et raccordement électrique requis
- Peu coûteux
- Peu volumineux 4 fois plus petit qu'une réserve d'eau pour la même qté. d'énergie
- Très peu de perte par rayonnement
- Matériaux durable 10 000 cycles sans dégradation

II. Désavantages:

- Poids moyennement élevé (Moins que l'eau et les briques)
- Température de décharge fixe selon le produit utilisé

La batterie thermique à changement de phases



Batteries thermiques à économie d'énergie
Comment ça fonctionne
Stocker la chaleur et la libérer à la demande...

Optimisation des énergies renouvelables
Nos batteries thermiques soutiennent l'électrification du chauffage.

Elles fonctionnent avec des pompes à chaleur, de l'énergie éolienne et solaire, de l'électricité du réseau et de la microgrid, de la chaleur résiduelle, de la cogénération (CHP) et des chaudières.

Et elles stockent de 4 à 10 fois plus d'énergie que les matériaux conventionnels (Eau, Glycol,...)

Soutenue par la technologie Plentigrade (plus de 50 brevets)

La technologie brevetée Plentigrade de Sunamp stock l'énergie dans nos matériaux à changement de phase haute performance et la libère pour fournir de l'eau chaude, du chauffage ou du refroidissement à la demande.

Longue durée de vie avec une note de fiabilité de premier ordre.

Large plage de températures

Plentigrade se décharge à une température constante et contrôlée.

Cela signifie que nos batteries thermiques peuvent être utilisées pour congeler (-30°C), réfrigérer (5°C) ou chauffer (58°C), et même stériliser (118°C) dans de nombreux contextes différents.



La batterie thermique à changement de phase

Modèle à circuit unique et double pour une utilisation avec l'électricité, les panneaux solaires, les pompes à chaleur, et plus encore.

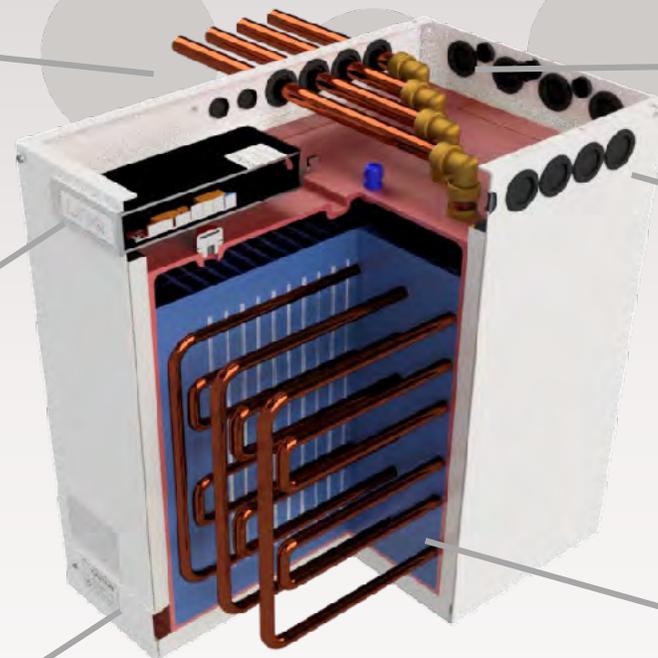
Installation rapide et facile, avec des raccords rapides en laiton de haute qualité fournis.

Interface utilisateur simple affichant l'état de charge et le fonctionnement.

Souplesse d'installation, avec des sorties sur trois côtés du produit.

Éléments chauffants intégrés avec une garantie de 10 ans en tant que source de chaleur principale ou de secours.
Sous approbation UL

Échangeur de chaleur haute puissance pour résister à la pression du réseau



Old technology



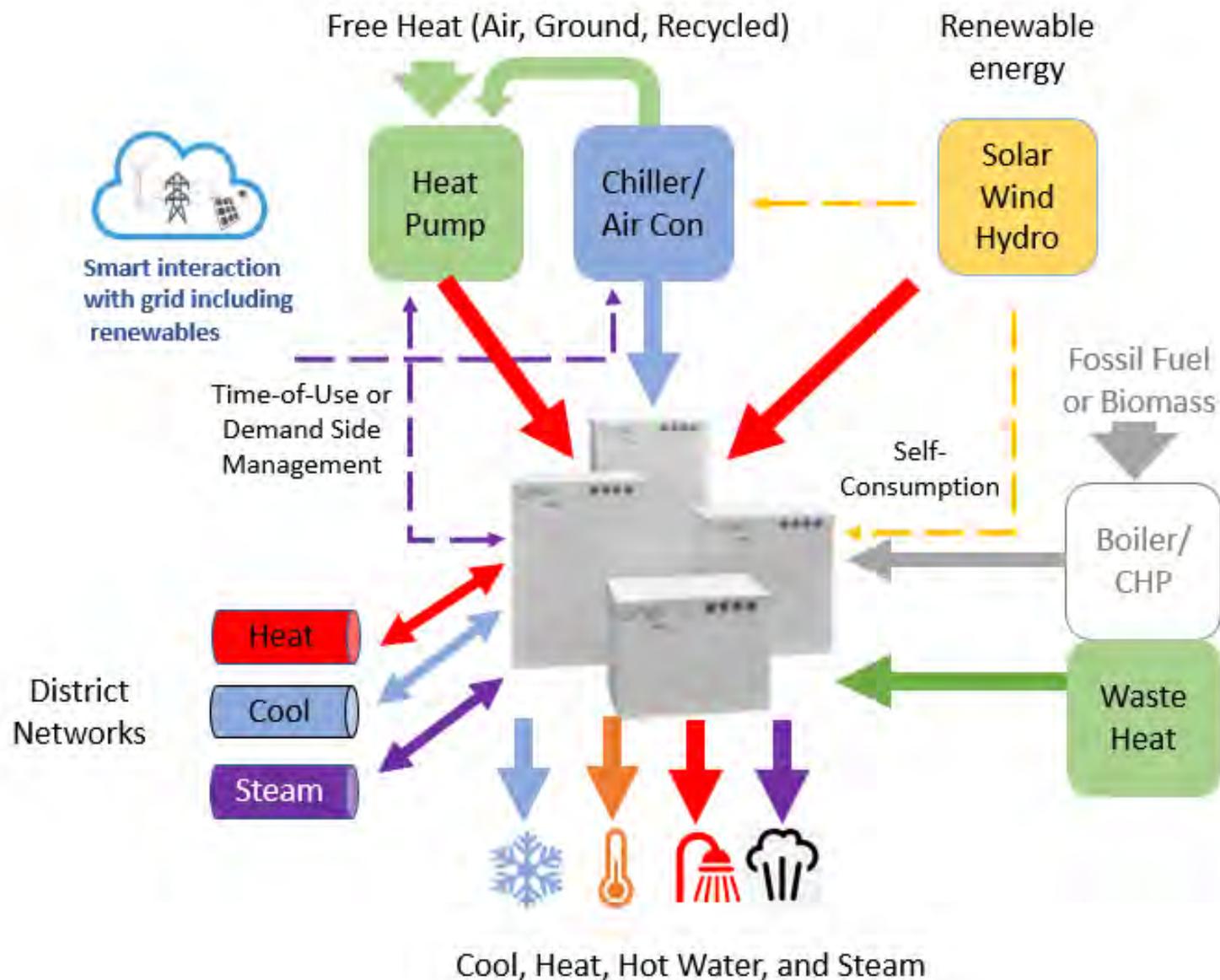
h 58 inches
w 25 inches
d 28 inches

Thermino



h 34 inches
w 14.5 inches
d 22.5 inches

Summary - Integrator technology



Bénéfices

- Augmente l'efficacité des divers équipements de production de chaleur
- Peut être connecté à différentes sources d'énergie.
- Découpe la demande de chaleur ce qui permet:
 - Gestion de pointes
 - Déplacement de la charge
 - Solution efficace pour la GPD
- Peut servir de source alternative pour urgence
- Maximise la capture d'énergie renouvelable pour réduire les émissions.



Sunamp a été la première et la seule entreprise de fabrication de batteries thermiques au monde à recevoir la certification RAL de qualité de grade A, le label indépendant et la seule norme mondiale pour les matériaux à changement de phase (MCP) et les produits à MCP.

La gamme de réservoirs thermiques UniQ de l'entreprise, utilise des composés chimiques MCP qui stockent de grandes quantités d'énergie lorsqu'elle est disponible à partir de sources renouvelables et d'autres sources, et la libèrent sous forme de chaleur pour fournir de l'eau chaude et du chauffage lorsque nécessaire. Les batteries thermiques UniQ de Sunamp remplacent déjà les ballons d'eau chaude, réduisant les coûts de carburant et les émissions de carbone dans des milliers de foyers à travers le Royaume-Uni.

- Le label de qualité RAL est réservé aux produits qui respectent continuellement les exigences en matière de chaleur stockée, de température de transition de phase et de stabilité.
- SunAmp est le seul fabricant à avoir obtenu la catégorie A
- Les propres tests en laboratoire des batteries de Sunamp ont jusqu'à présent atteint 40 000 cycles, l'équivalent de cinquante ans d'utilisation, avec un minimum de signes de dégradation du MCP.

Nom de la catégorie	Nombre de cycles.	Examen recommandé des critères de qualité
A	≥10.000 cycles	0, 50, 100, 500, 1.000, 5.000, 10.000 cycles
B	≥5.000 cycles	0, 50, 100, 500, 1.000, 5.000 cycles
C	≥1.000 cycles	0, 50, 100, 500, 1.000 cycles
D	≥500 cycles	0, 50, 100, 500 cycles
E	≥100 cycles	0, 50, 100 cycles
F	≥50 cycles	0, 50 cycles

Table 3.5.3.4: Catégorie de cyclisme, nombre requis de cycles et fréquence des mesures de contrôle.

Source : RAL-GZ 896 Phase Change March 2018

Unités à petit volume:

Thermino i technical data and dimensions

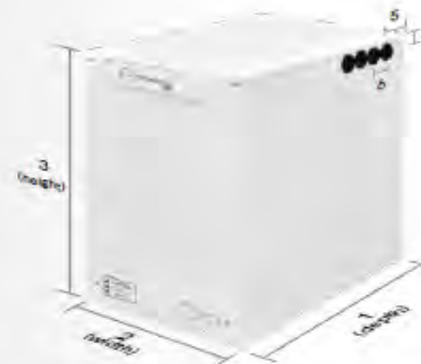
	20 i	40 i	60 i	80 i
Manufacturer's part number	DGP-CBW-AVZ-1	DKP-CBW-AVZ-1	DNP-CBW-AVZ-1	DRP-CBW-AVZ-1
Equivalent hot water tank size (gallons)	19	49	56	75
V10 (gallons)*	22	49	79	98
Heat loss rate (kWh/24) (W)	0.48 (20)	0.68 (28.1)	0.77 (32.1)	0.84 (35)
Energy efficiency rating class	A+			
Recommended flow rates (gpm)	1.5	4	5.5	7
Minimum heat source flow temperature	149°F			
Maximum heat source flow temperature	176°C			
Minimum mains supply pressure	22 psi			
Maximum mains pressure	145 psi			
Hot water temperature	113-131°F			
Connected load at 230v, 50hz (W)	2,800			
Product weight in use (lb)	174	300	412	514

* V10 refers to the volume (in gallons) of water available at 104°F.

NOTE: In line with US Building Regulations, Sunamp advise the installation of a suitable hot water supply mixing valve at the outlet of the appliance, to prevent the risk of scalding.

Dimensions

(inches)	20 i	40 i	60 i	80 i
Dimension 1	22.5	22.5	22.5	22.5
Dimension 2	14.5	14.5	14.5	14.5
Dimension 3	17.5	25.5	34.5	41.5
Dimension 4	1.5	1.5	1.5	1.5
Dimension 5	3	3	3	3
Dimension 6	2	2	2	2



Unités à grand volume



Puissance

- ~90kWh
- ~300,000BTU

Équivalent en eau chaude

- ~1800 litres
- ~400 gallons

Tableau 2 : Spécifications Techniques

** P5 – P11 – P118 : Commande Spéciale		Central Bank® Mini P5**	Central Bank® Mini P58 Std	Central Bank® Mini P11**	Central Bank® Mini P118**
Poids - Unité	kg	1346	1500	1466	1510
Poids – Installé - Inclut le poids de l'eau	kg	1416	1570	1536	1580
Température de <u>charge</u>	°C (°F)				
▪ Température maximum - entrée		3 (37.4)	80 (176)	8	140
▪ Température minimum - entrée		-40 (-45.4)	65 (149)	0	125
▪ Retour typique - sortie - lorsqu'il est chargé		3.5 (37.4) [4]	65 (149)	9 [4]	125
Température de <u>décharge</u>	°C (°F)				
▪ Température de conception - sortie		6 (42.8)	53 – 55 (127.4 – 131)	12	100 – 115
▪ Maximum - pour la décharge		40 (104)	50 (122)	50	105
Débits <u>minimaux</u> pour une charge et une décharge efficaces - Dépend de l'application	L/s (GPM)				
▪ Circuit basse puissance (LPC)		0.25 (3.96)	0.25 (3,96)	0.25 (3,96)	0.25 (3,96)
▪ Circuit haute puissance (HPC)		0.35 (5.55)	0.35 (5,55)	0.35 (5,55)	0.35 (5,55)
Débits maximaux	L/s (GPM)				
▪ Circuit basse puissance (LPC)		0,66 (10,46)	0,66 (10,46)	0,66 (10,46)	0,66 (10,46)
▪ Circuit haute puissance (HPC)		0,83 (13,16)	0,83 (13,16)	0,83 (13,16)	0,83 (13,16)
Capacité de stockage nominale [2]	kWh	32	80	27	96
Taux de perte de chaleur [3]	W kWh/24h		127 3.0 kWh/24h = (3,75%)		
Pression de travail maximale					
▪ Circuits basse et haute puissance (LPC et HPC)	MPa [PSI]	1.6 [145]	1.6 [145]	1.6 [145]	1.6 [145]

2) Conditions de référence (P5 2-12 °C, P11 2-12 °C, P58 35-75 °C, P118 80-135 °C)

3) Conditions de référence (20 °C)

4) Vous devez atteindre cette température ou une température inférieure pour vous assurer que la capacité de stockage latente de la batterie froide est pleinement utilisée.

Comparons avec les batteries électriques maintenant:

1. Les batteries au plombs.

- Coût: 190\$ / KWh
- Il faut ajouter à ce prix le système de recharge et redresseur de courant.
- Capacité doit être doublé due aux capacités de charge(20%) et décharge(80%) système de contrôle et gestion de l'énergie nécessaire \$\$
- Entretien nécessaire (eau distillé)
- Durée de vie: 1500 cycle \approx 4 ans (aucune garantie)
- Densité de 27 Wh/kg Très lourd

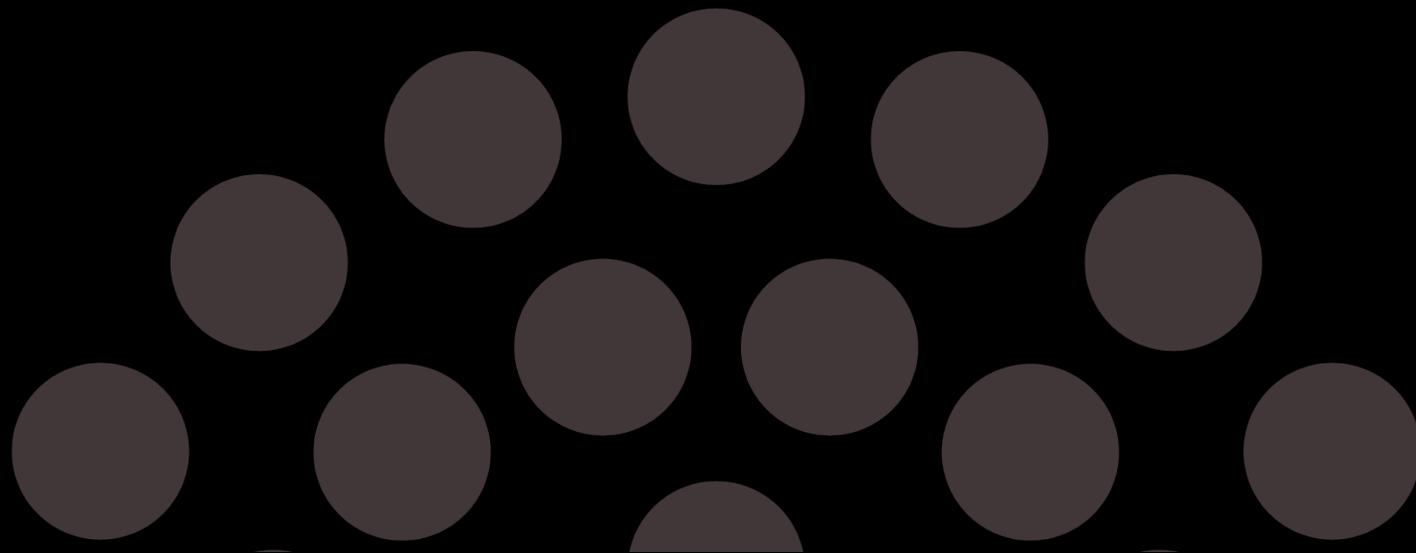
2. Les batteries au Gel.

- Coût : 250-350\$ / KWh
- Il faut ajouter à ce prix le système de recharge et redresseur de courant.
- Système de contrôle et gestion de l'énergie nécessaire \$\$
- Durée de vie: 1800 à 2500 cycle \approx 5 à 7 ans
- Densité de 50 Wh/kg

3. Les batteries LFP (lithium-fer-phosphate).

- Coût : 650\$ / KWh
- Il faut ajouter à ce prix le système de recharge et redresseur de courant.
- Durée de vie: 6000 à 8000 cycle \approx 12 à 15 ans
- Densité de 200 Wh/kg léger

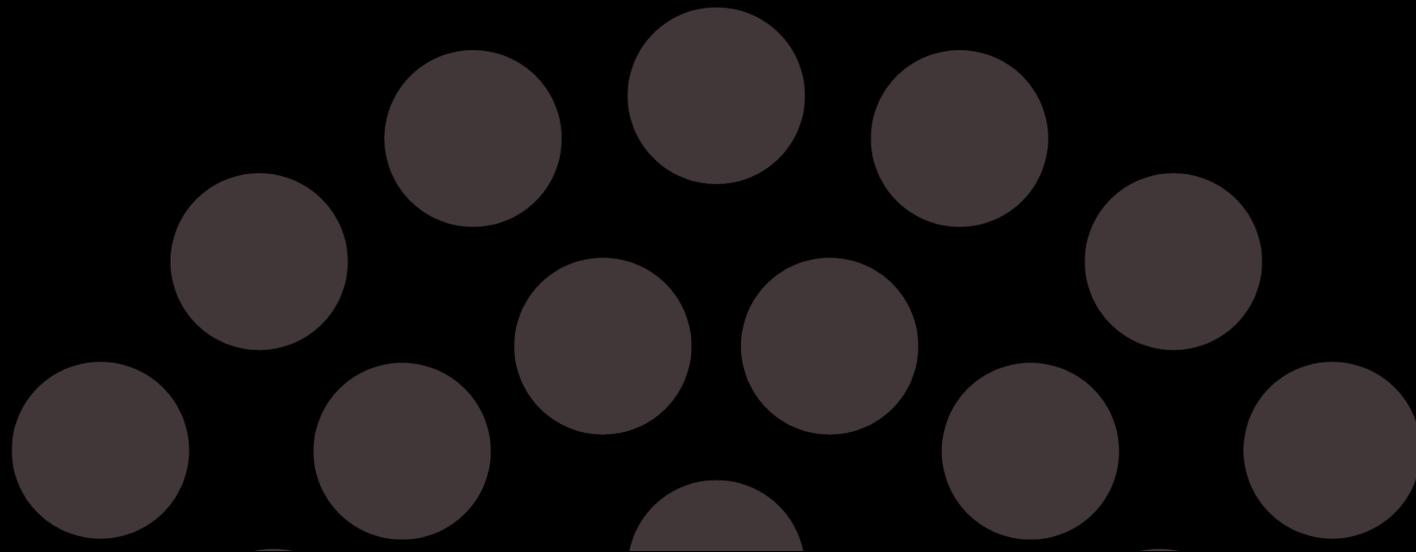
Type de batterie	Coût (\$/KWh)	Équipements supplémentaires requis	Densité Énergétique (Wh/kg)	Taux de charge max	Taux de décharge min.	Entretien	Nombre de cycles	Durée de vie	Garantie
Plomb-Acide	190 \$	Chargeur + Redresseur courant	27	80 -85%	20%	oui	800-1200	4-5 ans	1 an
Gel	250-350\$	Chargeur + Redresseur courant	50	85-90%	0%	non	1800-2500	5-7 ans	1-3 ans
Lithium-fer-Phospate (LFP)	650 \$	Chargeur + Redresseur courant	150	85-90	10%	non	5000-6000	12-15 ans	5 ans
Thermique à chagement de phase	330 \$	non	60	100%	0%	non	40 000	50 ans	10 ans et 10 000 cycles

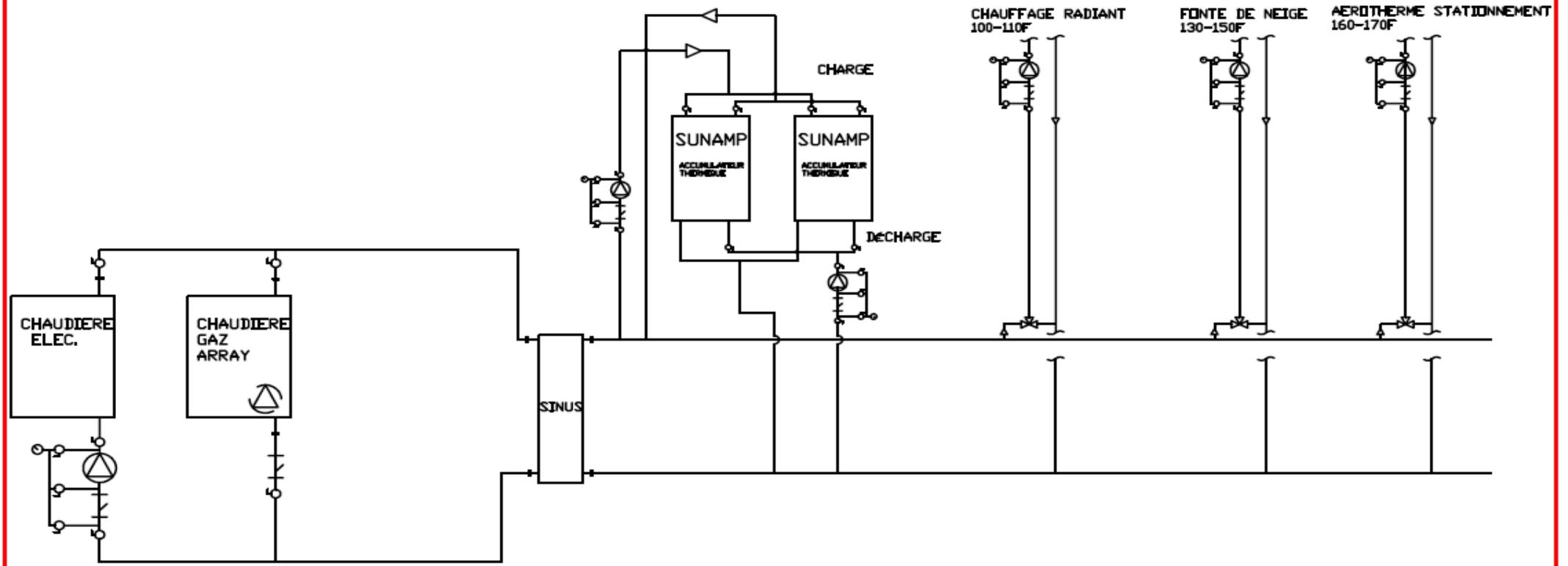


En résumé pour les batteries par changement de phase:

- Coût d'acquisition peu élevé
 - Énergie utilisable à 100% (facteur de sécurité moins élevé)
 - Aucun entretien
 - Aucun contrôle
 - Durée de vie: 40 000 cycles \approx 50 ans (garantie 10 ans 10 000 cycles)
 - Aucun produit polluant ou toxique présent à l'intérieur de l'unité
 - Empreinte carbone pour la fabrication 10 fois moins élevé
- 

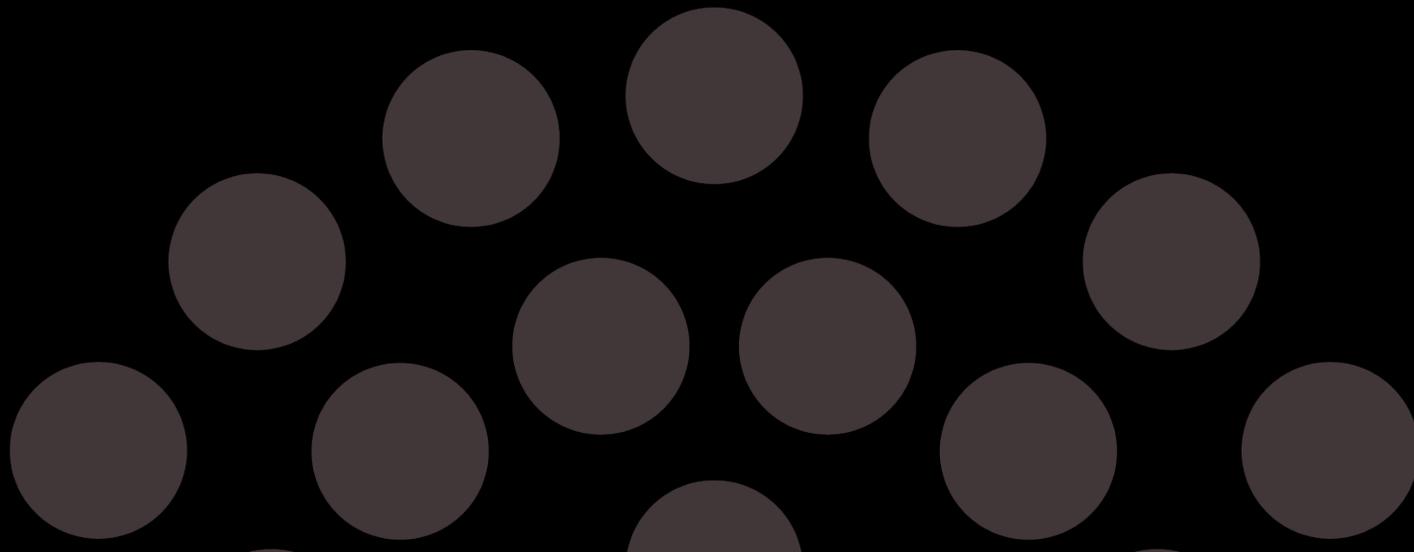
Exemples de principe d'utilisation du stockage thermique



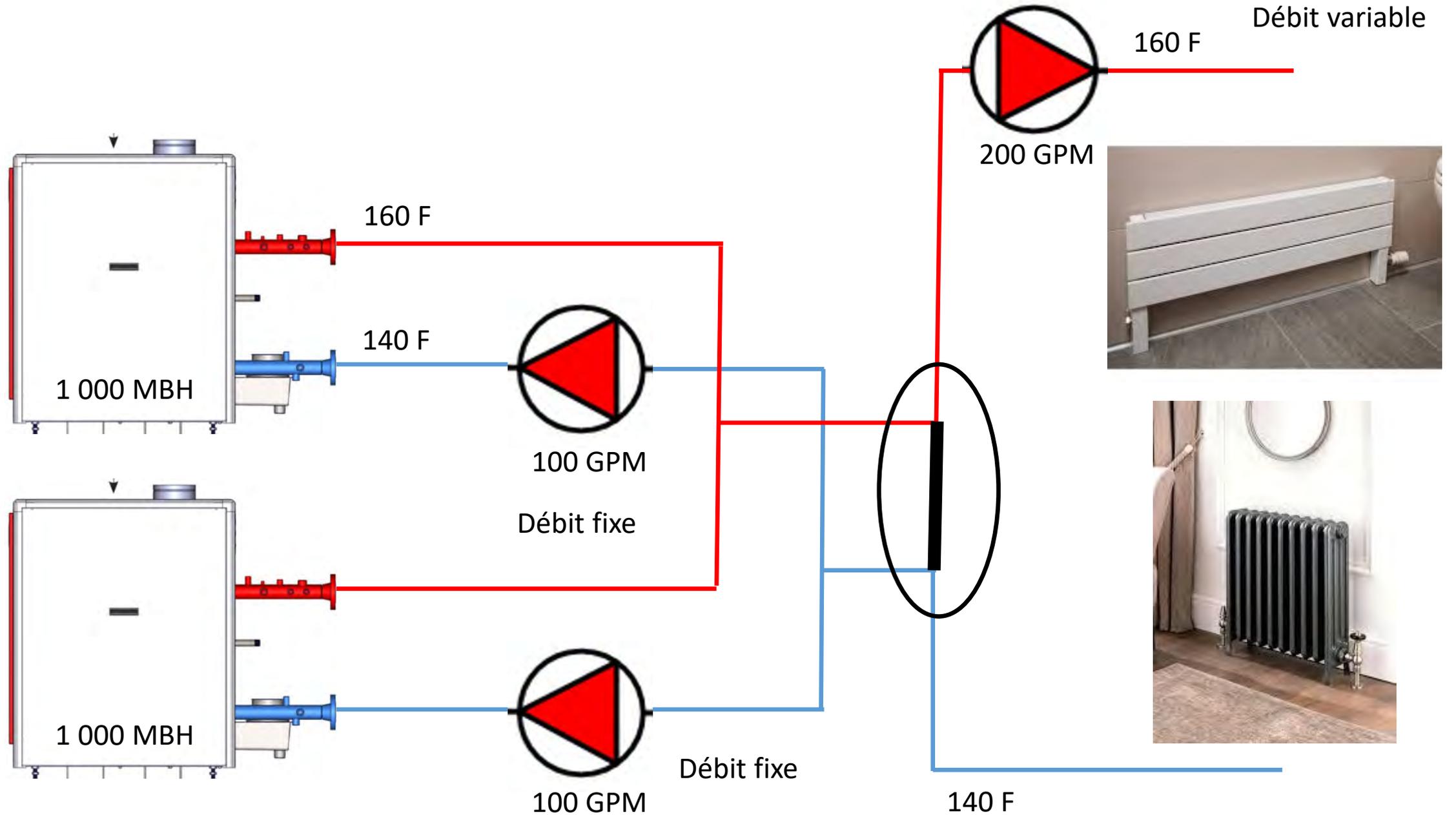




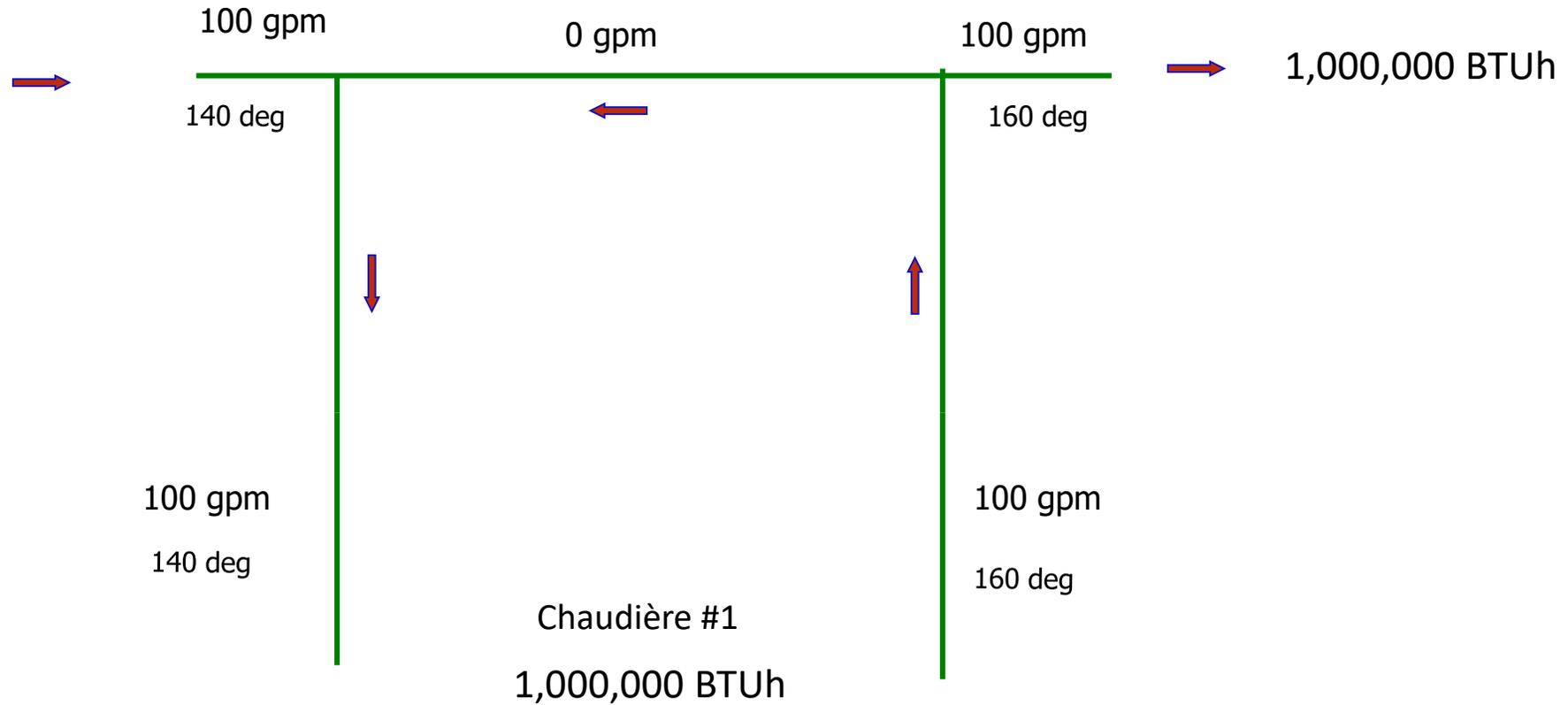
Regardons un système existant de chauffage haute température



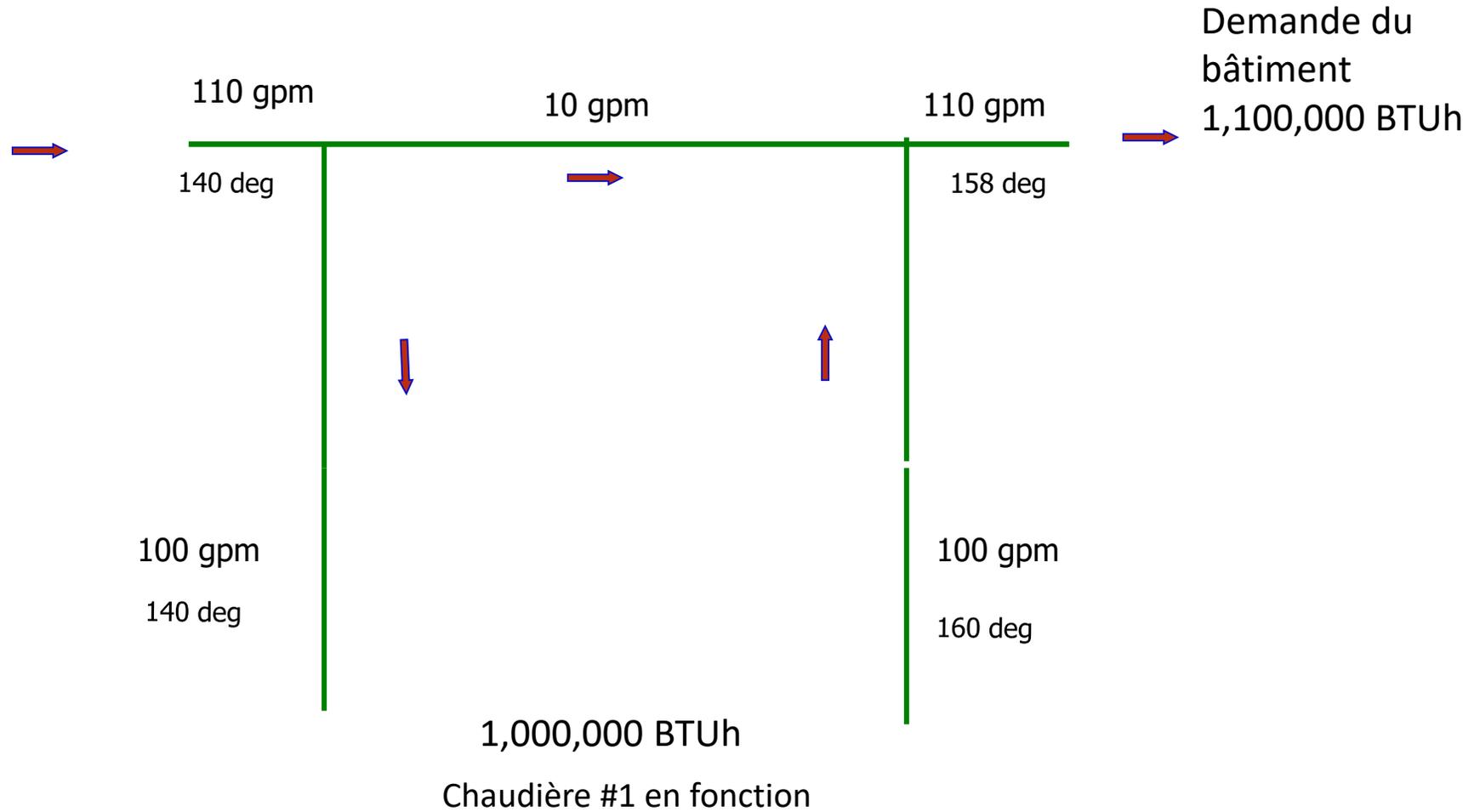
Réseau Injection Primaire/Secondaire



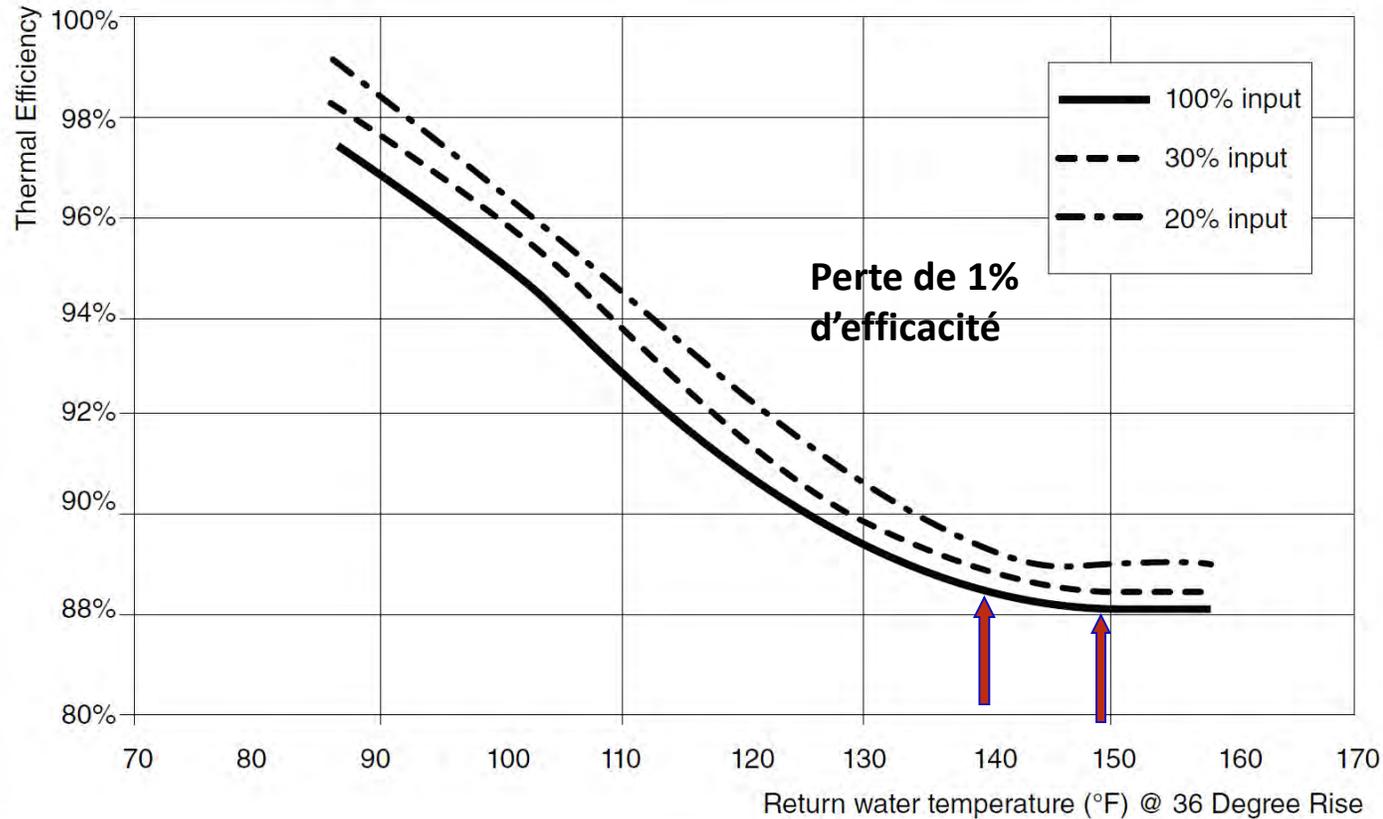
Réseau Injection Primaire/Secondaire



Réseau Injection Primaire/Secondaire

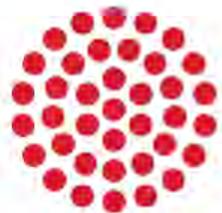
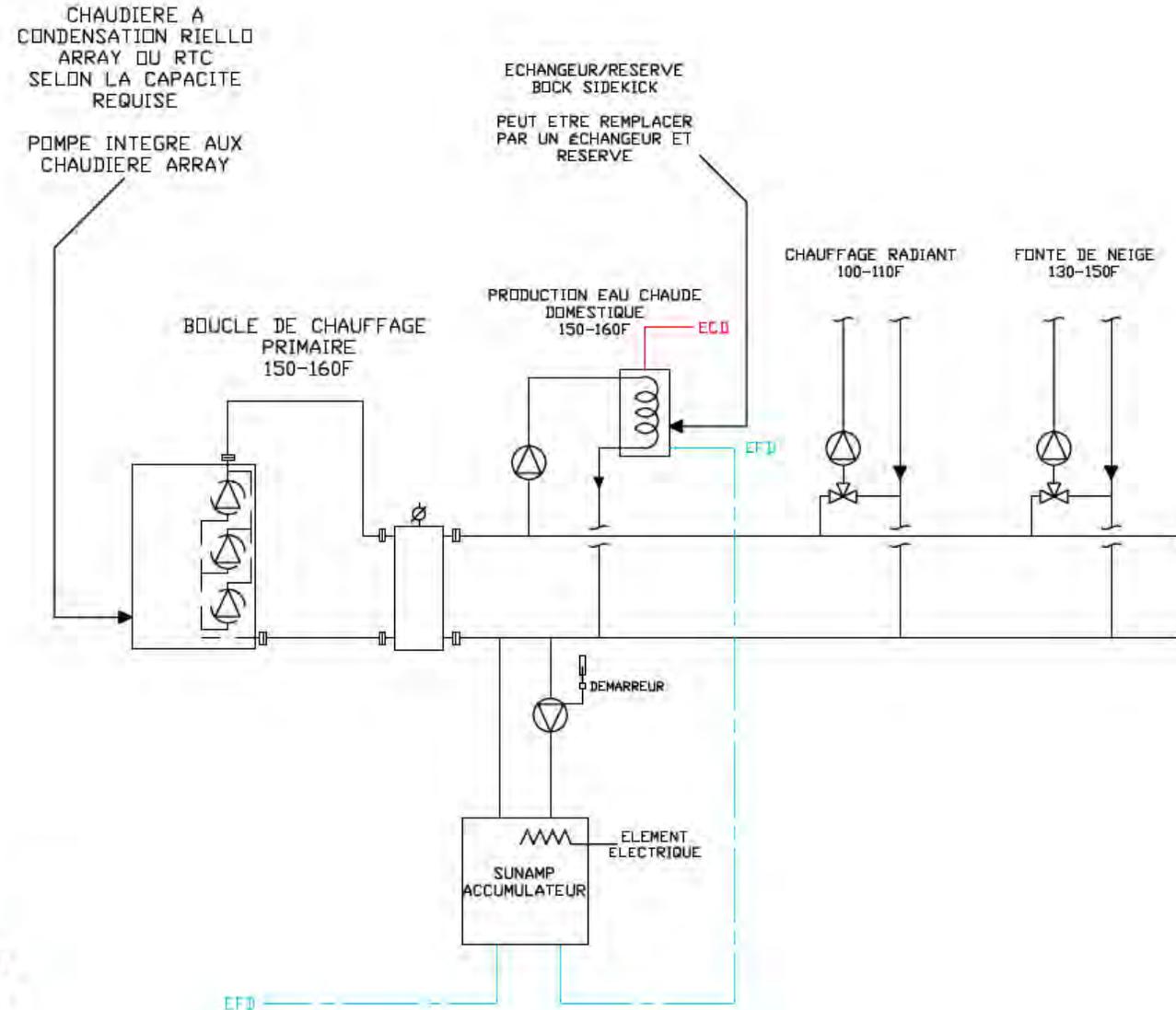


Influence du phénomène de pollution du retour



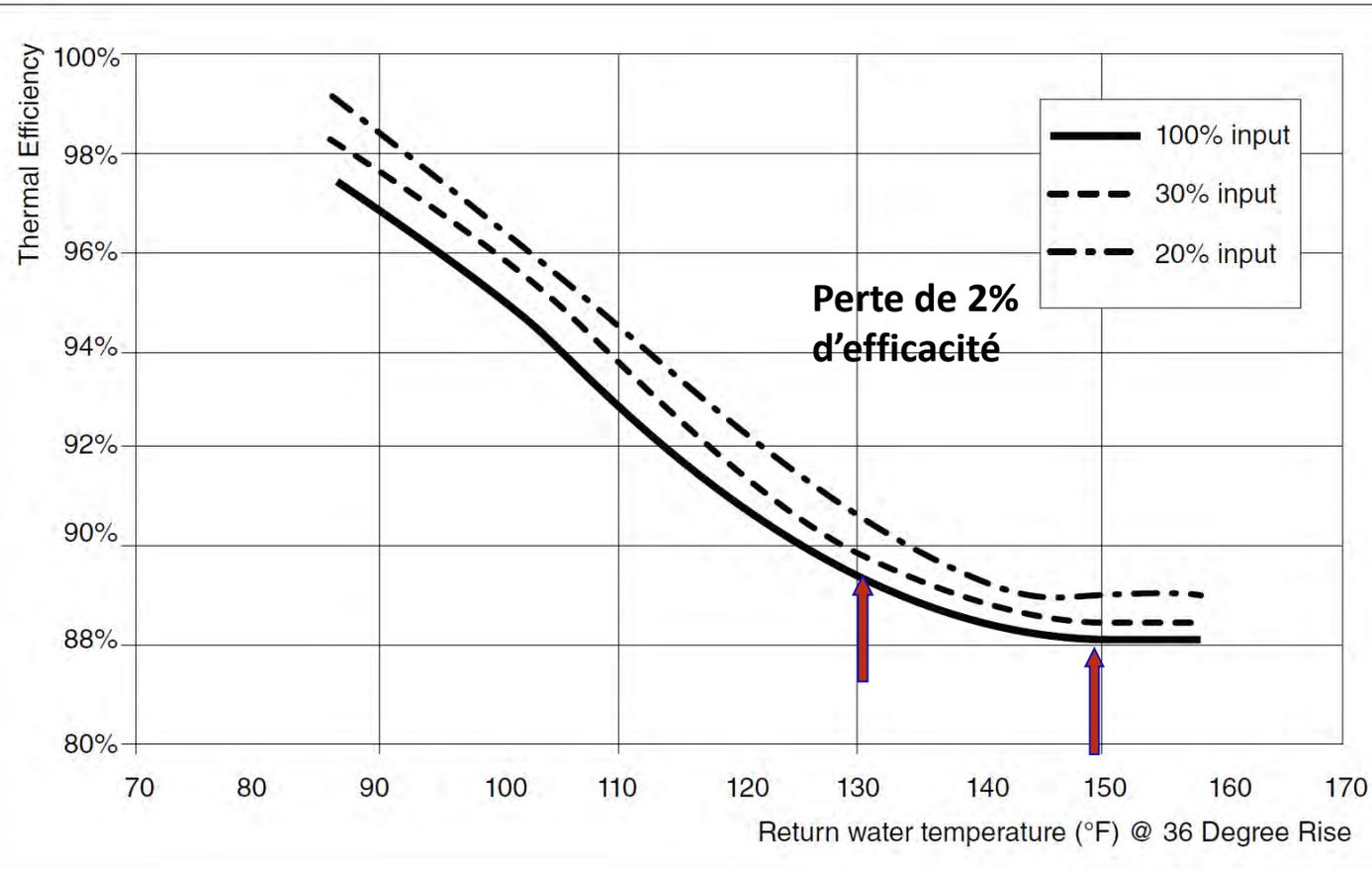
Si on calcul que les chaudières vont fonctionner en moyenne à 40% (consommation de 800MBH) pendant 14 semaines cela revient à une économie de 8 970,00\$/an

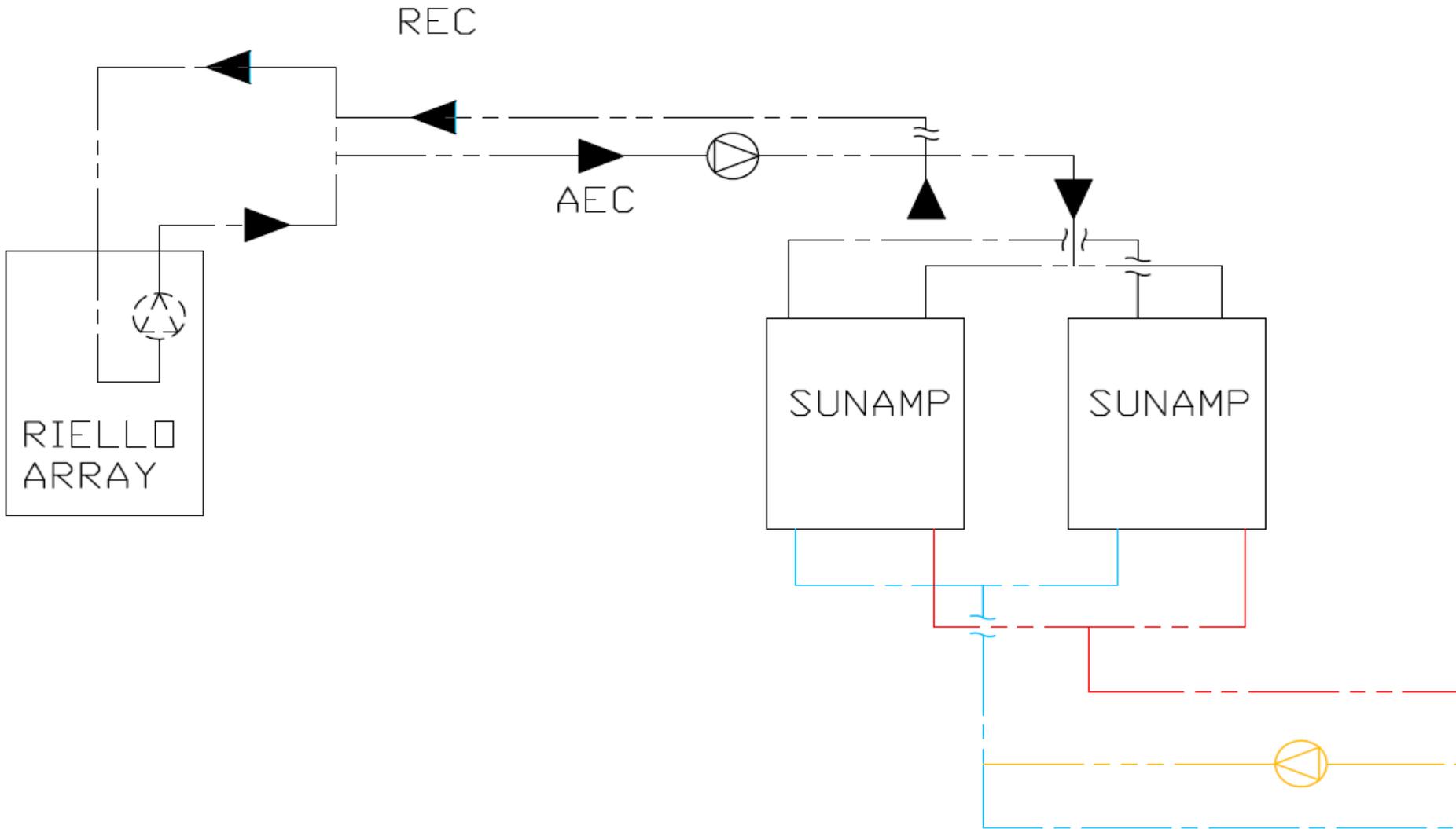
DIAGRAMME DE CHAUFFAGE AVEC PRODUCTION D'EAU CHAUDE DOMESTIQUE INDIRECT



SERL
SERVICES ÉNERGÉTIQUES

Influence du phénomène de pollution du retour

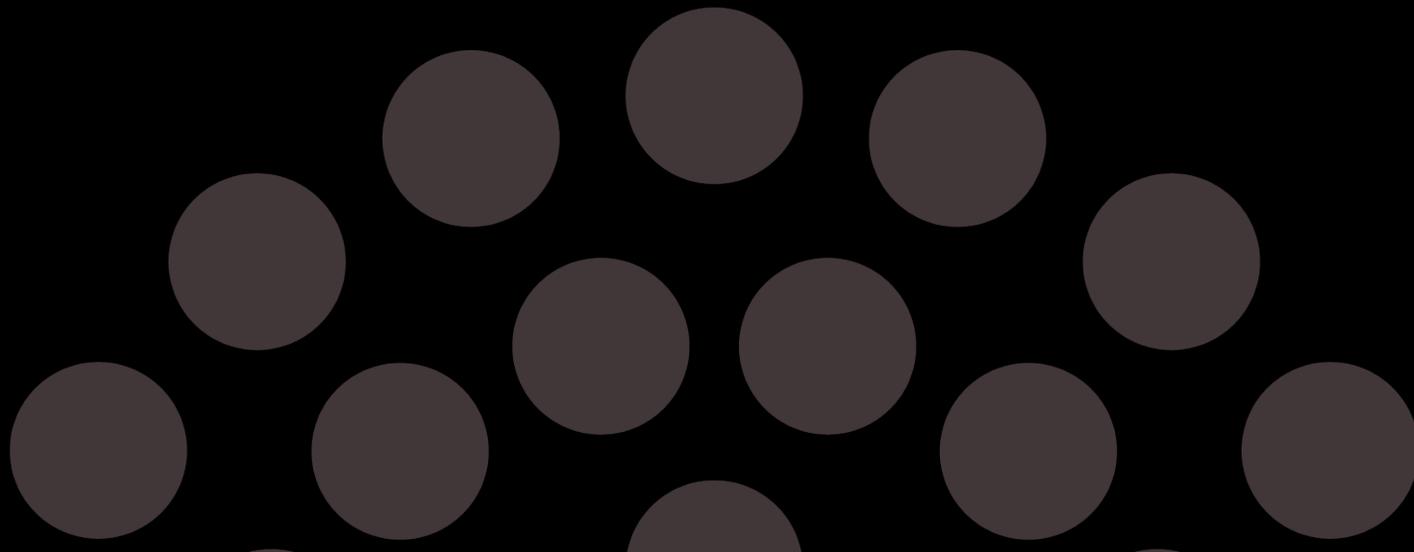




La cloacothermie

« Cacathermie »

Récupération d'énergie perdu par les eaux usées
via thermopompe haute efficacité

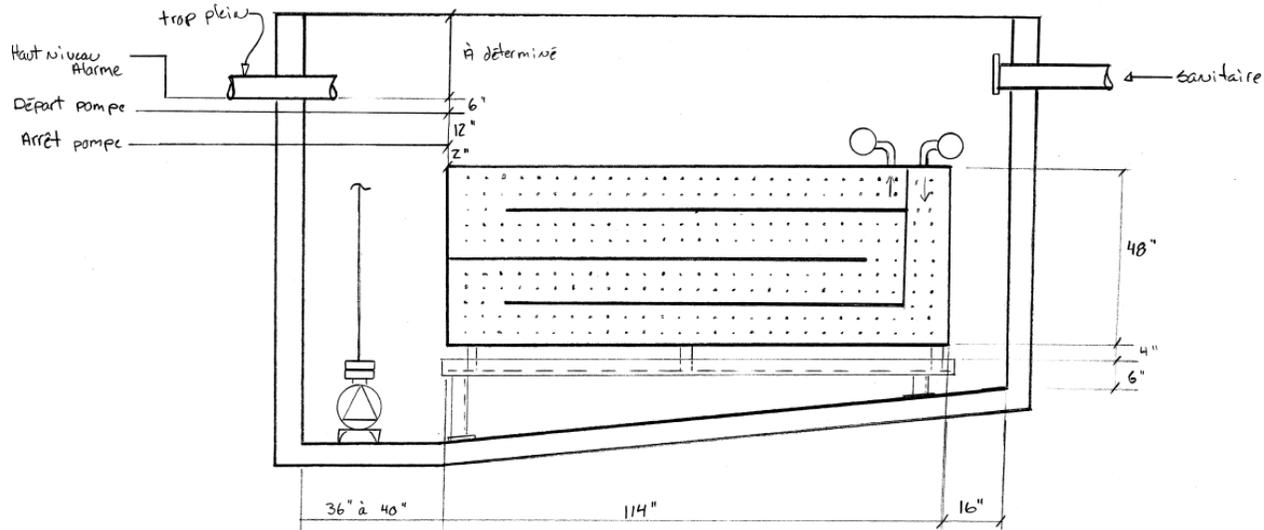
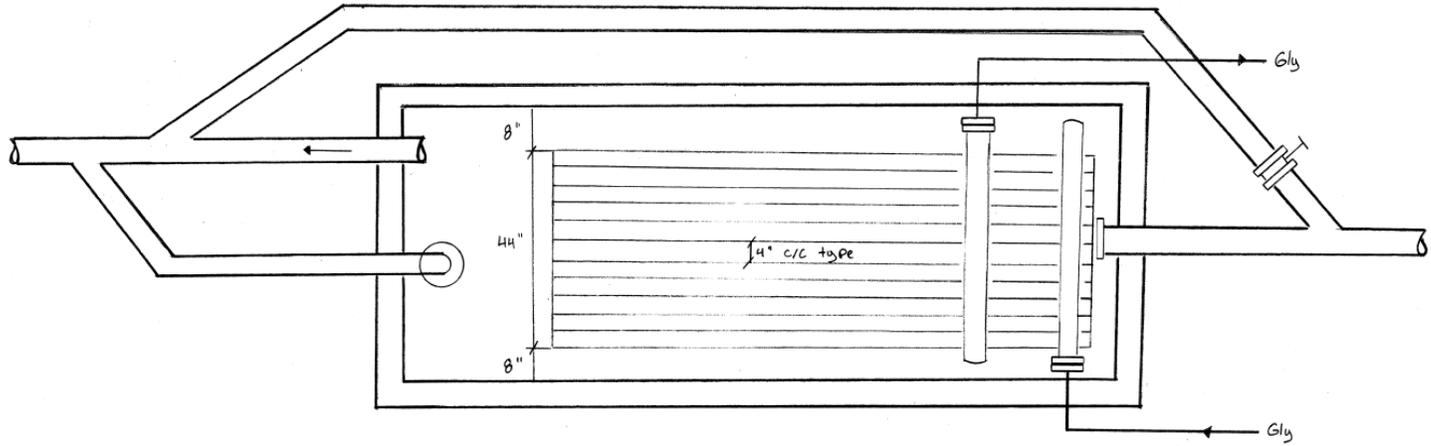


Saviez vous que?

- ❑ La température moyenne de sortie des eaux d'égout à la sortie d'un bâtiment résidentiel multi logements se situe entre 65 et 70 °F et pour un Hôtel, spa, bâtiment industriel cette valeur est augmenté.
- ❑ La température moyenne des eaux d'égout à l'arrivé au poste de traitement des eaux varie entre 55-60 °F (hiver et été)
- ❑ Une toilette qui fonctionne le matin ou le soir l'hiver en période de pointe reçoit de l'eau à 45 F. Cette eau stagne pendant les périodes prolongé comme le jour lorsque les habitants sont au travail ou la nuit et monte en température jusqu'à se rapprocher de température de l'air ambiante. Elle aura donc absorbé jusqu'à 700 BTU de chauffage du bâtiment.
- ❑ La température du sol au Québec varie entre 44 et 46°F pour un puit de géothermie.
- ❑ La cacathermie représente donc un source avec un grand potentiel pour les thermopompes. Ce n'est donc pas un principe de caca.

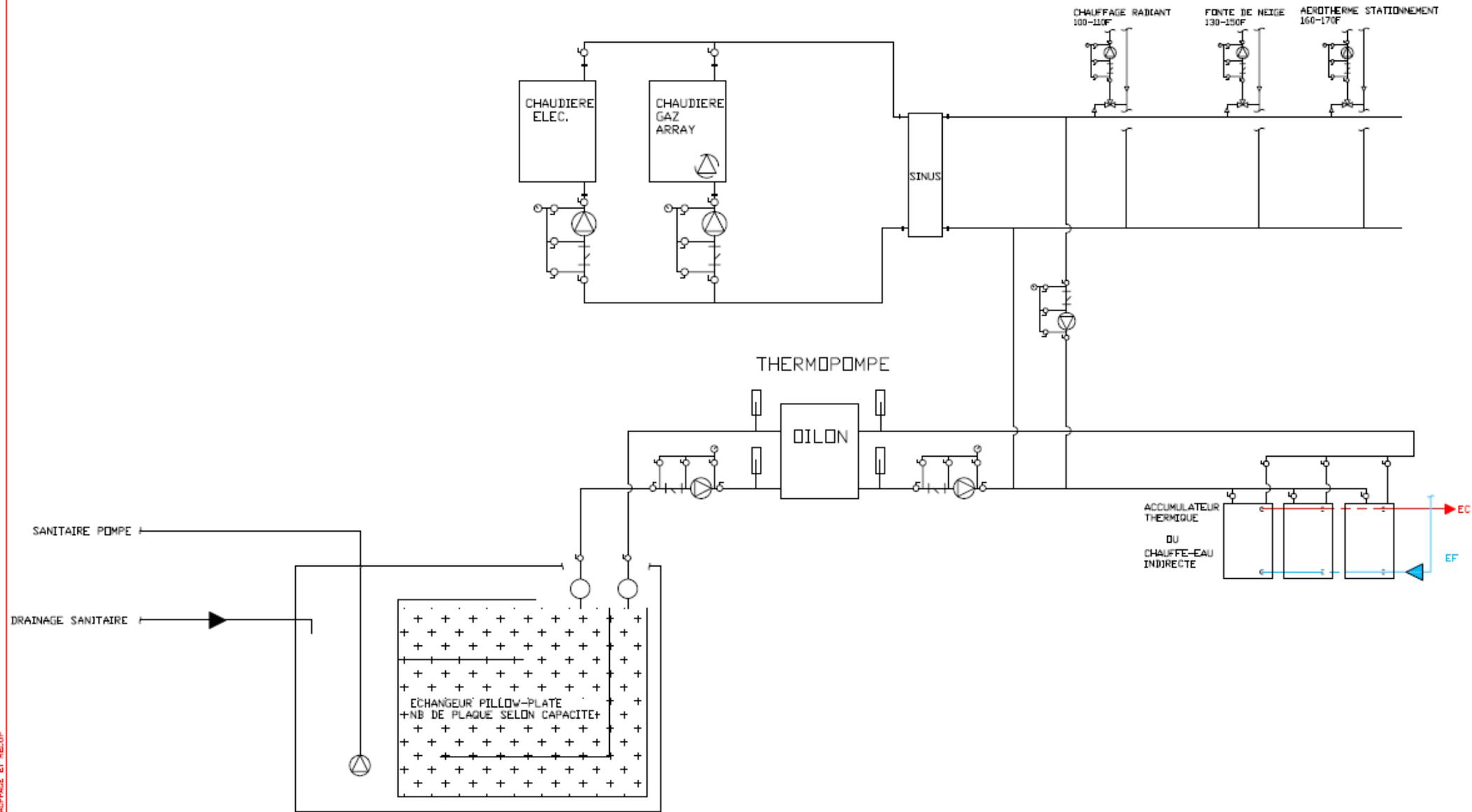
Comment ça fonctionne?

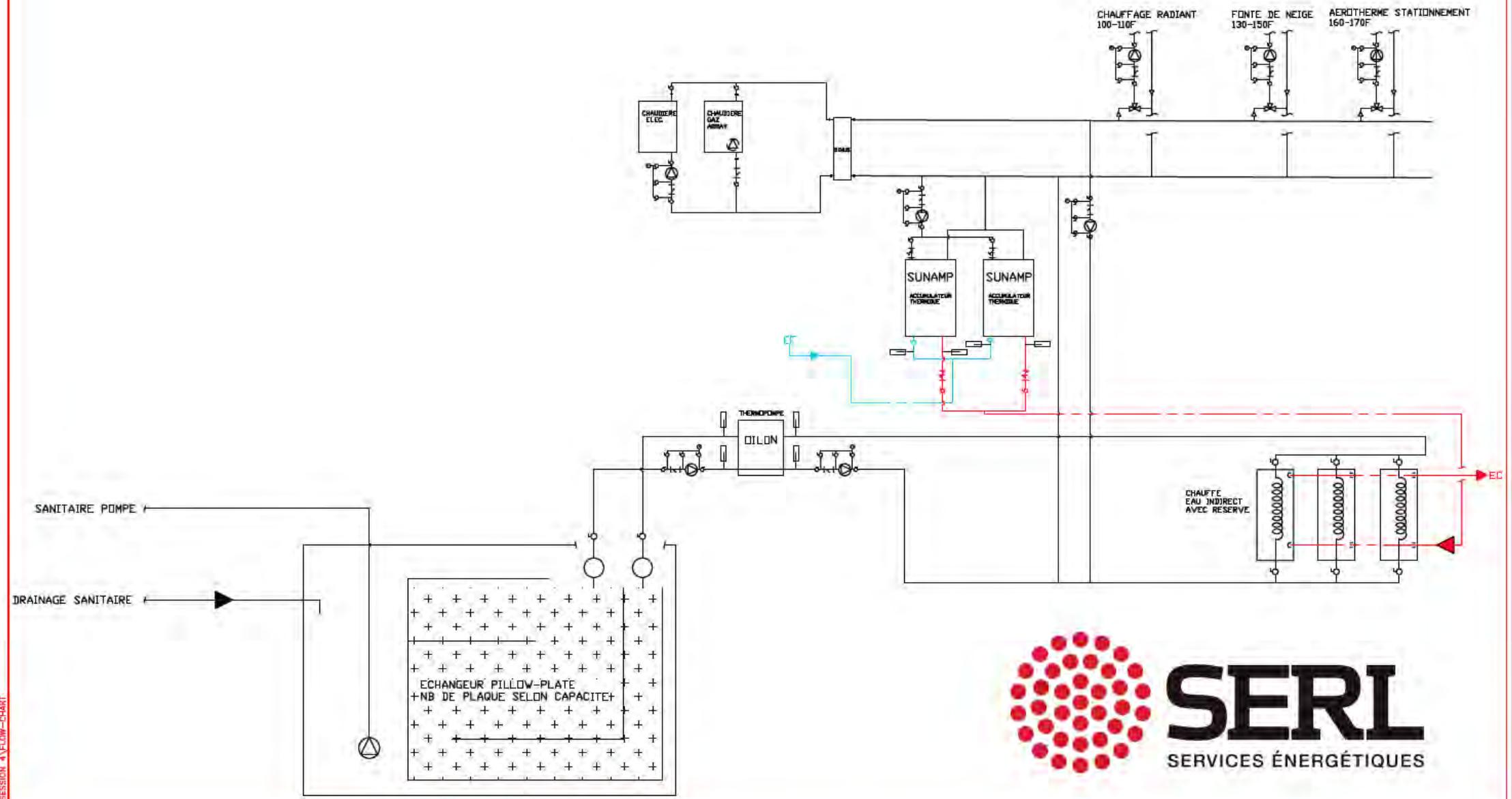
- Il faut un bassin de rétention des eaux d'égout afin de préserver cette Énergie. Volume d'eau rejeté par le bâtiment pendant 8 hrs minimalement.
- Plus le bassin est grand plus la quantité d'énergie récupéré sera grande. (Batterie thermique sensible)
- Il faut un échangeur dans le bassin de rétention afin de capter ou de rejeter la chaleur et la rediriger vers une thermopompe.
- Les coûts de cet opération sont moins coûteuse qu'un champ géothermique de 50 à 60%



Comparons avec un champ géothermique







SERL
SERVICES ÉNERGÉTIQUES

Exemple de sélection de thermopompe pour production d'eau chaude domestique 100-160 °F

Type 60 KW nominal

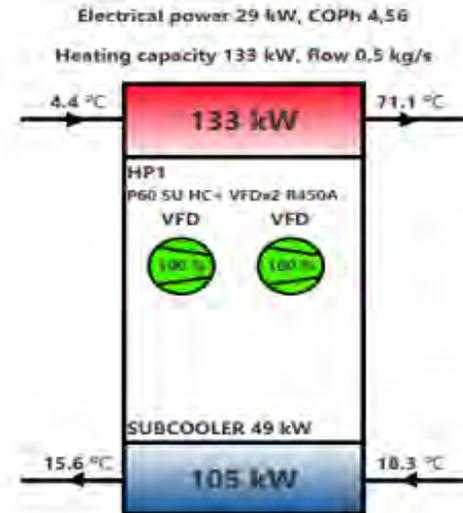
Heat pumps	1
Heating capacity	452427 BTU/h
Refrigeration capacity acc. to EN 12900	357174 BTU/h
Power consumption	39 hp
COP	4.56

Heat sink

Type of heating medium	water
Heat sink inlet temperature	40.0 °F
Heat sink outlet temperature	160.0 °F
Flow	7,6 GPM
Pressure loss in heat exchanger	0.0 psi

Heat source (evaporator)

Type of coolant	water
Heat source inlet temperature	65.0 °F
Heat source outlet temperature	60.0 °F
Flow	142,9 GPM
Pressure loss in heat exchanger	10.2 psi



Exemple de sélection de thermopompe pour production chauffage basse température 100-120 °F

Type 60 KW nominal

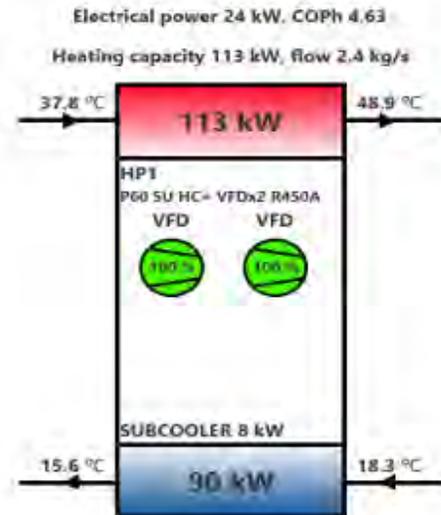
Heat pumps	1
Heating capacity	385258 BTU/h
Refrigeration capacity acc. to EN 12900	305592 BTU/h
Power consumption	33 hp
COP	4.63

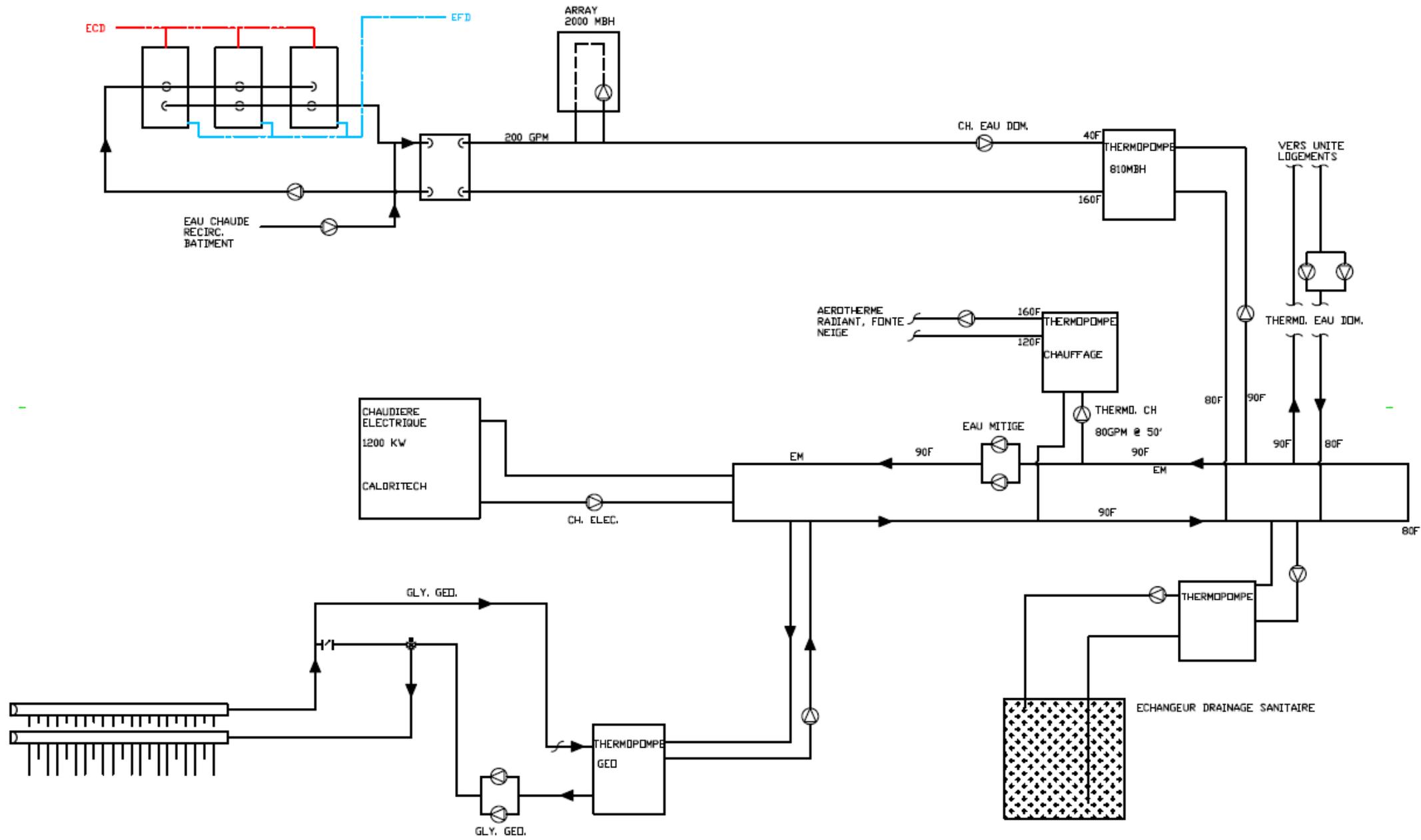
Heat sink

Type of heating medium	water
Heat sink inlet temperature	100.0 °F
Heat sink outlet temperature	120.0 °F
Flow	38.9 GPM
Pressure loss in heat exchanger	4.0 psi

Heat source (evaporator)

Type of coolant	water
Heat source inlet temperature	65.0 °F
Heat source outlet temperature	60.0 °F
Flow	122.3 GPM
Pressure loss in heat exchanger	7.5 psi





Exemple de sélection de thermopompe pour injection dans une boucle d'eau mitigée à l'aide de la cloacothermie.

CHAUFFAGE DE LA BOUCLE D'EAU MITIGÉ

Type 60Kw nominal

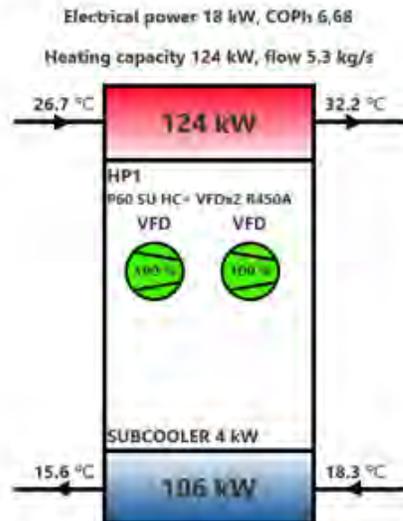
Heat pumps	1
Heating capacity	421583 BTU/h
Refrigeration capacity acc. to EN 12900	361589 BTU/h
Power consumption	25 hp
COP	6.68

Heat sink

Type of heating medium	water
Heat sink inlet temperature	80.0 °F
Heat sink outlet temperature	90.0 °F
Flow	84,8 GPM
Pressure loss in heat exchanger	12.8 psi

Heat source (evaporator)

Type of coolant	water
Heat source inlet temperature	65.0 °F
Heat source outlet temperature	60.0 °F
Flow	144,7 GPM
Pressure loss in heat exchanger	10.4 psi



REFROIDISSEMENT DE LA BOUCLE D'EAU MITIGÉ

Type 60KW nominal

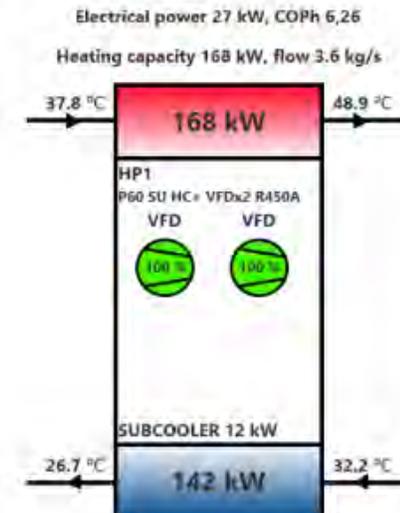
Heat pumps	1
Heating capacity	571969 BTU/h
Refrigeration capacity acc. to EN 12900	484339 BTU/h
Power consumption	36 hp
COP	6.26

Heat sink

Type of heating medium	water
Heat sink inlet temperature	100.0 °F
Heat sink outlet temperature	120.0 °F
Flow	57,8 GPM
Pressure loss in heat exchanger	7.3 psi

Heat source (evaporator)

Type of coolant	water
Heat source inlet temperature	90.0 °F
Heat source outlet temperature	80.0 °F
Flow	97,4 GPM
Pressure loss in heat exchanger	4.6 psi



Exemple de sélection de thermopompe pour injection dans une boucle d'eau mitigée à l'aide de la géothermie.

PERFORMANCE (±5 % ACCURACY)

Type

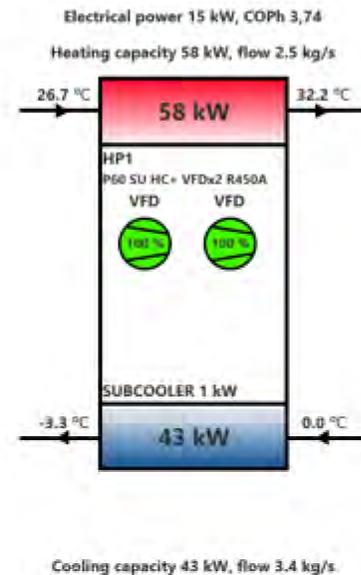
Heat pumps	1
Heating capacity	197220 BTU/h
Refrigeration capacity acc. to EN 12900	147291 BTU/h
Power consumption	21 hp
COP	3.74

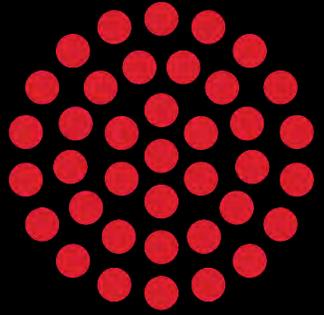
Heat sink

Type of heating medium	water
Heat sink inlet temperature	80.0 °F
Heat sink outlet temperature	90.0 °F
Flow	318.2 CFH
Pressure loss in heat exchanger	4.3 psi

Heat source (evaporator)

Type of coolant	water - propylene glycol (30 %)
Heat source inlet temperature	32.0 °F
Heat source outlet temperature	26.0 °F
Flow	421.6 CFH
Pressure loss in heat exchanger	1.4 psi





SERL

Des questions?

