

Conception et construction d'une pompe à chaleur eau-eau de grande capacité, à haute température

- Propose l'optimisation de vos procédés et la récupération de l'énergie fatale, intégrées dans une vision globale de gestion et production d'énergie.
- A réalisé plus de 25 projets dans le milieu industriel, qui ont réduit >25 000 t CO₂e/an.
- A installé dans 11 sites au Québec des pompes à chaleur eau-eau avec 13,7 MW puissance de chauffage au condenseur et température de l'eau entre 75°C et 82°C.
- A en construction (2023-2024) deux sites où 1,2MW de chauffage de l'eau jusqu'à 90°C seront réalisés par pompes à chaleur.

- A initié la construction d'une pompe à chaleur correspondant aux besoins des projets

Pour quoi utiliser des pompes à chaleur? Quand les conditions sont favorables?


Si le but est d'utiliser moins d'énergie neuve

Recycler l'énergie thermique à base température

Les pompes à chaleur deviennent une outille nécessaire

Utiliser les pompes à chaleur et payer moins la facture énergétique:

- Le prix de l'électricité vs. le prix des combustibles
- Le $COP_{\text{chauffage}}$ de la PAC entre 2,7 et 3,5

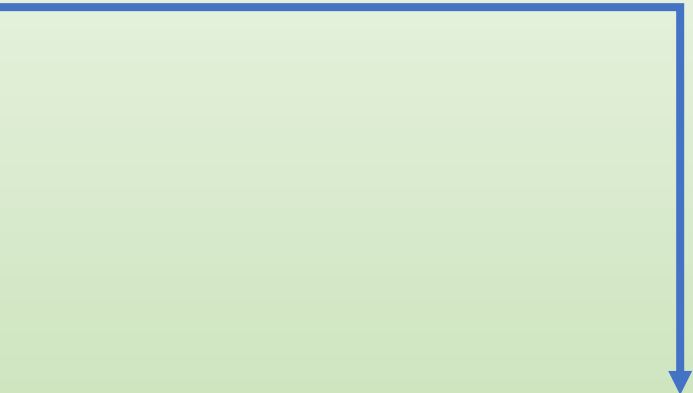

$$\frac{\frac{\$}{kWh \text{ électricité}}}{\frac{\$}{kWh \text{ gaz naturel}}} < 3$$

Les caractéristiques techniques recherches dans les projets industriels

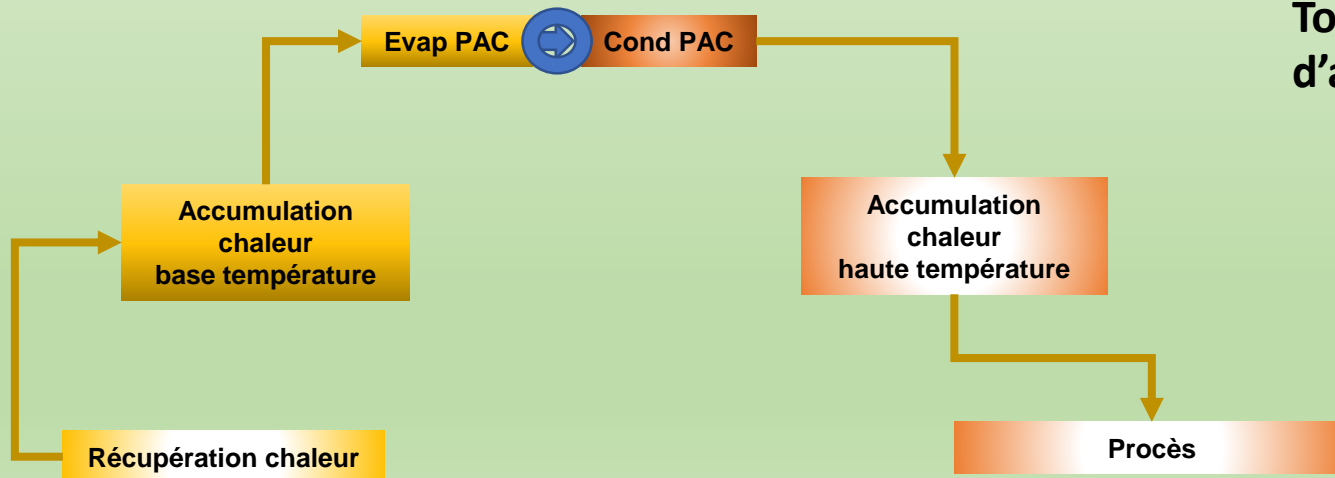
- La capacité chauffage > 500 kW
- La stabilité de la température de l'eau chaude fourni aux procédés
- La température de l'eau chaude > 80°C

La réalité physique:

PAC 500kW / 4 compresseurs: arrêt 1 compresseur $\rightarrow \Delta Q_{\text{chauffage}} = 125 \text{ kW}$
 $\rightarrow \Delta T = 5^\circ\text{C}$ pour 5,7 m3 eau (réseau deux tuyaux 6po, L=500pi) en 16 min
 (délai minime entre arrêt/départ compresseur)



Toutes nos projets avec PAC ont des réservoirs d'accumulation énergie thermique



Nos choix dans la construction de la PAC HT



Réfrigérant: **R515B**

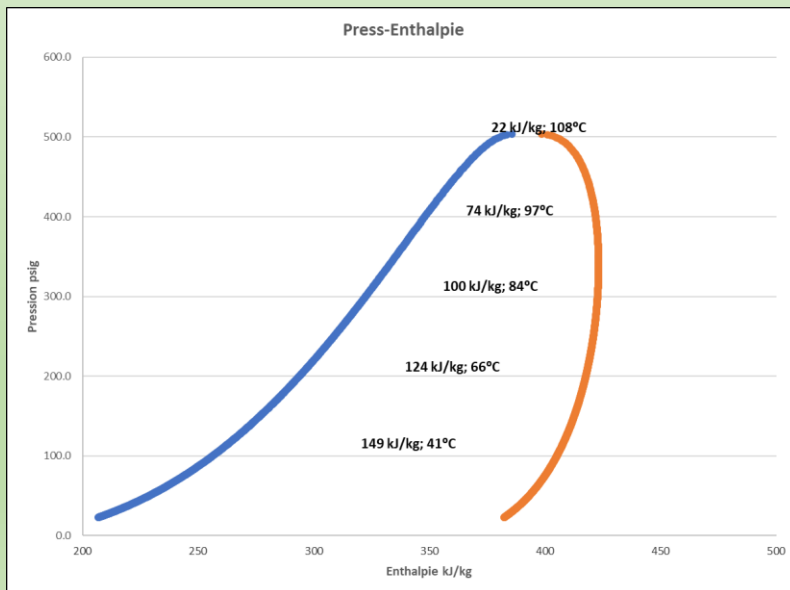
$\Delta H_{91^\circ\text{C}}$ (enthalpie condensation) = **88 kJ/kg**

$\rho_{v35^\circ\text{C}}$ = **36,3 kg/m³**

Eau_{91°C} → 2650 kJ/kg $\rho_{v35^\circ\text{C}}$ = **0,04 kg/m³**

NH₃_{91°C} → 793 kJ/kg $\rho_{v35^\circ\text{C}}$ = **10,4 kg/m³**

R134a_{91°C} → 79,5 kJ/kg $\rho_{v35^\circ\text{C}}$ = **43,4 kg/m³**



BENEFITS

- Nonflammable
- Reduced GWP: 77% lower than R-134a
- Efficiency comparable to R-134a
- Zero glide
- Lower discharge temperature compared to R-134a
- Can be used in equipment designed for R-1234ze
- Lower discharge temperature and discharge pressure compared to R-134a
- R-515B matches the capacity and efficiency of R-1234ze, hence it can be used in all equipment that have been designed for R-1234ze
- R-515B has a higher critical temperature compared to R-134a which means it can reach higher water outlet temperature

PHYSICAL PROPERTIES

GENERAL PROPERTIES	
Class/Type	Azeotropic blend
Formula	R-1234ze / R-227ea (91.1% / 8.9%)
Appearance	Colourless
ODP	0
GWP (IPCC AR5*)	292
Flammability limits – ASTM E681-04 @21°C	Nonflammable
ASHRAE Standard 34 class	A1
LFL (%vol)	Nonflammable
UNITS	
Molecular weight	117.48 kg/kmol
Boiling temperature	-18.9 °C
Critical temperature	108.7 °C
Critical pressure	35.8 bar

Nos choix dans la construction de la PAC HT

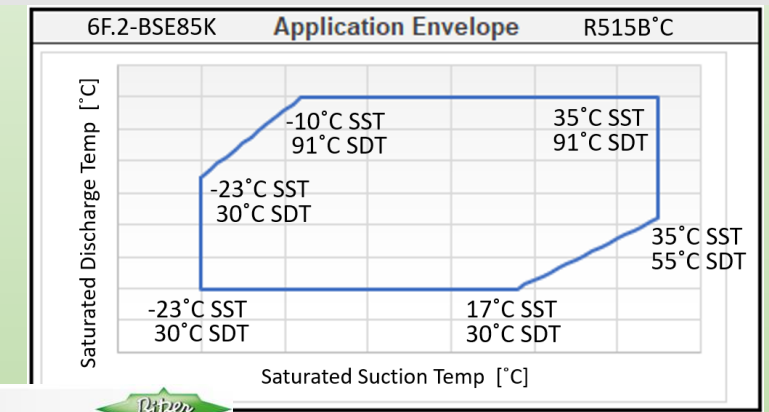
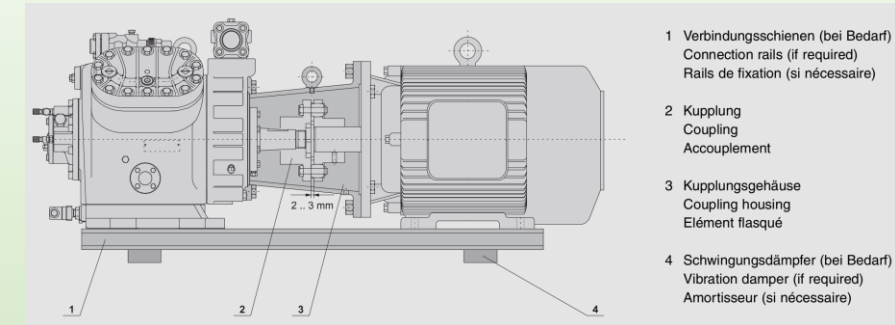
Compresseur: Bitzer 6F.2Y

Compressor Special Calculation

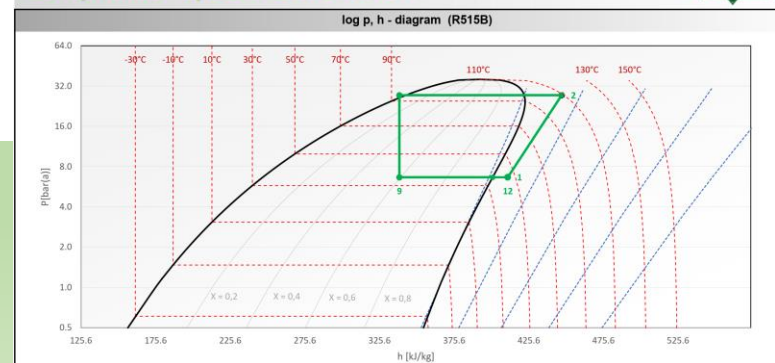


Operating conditions			
System type	Single stage		
Refrigerant	R515B*		
Evaporating temperature	[Mean temperature]	35.0 °C	6.7 bar(a)
Useful Suction gas superheat	10.0 K		
Non useful superheat	0.0 K		
Superheat in IHX	0.0 K		
Total superheat	10.0 K	45.001 °C	
Condensing temperature	[Mean temperature]	95.0 °C	27.3 bar(a)
Subcooling after condenser	2.0 K		
Subcooling by IHX	0.0 K		
External subcooling	0.0 K		
Total subcooling	2.0 K	93.0 °C	
Power supply	60 Hz / (460V)		

Performance data**	
Product selection	1 x 6F.2Y
Cooling capacity demand	105.8 kW
Power input	52.6 kW
Refrigerant massflow (HP)	5242.6 kg/h
Condenser capacity	158.43 kW
COP (cooling)	2.01
Discharge temperature w/o additional cooling	109 °C



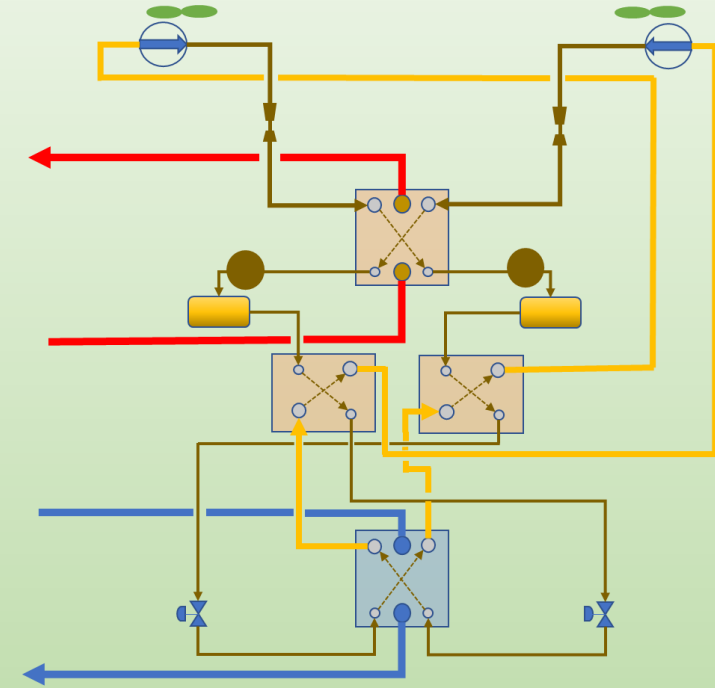
Compressor Special Calculation



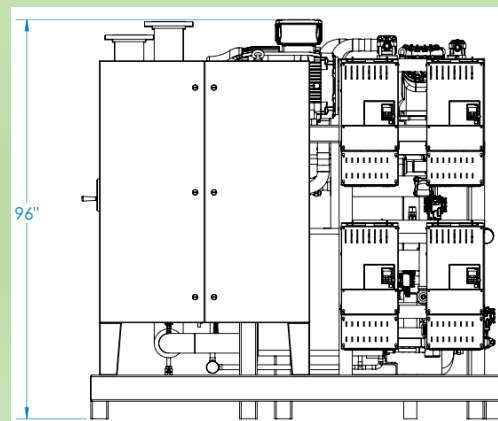
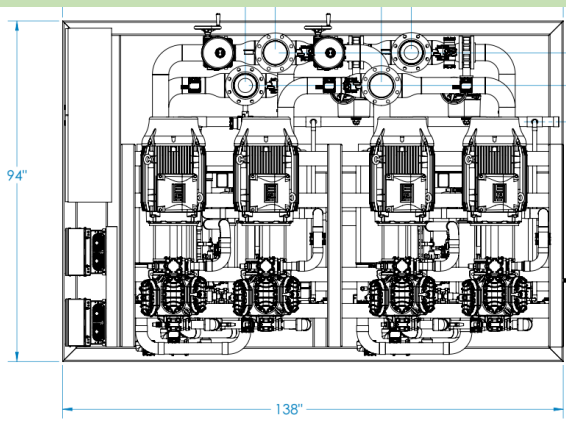
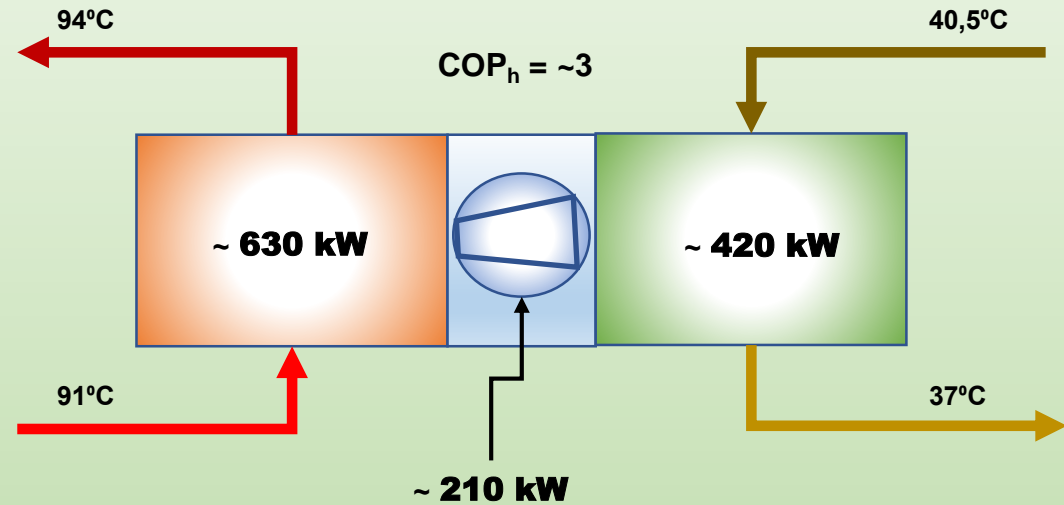
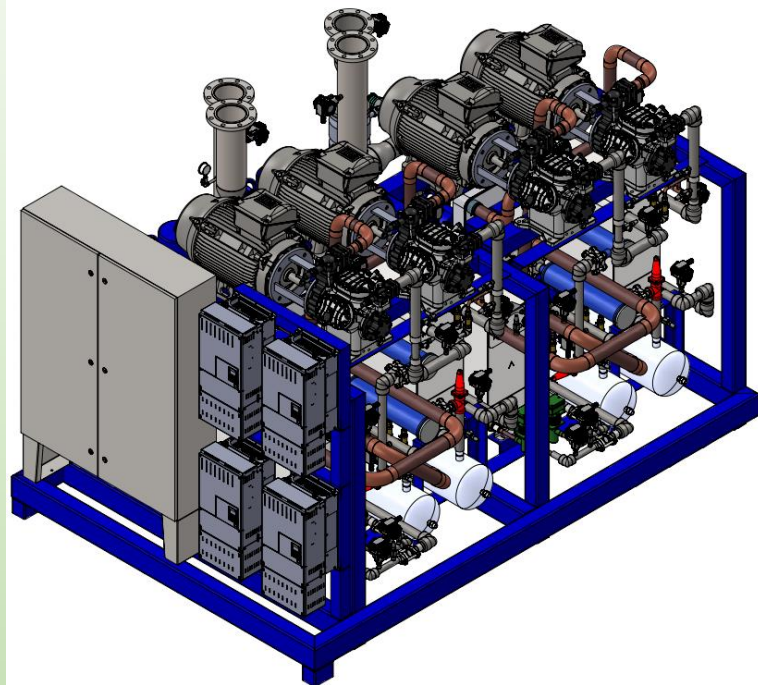
Éléments de design de la PAC HT

Choix conception:

- Circuit réfrigérant séparé pour chaque compresseur
- Réservoir liquide pour flexibilité régimes fonctionnement
- Sous refroidissement régénérative (échangeur supplémentaire qui assure le sous refroidissement du liquide HP avec vapeur BP)
- Utilisation évaporateur et condenseur à plaques, double circuit
- VFD sur chaque compresseur
- Mesurage étendu:
 - Débit massique réfrigérant
 - Débits eau condenseurs et évaporateurs
 - Températures et pressions sur chaque élément
 - Puissance électrique
- Possibilité mesurage performances en fonctionnement:
 - COP
 - Puissance chauffage fourni
 - Performances compresseur (rendement volumique)



Performances attendus de la PAC HT



Construction et tests dans les ateliers Berg Chilling Systems Inc.



Construction

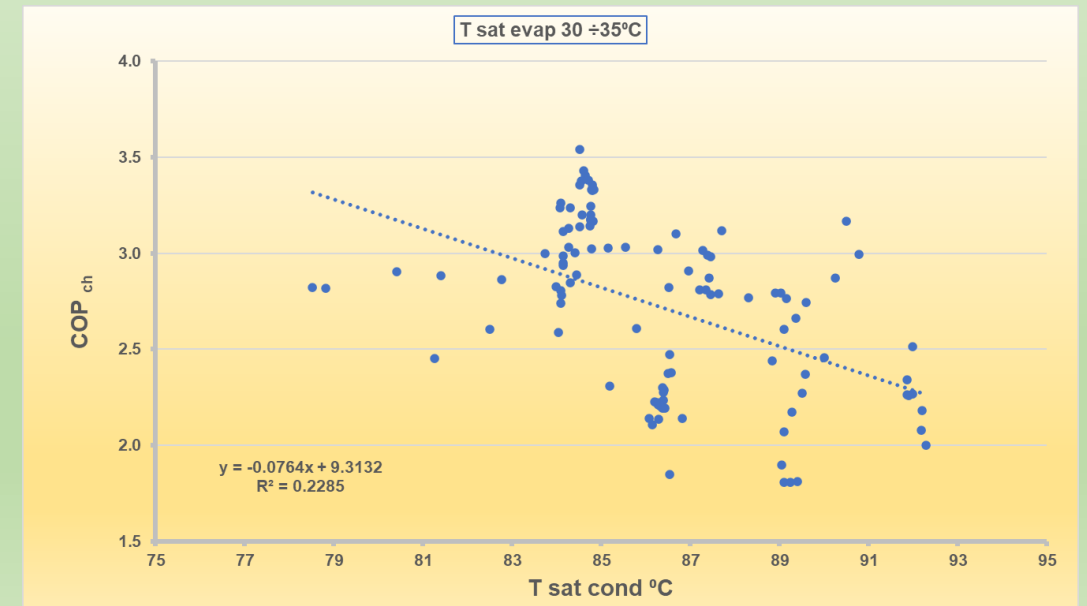
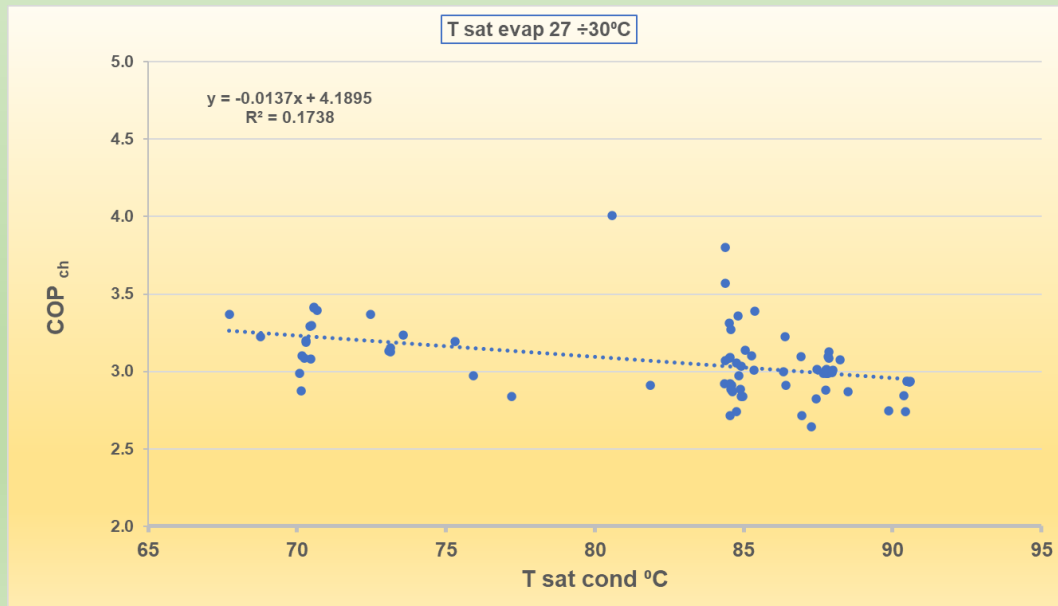
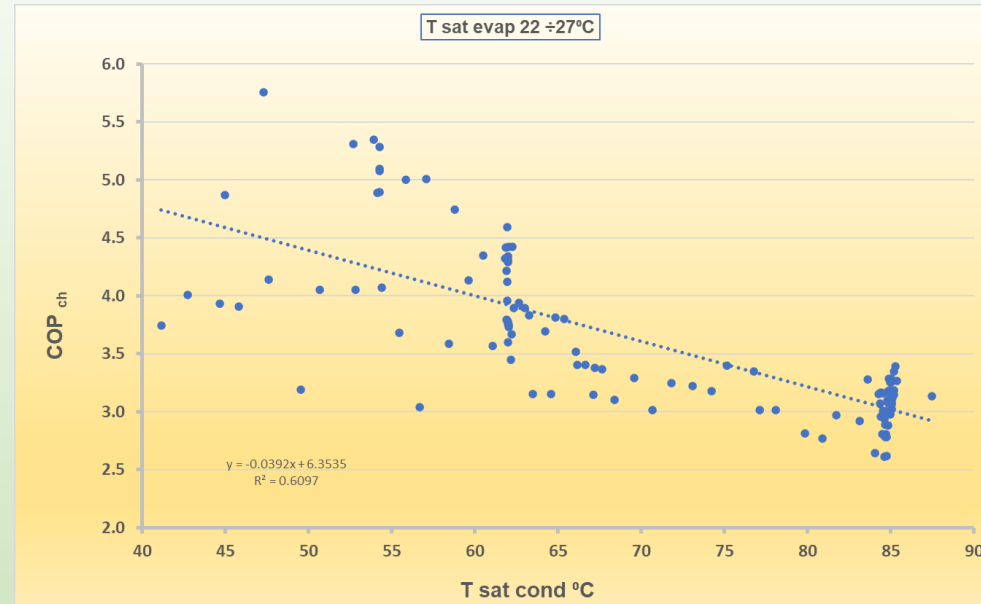


**Sur le banc
d'essais**

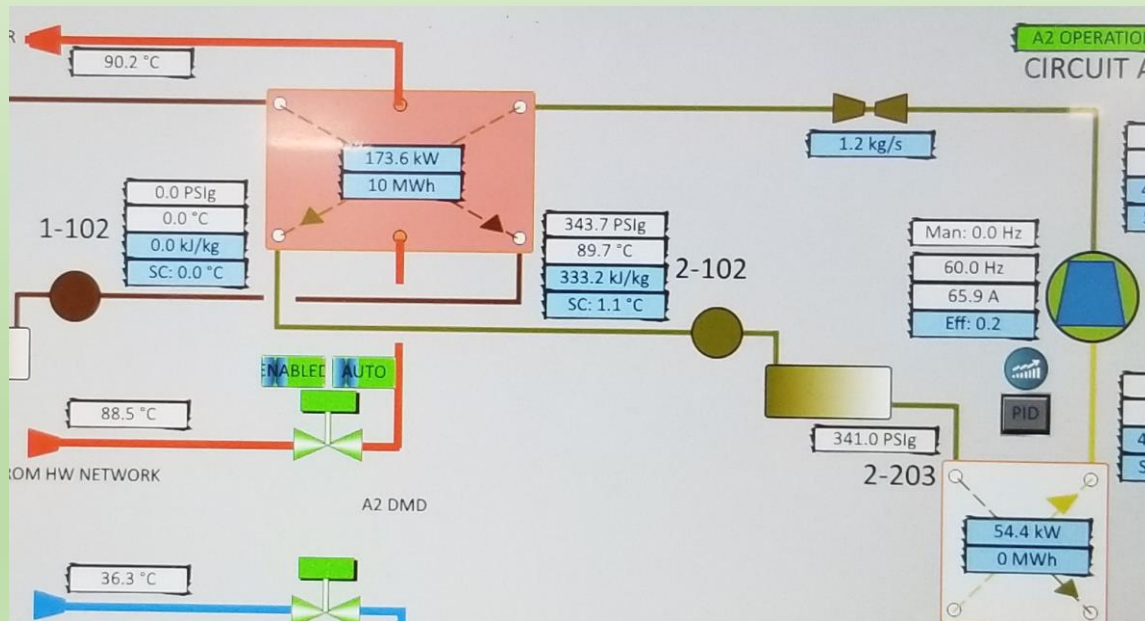
Résultats des essais

T_{max} eau sortie condenseur = 92,3 °C

T_{eau} entrée condenseur = 91 °C
T_{sat} cond = 92,2 °C (355,2 psig)
T_{eau} entrée évaporateur = 34,8 °C
T_{eau} sortie évaporateur = 33,6 °C
T_{sat} evap = 33,2 °C (76,2 psig)



Je vous remercie pour votre attention et ...



Je réponds avec plaisir à vos questions !