

# “Leçons apprises” sur l’aérothermie

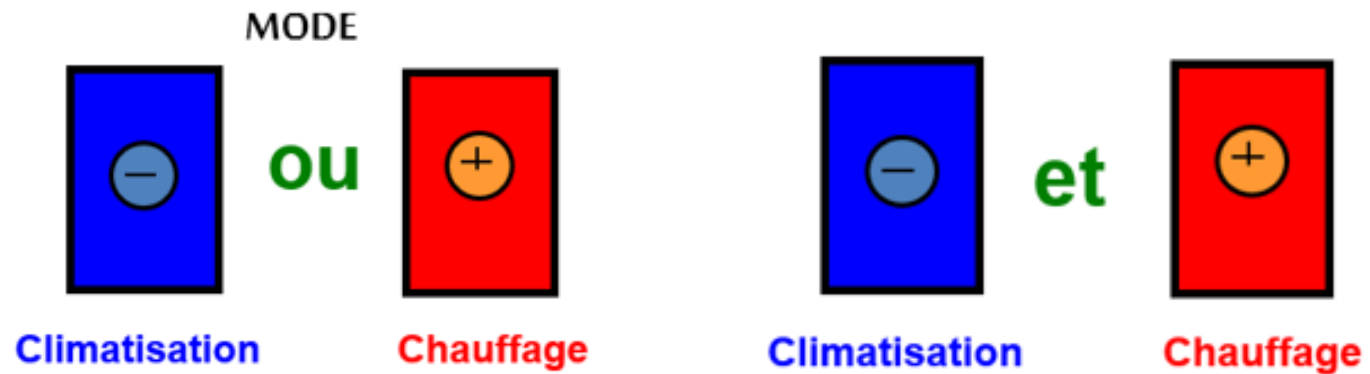


**Jocelyn Léger, ing., CEM, PA**  
**LEED®**  
**Directeur Support aux consultants**  
**ENERTRAK inc.**  
*24 mai 2023*



Réseau Énergie  
et Bâtiments

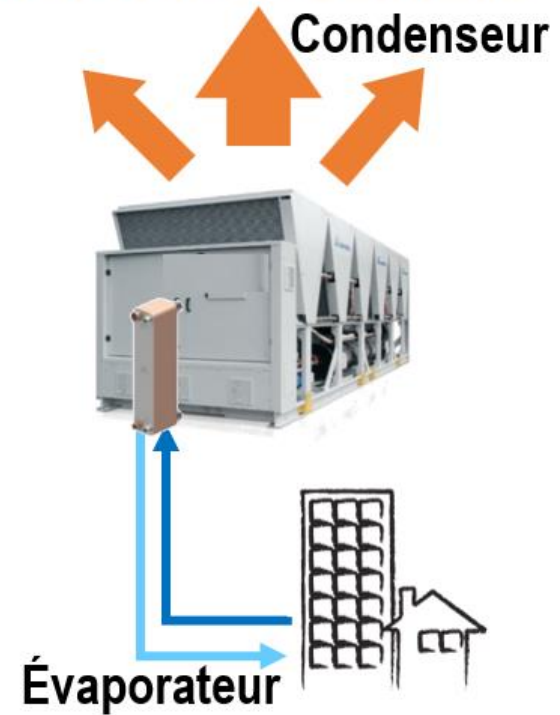
# Thermopompe (air-air) avec réfrigérant véhiculé vers le bâtiment



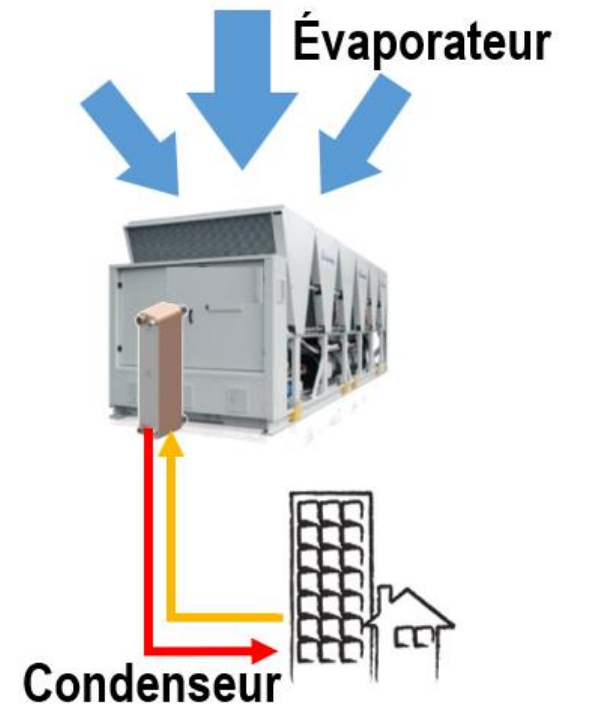
# Thermopompe monobloc (air-eau) avec eau (glycol) véhiculé vers le bâtiment



**MODE  
REFROIDISSEMENT**

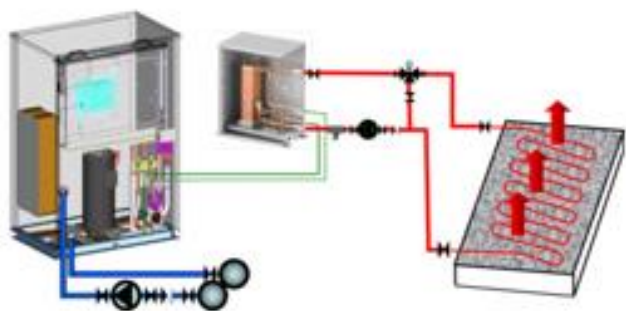


**MODE  
CHAUFFAGE**



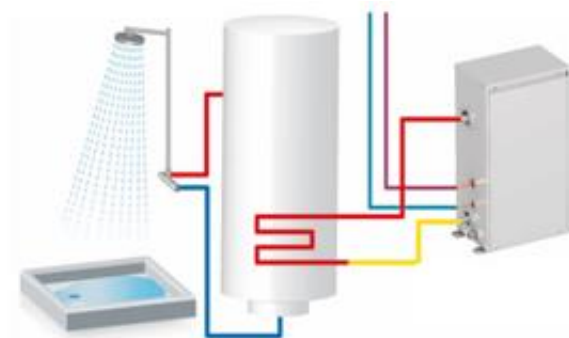
# Thermopompe bi-bloc (air-eau)

avec eau (glycol) véhiculé  
vers le bâtiment



**Chauffage radiant**

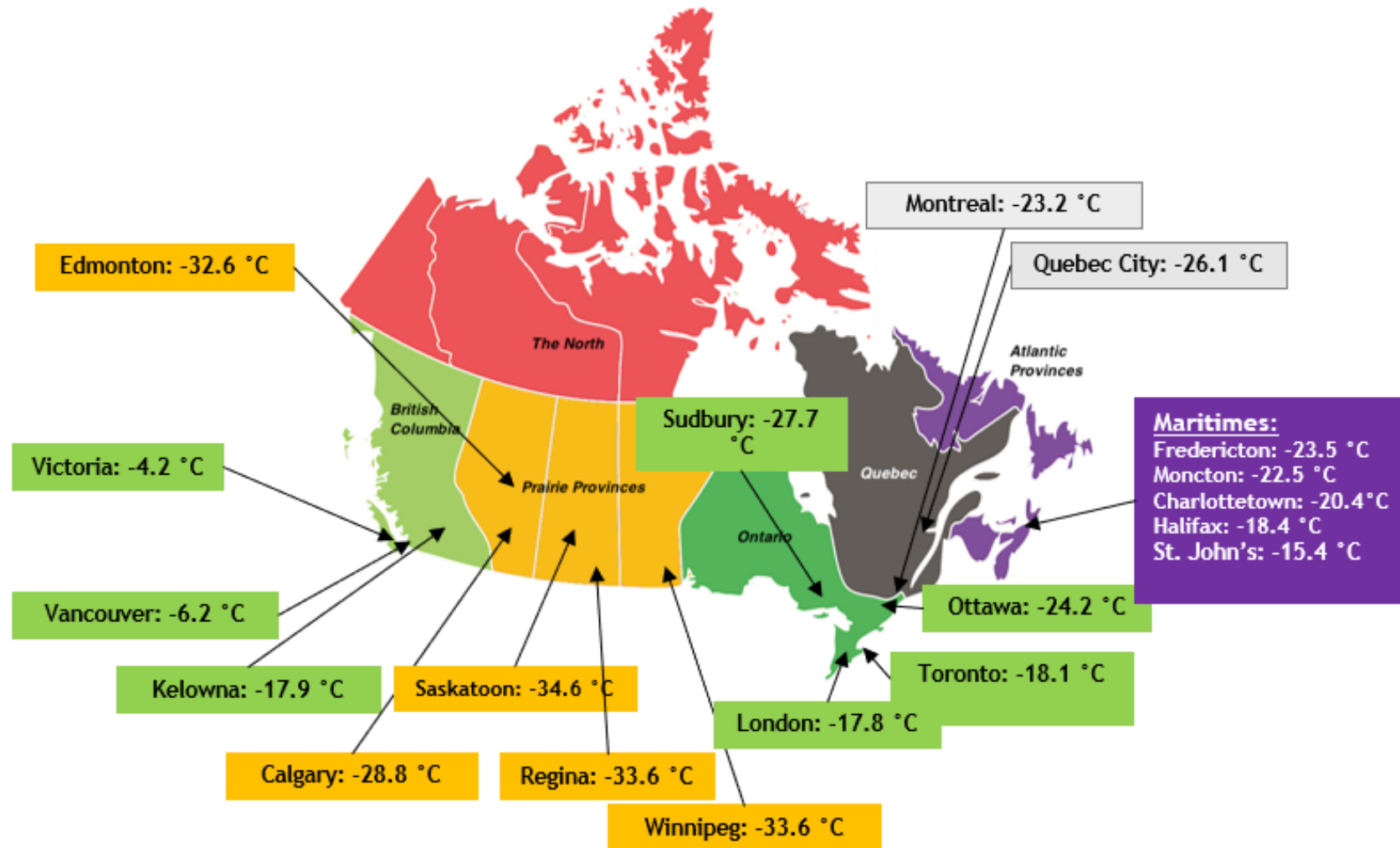
**Eau chaude domestique**



# Influence du climat → surtout en chauffage

Air

Eau



# DONNÉES MÉTÉO À MONTRÉAL, QC

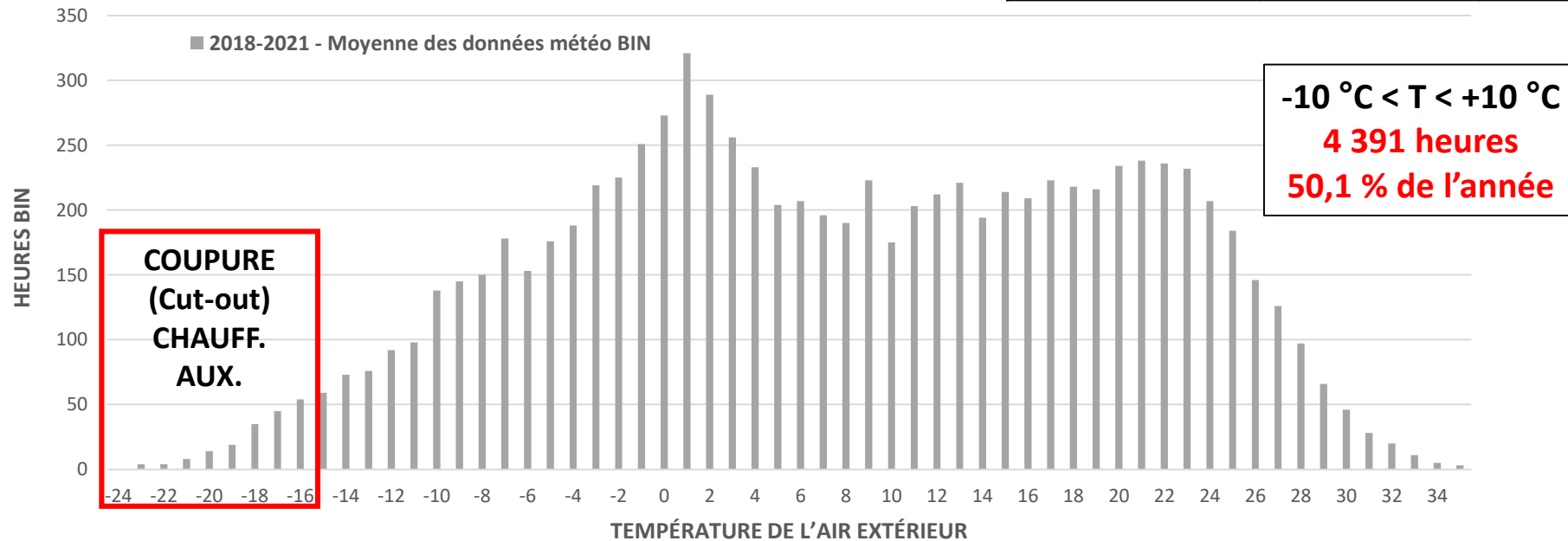
## ENVIRONNEMENT CANADA

### PROFIL MÉTÉO : DONNÉES DE TEMPÉRATURE BIN

**PROFIL DE TEMPÉRATURE BIN : MONTRÉAL, QC**  
**PÉRIODE ANALYSÉE : AVRIL 2018 - AVRIL 2021**

PLAGE DE TEMPÉRATURE	MOYENNE D'HEURES ANNUELLES SUR 3 ANS	MOYENNE DE % D'HEURES SUR 3 ANS
$T < -15\text{ °C}$	185	2 %
$-15\text{ °C} \leq T < -10\text{ °C}$	401	5 %
$-10\text{ °C} \leq T < -5\text{ °C}$	765	9 %
$-5\text{ °C} \leq T < 3\text{ °C}$	1 942	22 %
$3\text{ °C} \leq T \leq 10\text{ °C}$	1 684	19 %
$10\text{ °C} < T < 20\text{ °C}$	2 145	24 %
$20\text{ °C} \leq T$	1 647	19 %

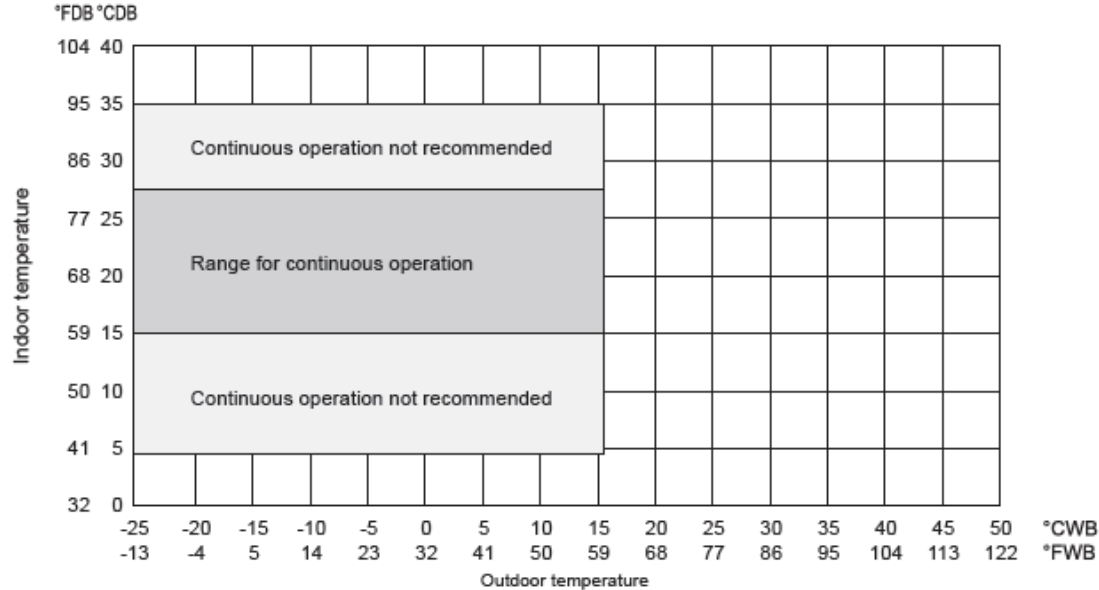
MOYENNE DES DONNÉES MÉTÉO SUR 3 ANS À MONTRÉAL



# Points à considérer

- Limitations température ambiante (Air)

- Heating



- Combination of cooling/heating operation (Cooling main or Heating main)

Outdoor temperature	Indoor temperature	
	Cooling	Heating
14 to 70°FDB (-10 to 21°CDB)	—	59 to 81°FDB (15 to 27°CDB)
12 to 60°FWB (-11 to 15.5°CWB)	59 to 75°FWB (15 to 24°CWB)	—

Installation of the low ambient kit is recommended to operate in cooling and cooling main mode in conditions under 50°F [10°C].

## CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION EN FONCTION D'UNE BASSE TEMPÉRATURE AMBIANTE

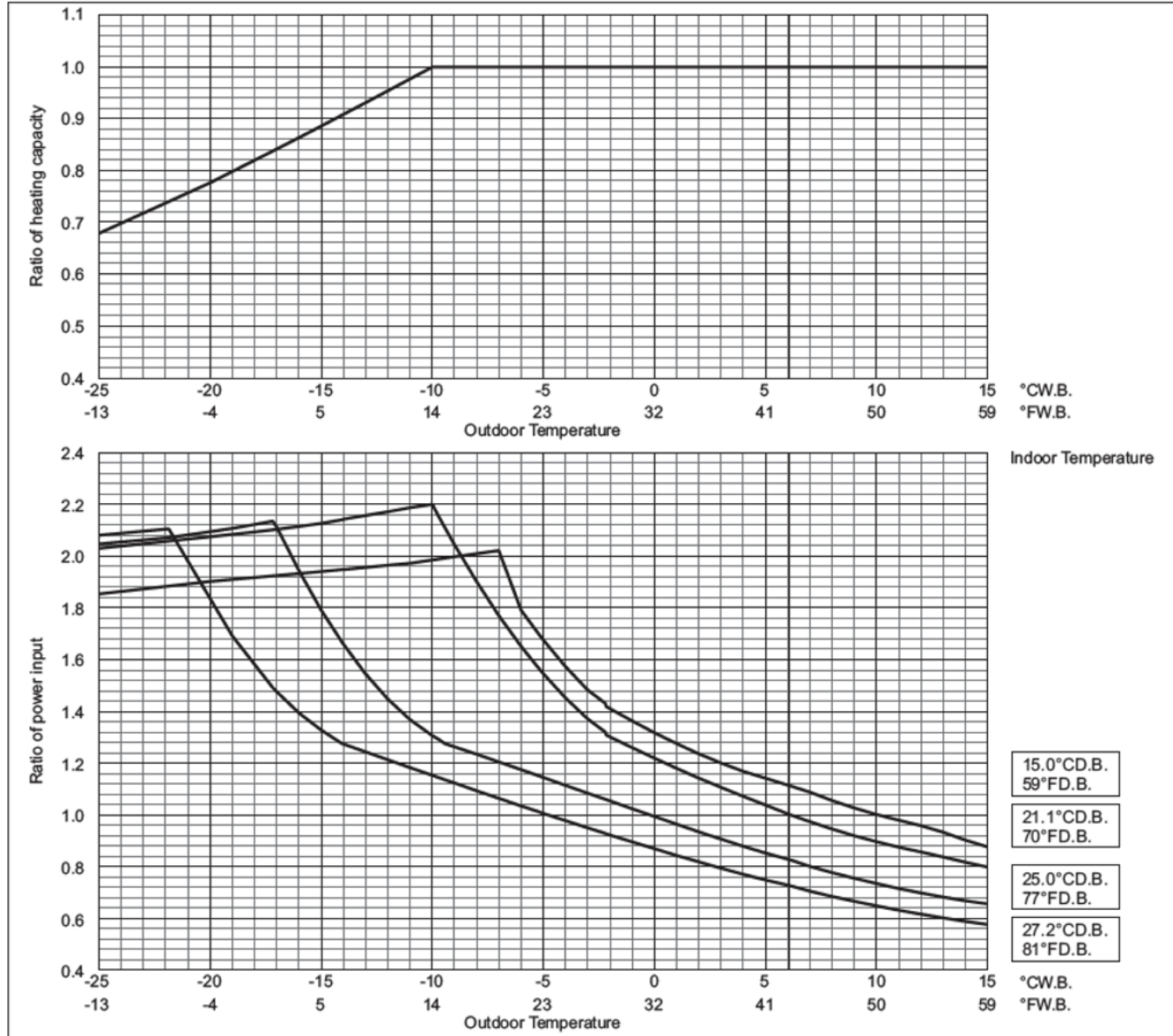
- Fonctionnement
- Réduction de la capacité
- Réduction COP
- Identifier quand le système va cesser de fonctionner
- Cycles de dégivrage
- Influence sur les simulations énergétiques (mauvaises surprises possibles)

## Outdoor unit temperature correction

To be used to correct outdoor unit only

Outdoor unit capacity is NOT affected by the indoor temperature

Outdoor unit power input is affected by the indoor and outdoor temperatures. Please consult the sales office for details.



## CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION EN FONCTION D'UNE BASSE TEMPÉRATURE AMBIANTE

- Impact sur la sélection des serpentins hydroniques
- Réduction de la température d'alimentation (eau chaude)
- Définir la température d'alimentation au serpentin hydronique pour rencontrer la capacité requise
- Importance en mode chauffage de sélectionner les serpentins hydroniques adéquatement  
Utiliser un facteur de sécurité
- Design à 105°F ou 140°F vs 160°F (eau chaude)
- Respect des débits (laminaire vs turbulent)
- (diamètres des tubes vs gpm)
- Cycles de dégivrage



# Points à considérer

- Impacts des cycles de dégivrage (COP/précautions/confort)

## 8-5. Correction at frost and defrost

Due to frost at the outdoor heat exchanger and the automatic defrost operation, the heating capacity of the outdoor unit can be calculated by multiplying the correction factor shown in the table below.

Table of correction factor at frost and defrost

Outdoor inlet air temp. °CWB	6	4	2	1	0	-2	-4	-6	-8	-10	-20
Outdoor inlet air temp. °FWB	43	39	36	34	32	28	25	21	18	14	-4
Différents Modèles	1.00	0.95	0.84	0.83	0.83	0.87	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.95	0.84	0.83	0.83	0.87	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.98	0.89	0.86	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95
	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.95	0.95
	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.95	0.95
	1.00	0.98	0.89	0.88	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95



# Points à considérer

- Installation extérieure adéquate (Support)





Panne de condensation  
avec élément/câble  
chauffant requise ou non?



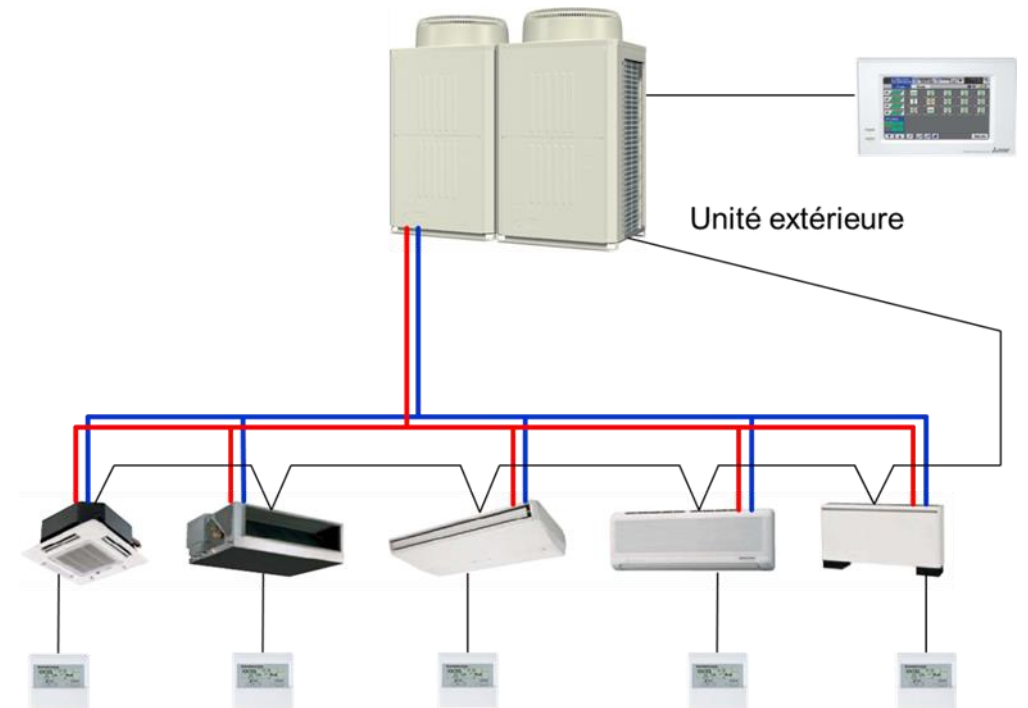
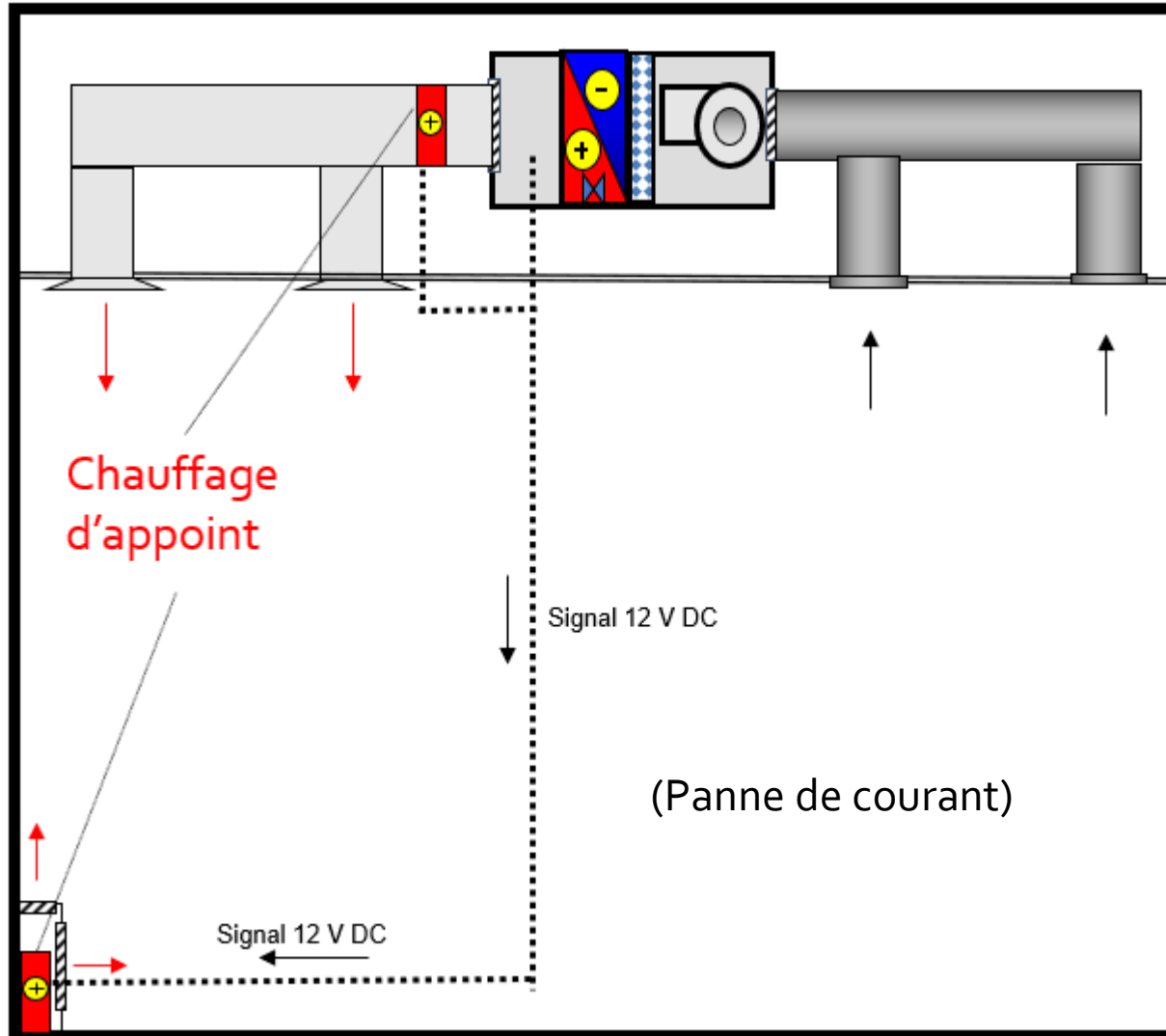
**Selon l'application**



**Déфлекteurs de vent**

# Points à considérer

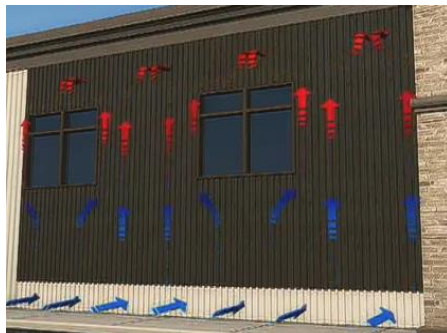
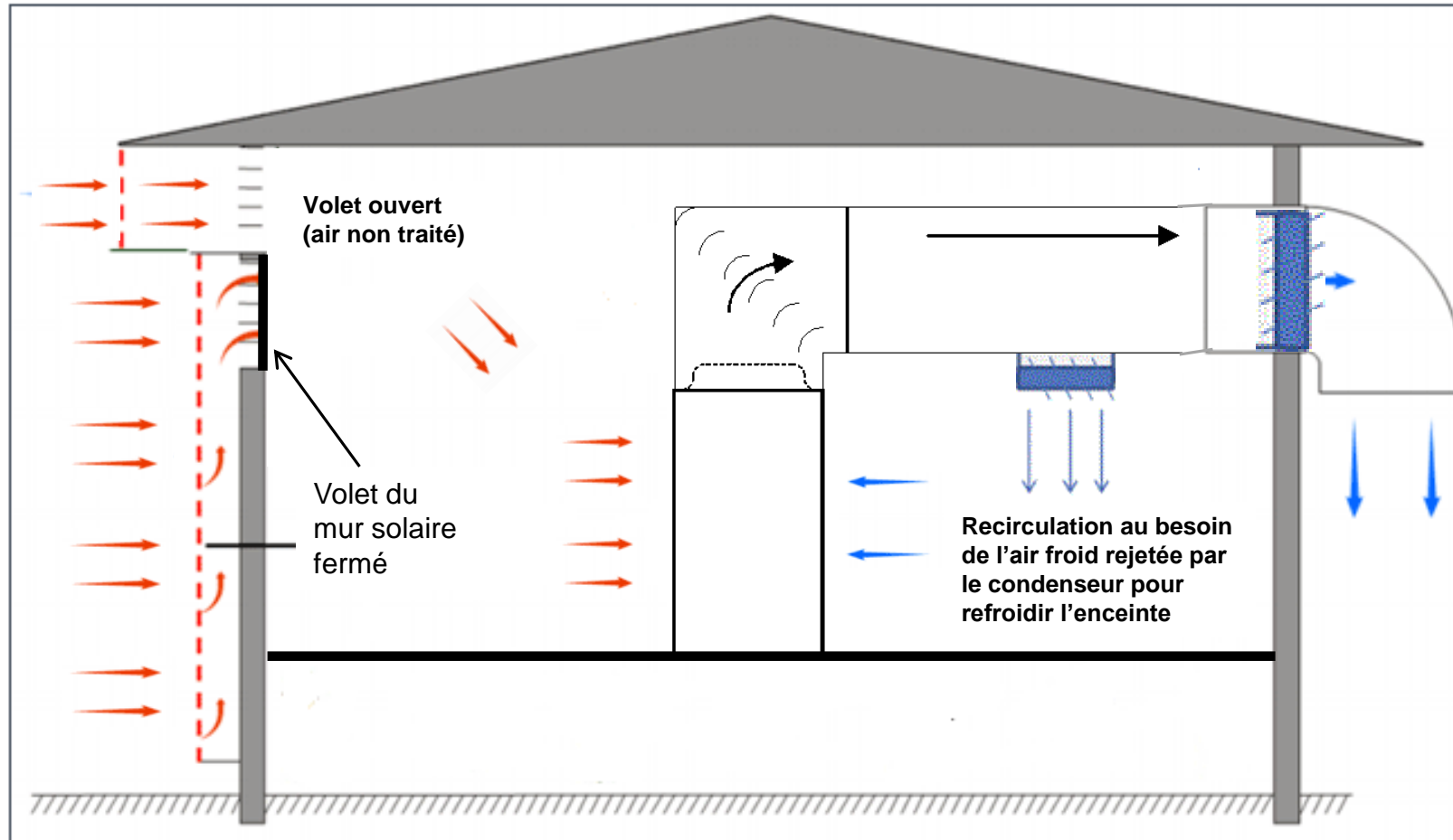
- Contrôles intégrés pour gérer le chauffage d'appoint (Air-Air)



Vous pouvez installer les groupes compresseurs-condenseurs refroidis à l'air autant à l'extérieur d'un bâtiment qu'à l'intérieur en s'assurant d'avoir une ventilation adéquate

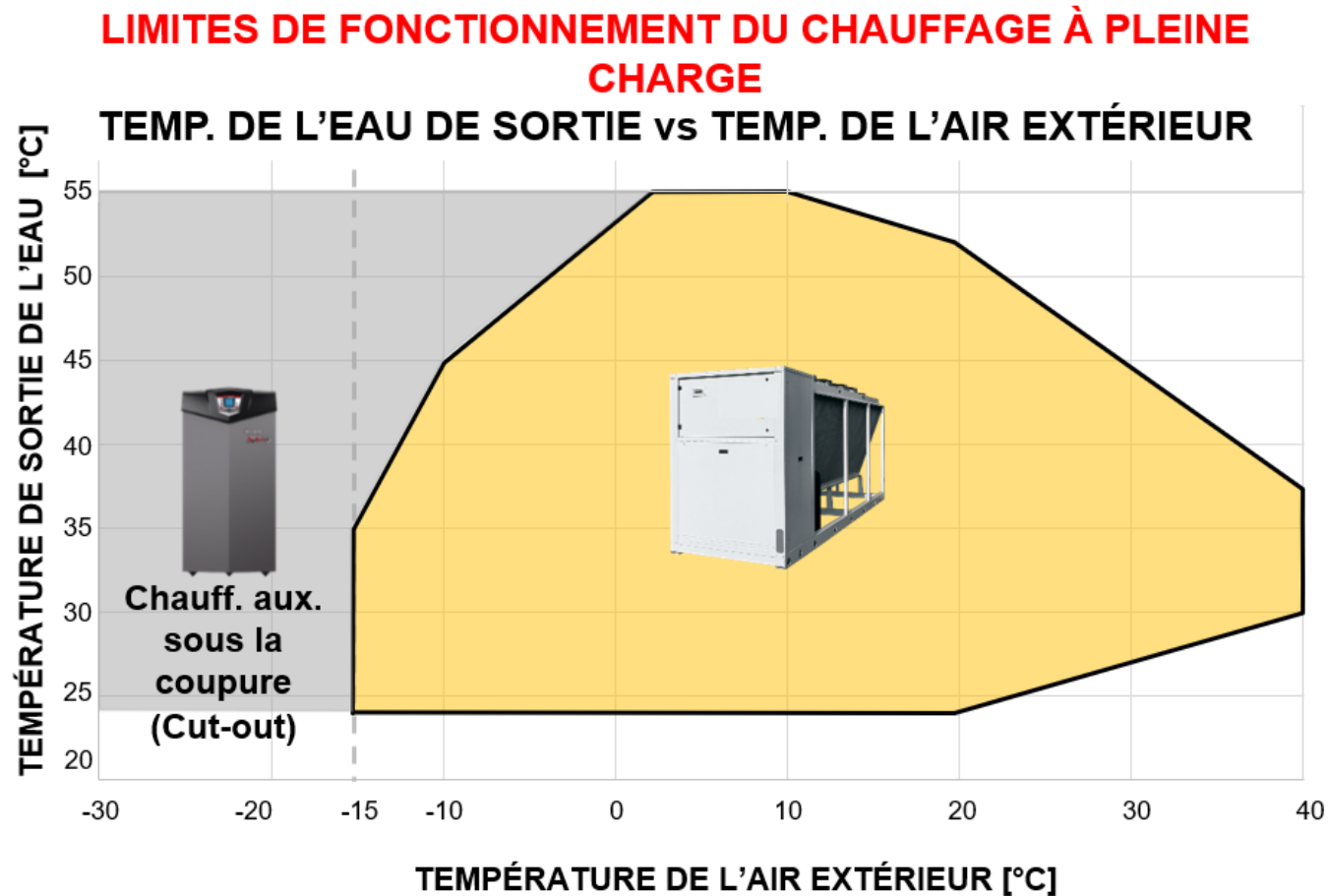


# Abri tempéré par un apport d'air chauffé par un mur solaire



# Points à considérer

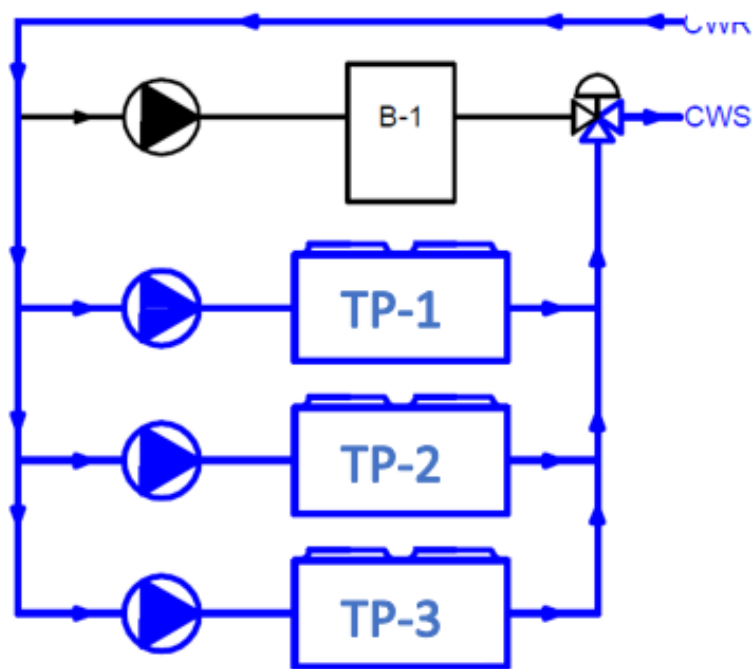
- Contrôles intégrés pour gérer le chauffage d'appoint (Air-Eau)



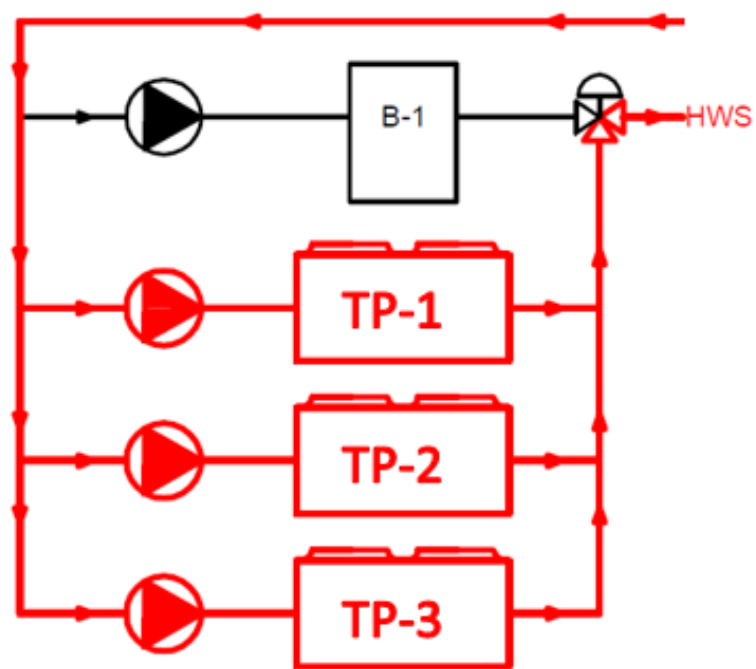
## SÉLECTION DES POINTS DE CONCEPTION

- Relation entre **LA TEMPÉRATURE DE L'AIR EXTÉRIEUR** et **LA TEMPÉRATURE D'ALIMENTATION**
- Réduction de la **CAPACITÉ** lorsque **LA TEMPÉRATURE DE L'AIR EXTÉRIEUR** baisse
- **CHAUDIÈRE AUXILIAIRE AU BESOIN :**
  - **GAZ NATUREL** (Coût d'exploitation)
  - **ÉLECTRIQUE** (Zéro carbone)
- **FONCTIONNEMENT DE LA CHAUDIÈRE :**
  - **COMPLÉTER** Capacité TP AIR-EAU
  - **REMPLETER** TP AIR-EAU comme source de chaleur (Commutation de BIVALENCE)

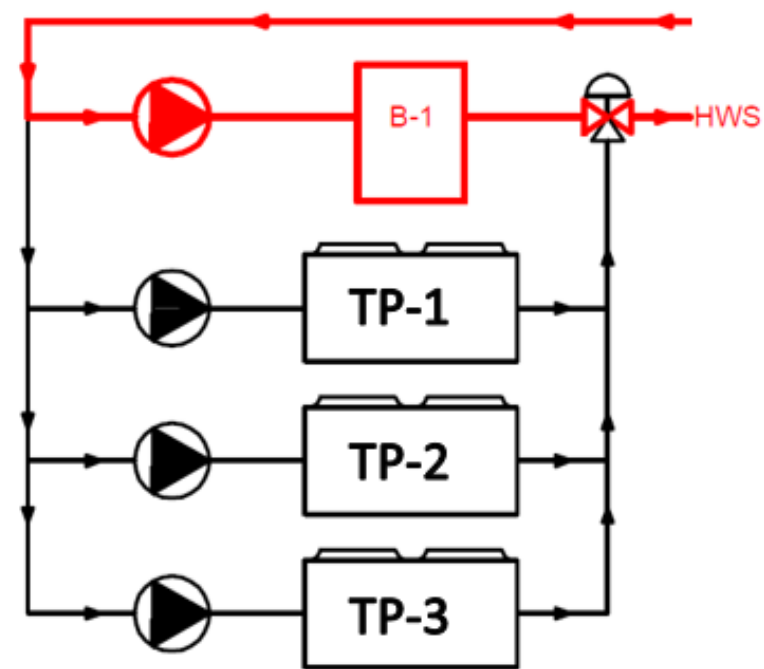
## REFROIDISSEMENT EN ÉTÉ



## CHAUFFAGE EN HIVER THERMOPOMPE AIR-EAU

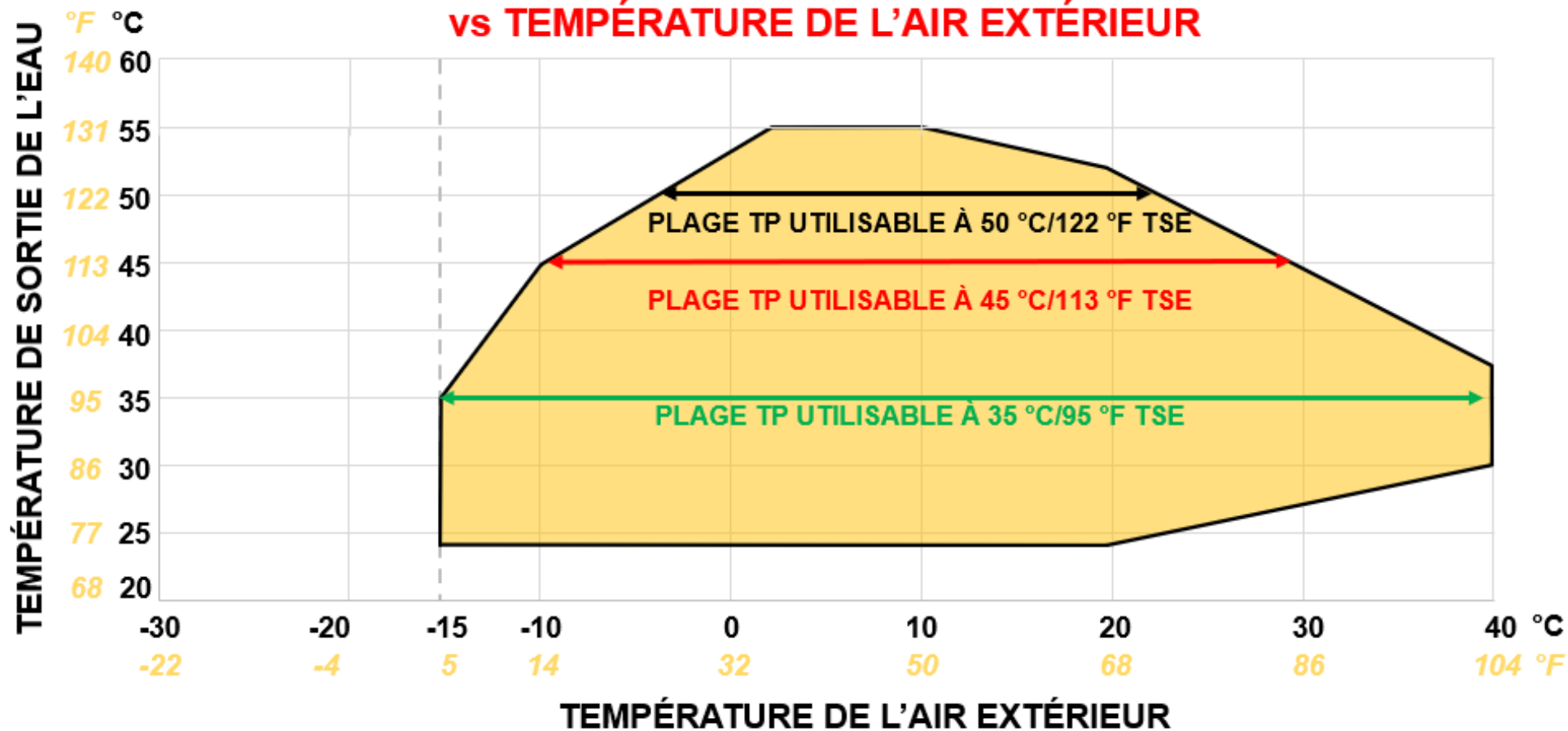


## CHAUFFAGE EN HIVER CHAUDIÈRE AUXILIAIRE





## LIMITES DE FONCTIONNEMENT DU CHAUFFAGE À PLEINE CHARGE vs TEMPÉRATURE DE L'AIR EXTÉRIEUR

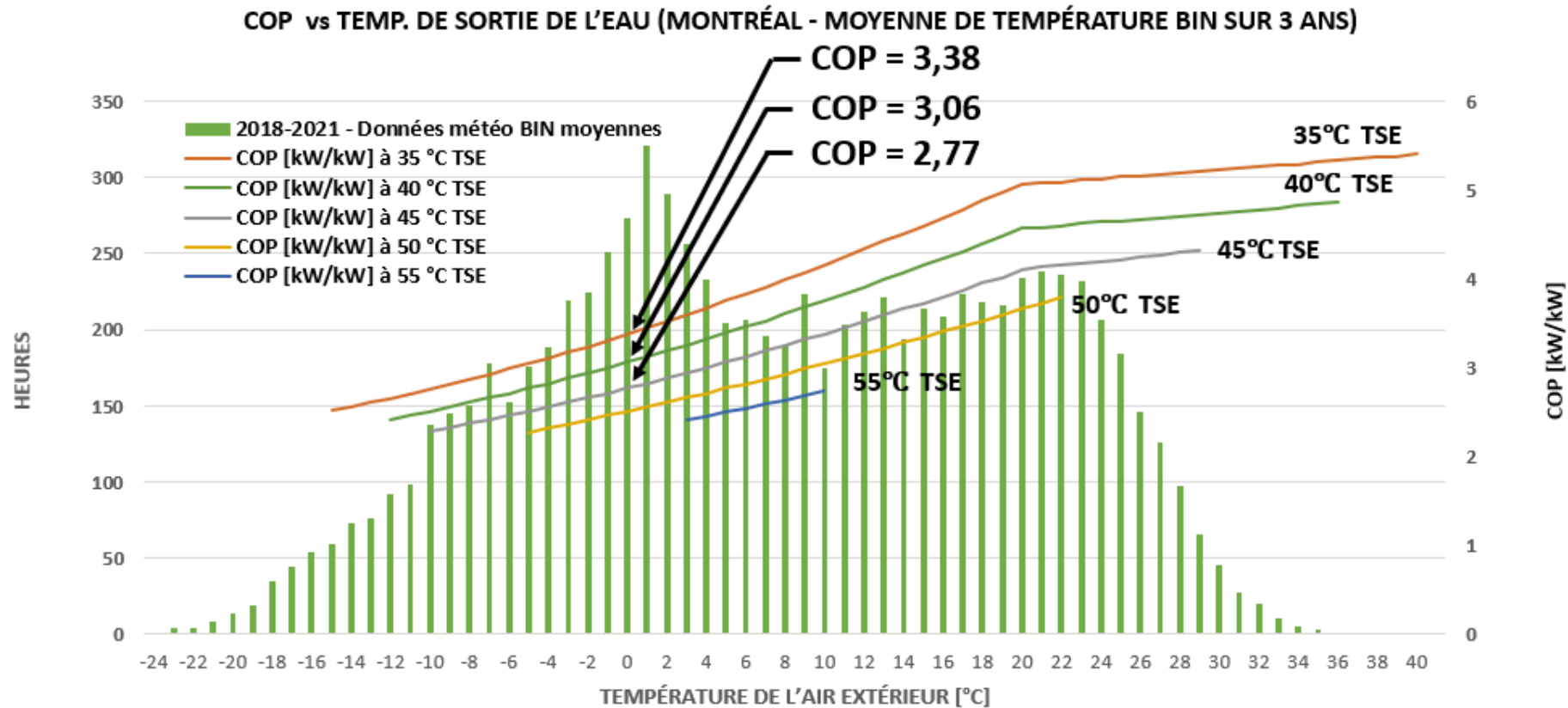


# DONNÉES MÉTÉO À MONTRÉAL

## ENVIRONNEMENT CANADA

PROFIL DE TEMPÉRATURE BIN : MONTRÉAL, QC

PÉRIODE ANALYSÉE : AVRIL 2018 - AVRIL 2021



# Points à considérer

- Dans certains systèmes d'aérothermie, particulièrement les systèmes en cascade avec une TP eau-eau, le volume d'eau dans la boucle de la TP aéro est petit et peut générer du cyclage sur la TP, qui réduit l'efficacité et la durée de vie. L'installation d'un réservoir tampon ou d'un autre système limitant le cyclage peut être nécessaire au bon fonctionnement.
- Certains designers ont tendance à sous-estimer la part du chauffage qui peut être réalisée par la TP sur des réseaux de chauffage à « haute température » (conçus à 180°F d'alimentation). Une bonne conception du raccordement de la TP sur le réseau (au point le plus froid du réseau, débit permettant d'éviter la recirculation) et des interventions permettant de réduire la température à l'entrée de la TP (conversion à débit variable, conversion basse température, préchauffage ECD, etc.) permettent d'optimiser l'utilisation et l'efficacité de la TP.
- Comprendre des manufacturiers les limites du système en s'assurant de savoir quels sont les facteurs qui peuvent provoquer l'arrêt de celui-ci ou un manque de communication pour de donner une permission de marche au chauffage auxiliaire

# Points à considérer

- **Nombre d'unités intérieures raccordées au groupe compresseur-condenseur**

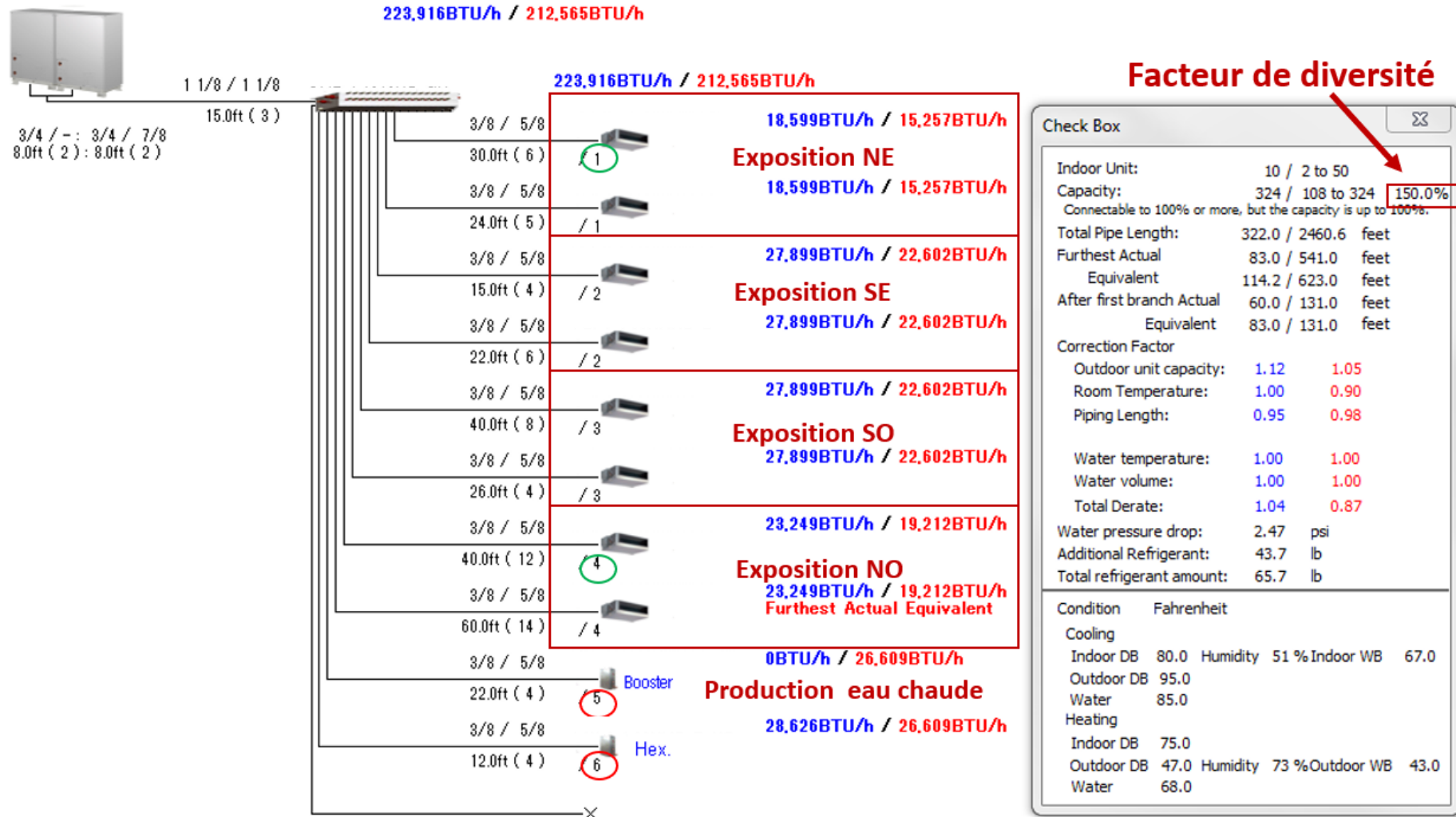
## Limites typiques pour la diversité (connectivité)

Systeme DRV standard: 130%

Avec récupération: 150%

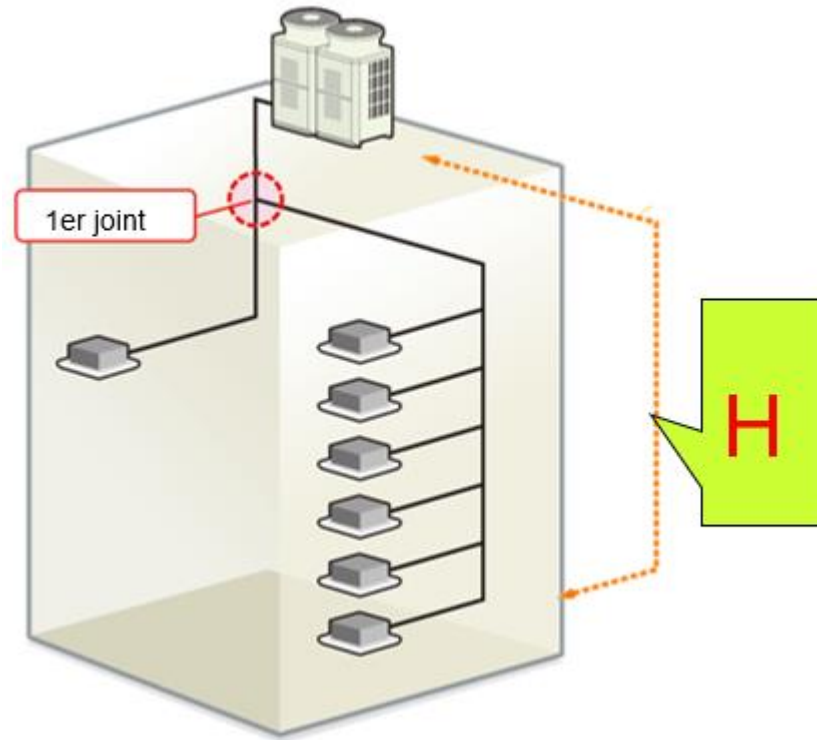
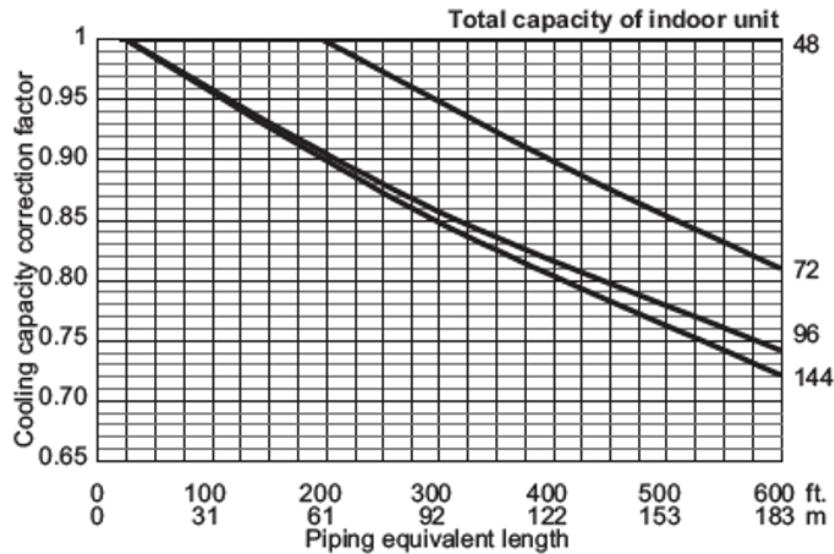
**Volume de réfrigérant dans le système et les serpentins sur mesures**

# Logiciel (Tuyauterie)



# Points à considérer

- Limitations de tuyauterie (élévation, longueur, quantité de réfrigérant et B-52)



La hauteur **H** a une limite et influence la performance

# Points à considérer

- Code CSA B52:18
- (Nouveau code à venir bientôt / Nouveaux réfrigérant / Remplacement du R-410a)

## Identifier la nature du bâtiment et son altitude

*Adjustment of RCL values in this Table and Table L.1 is based on oxygen deprivation limit (ODL). The maximum refrigerant quantities per occupied space presented in this Standard for Groups A1 and B1 refrigerants are based on the lesser of two values: either the RCL at sea level or ODL above 1500 m altitude (i.e., 6.9% vol./69 000 ppm) as determined from ASHRAE 34. Therefore, the ODL may be adjusted to match application specific altitudes. It is not mandatory to use the values corresponding to altitudes above 1500 m.*

*For example, for the R-410A RCL values:*

	<b>CSA B52 listed</b>	<b>Sea level</b>	<b>105 m</b>	<b>250 m</b>	<b>1000–1500 m</b>	<b>Greater than 1500 m</b>
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	0.2055	0.4163	0.4128	0.4081	0.3331	0.2055
<b>lb/Mft<sup>3</sup></b>	12.82	25.99	25.77	25.48	20.79	12.82

# Exemples de sites en fonction de l'altitude

## Refrigerant Concentration Levels – Evaluating R-410 A - ATEL & ODL

Location	Altitude m	ATEL kg/m <sup>3</sup>	ODL kg/m <sup>3</sup>	R-410 A RCL Lbs/1000 ft <sup>3</sup>
Halifax	145 m	0.4155	0.4163	25.90
Quebec City	98 m	0.4131	0.4163	25.78
Montreal	233 m	0.4086	0.4163	25.50
Ottawa	70 m	0.4140	0.4163	25.84
Toronto	105 m	0.4128	0.4163	25.77
Winnipeg	238 m	0.4085	0.4163	25.55



# Volume permis pour une charge de 18.2 lbs (R-410a)

Check Box			
Indoor Unit:	5 / 1 to 11		
Capacity(BTU/h):	32,000 / 18,000 to 46,800	88.9%	
Connectable to 100% or more, but the Capacity is up to 100%.			
Total Pipe Length:	80.0 / 984.0	feet	
Furthest Actual:	47.0 / 492.0	feet	
After First Branch Actual:	37.0 / 98.0	feet	
Correction Factor(Outdoor Unit)	Capa. (CoolHeat)	Input (CoolHeat)	
Outdoor Unit Capacity:	1.00 1.00	1.44 1.00	
Temperature:	1.01 0.79	0.98 1.10	
Piping Length:	0.99 0.99	- -	
Defrosting:	- 0.95	- -	
Total Derate:	1.00 0.75	1.40 1.10	
O/U available capa.(BTU/h):	35,989 31,297		
O/U available input(kW):		3.24 3.32	
Indoor Unit Actual Capacity(BTU/h):	32,960 31,297		
Correction Factor(Indoor Unit)			
Temperature(Normal):	1.03 1.04	- -	
Temperature(Fresh Air):	- -	- -	
Outdoor Unit Corrected COP:	2.97 2.76		
System COP:	2.88 2.71		
Additional Refrigerant:	7.6 lb		<a href="#">*Critical Concentration of R410A</a>
Total Refrigerant Amount:	18.2 / -	lb	
Condition			
Cooling			
Indoor DB	76.0 °F	Humidity 70 %	Indoor WB 68.7 °F
Outdoor DB	90.0 °F		
Heating			
Indoor DB	68.0 °F		
Outdoor DB	23.0 °F	Humidity 50 %	Outdoor WB 18.7 °F

## Commercial standard

720 pi<sup>3</sup>

## Hôpital (Attention aux A2L)

(Bâtiment institutionnel)

(50% plus restrictif)

1456 pi<sup>3</sup>

# Points à considérer

- Localisation du site (Altitude)

Table 2. Individual Zone Load Adjustments

Area	Calculated Zone Loads		Divide By	Altitude Correction Factor	Equals	Adjusted Zone Loads	
Office 1	Cooling	12,156	/	0.83	=	Cooling	14,646
	Heating	14,256	/	0.83	=	Heating	17,176
Office 2	Cooling	8,763	/	0.83	=	Cooling	10,558
	Heating	10,215	/	0.83	=	Heating	12,307
Office 3	Cooling	6,550	/	0.83	=	Cooling	7,892
	Heating	8,761	/	0.83	=	Heating	10,555
Break Room	Cooling	18,795	/	0.83	=	Cooling	22,645
	Heating	21,564	/	0.83	=	Heating	25,981
Conference Room	Cooling	22,000	/	0.83	=	Cooling	26,506
	Heating	26,000	/	0.83	=	Heating	31,325
Reception Area	Cooling	15,186	/	0.83	=	Cooling	18,296
	Heating	20,156	/	0.83	=	Heating	24,284

# Points à considérer

- Système dédié pour salle de serveur ou zone en climatisation 100% du temps



# Points à considérer

- Contraction et expansion de la tuyauterie

Piping Segment	Mode	System Type	Temperature
Main High Pressure Pipe to BC Controller	Heat		190 F
Main Suction Line From BC Controller	Heat		Ambient - 15 Deg F
Main Suction Line From BC Controller	Heat		Min EWT - 15 Deg F
Main Suction Line From BC Controller	Cool		32-40 F
Main Gas/Suciton Line	Heat		190 F
Main Gas/Suction Line	Cool		32-40 F
Main Liquid Line	Cool/Heat		140 Deg F
Branch Liquid Line To Indoor Unit (Liquid Return)	Heat		90 - 130 F
Branch Suction Line To Indoor Unit (Hot Gas Supply)	Heat		120 - 150 F
Branch Suciton Line To Indoor Unit (Gas Return)	Cool		32-40 F

Figure 1 (Above) – Max/Min Working Temperature of VRF Pipe Segments

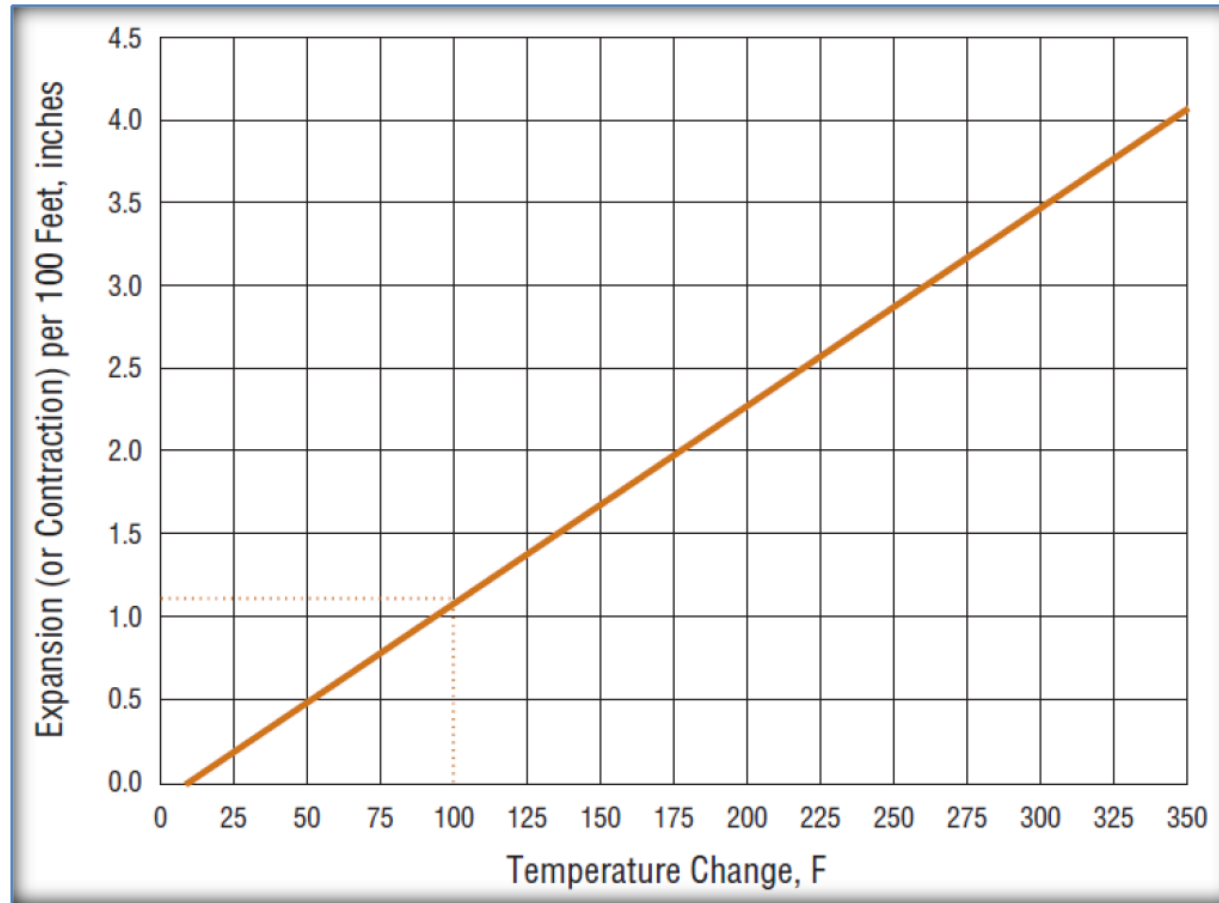


Figure 2 (Above) – Thermal Expansion of Copper Piping, “The Copper Tube Handbook”

Expected Expansion, inches	Radius "R", inches, for Nominal or Standard Tube Sizes Shown Length "L", inches, for Nominal or Standard Tube Sizes Shown													
	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	
1/2	R	6	7	8	9	11	12	13	15	16	18	19	20	23
	L	38	44	50	59	67	74	80	91	102	111	120	128	142
1	R	9	10	11	13	15	17	18	21	23	25	27	29	32
	L	54	63	70	83	94	104	113	129	144	157	169	190	201
1 1/2	R	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30	33	35	39
	L	66	77	86	101	115	127	138	158	176	191	206	220	245
2	R	12	14	16	19	21	23	25	29	32	35	38	41	45
	L	77	89	99	117	133	147	160	183	203	222	239	255	284
2 1/2	R	14	16	18	21	24	26	29	33	36	40	43	45	51
	L	86	99	111	131	149	166	179	206	227	248	267	286	318
3	R	15	17	19	23	26	29	31	36	40	43	47	50	55
	L	94	109	122	143	163	180	196	224	249	272	293	312	348
3 1/2	R	16	19	21	25	28	31	34	39	43	47	50	54	60
	L	102	117	131	155	176	195	212	242	269	293	316	337	376
4	R	17	20	22	26	30	33	36	41	46	50	54	57	64
	L	109	126	140	166	188	208	226	259	288	314	338	361	402

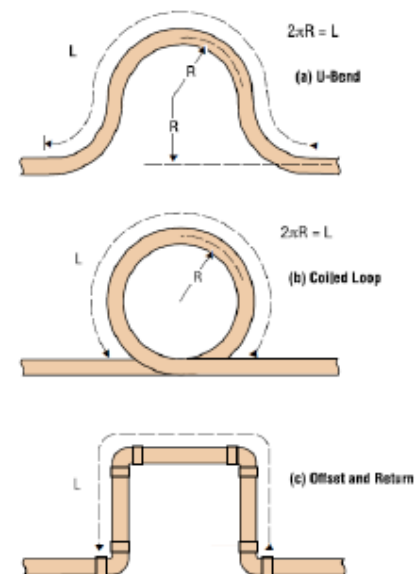


Figure 3 (Above) – Expansion Loop Dimensions, “The Copper Tube Handbook”

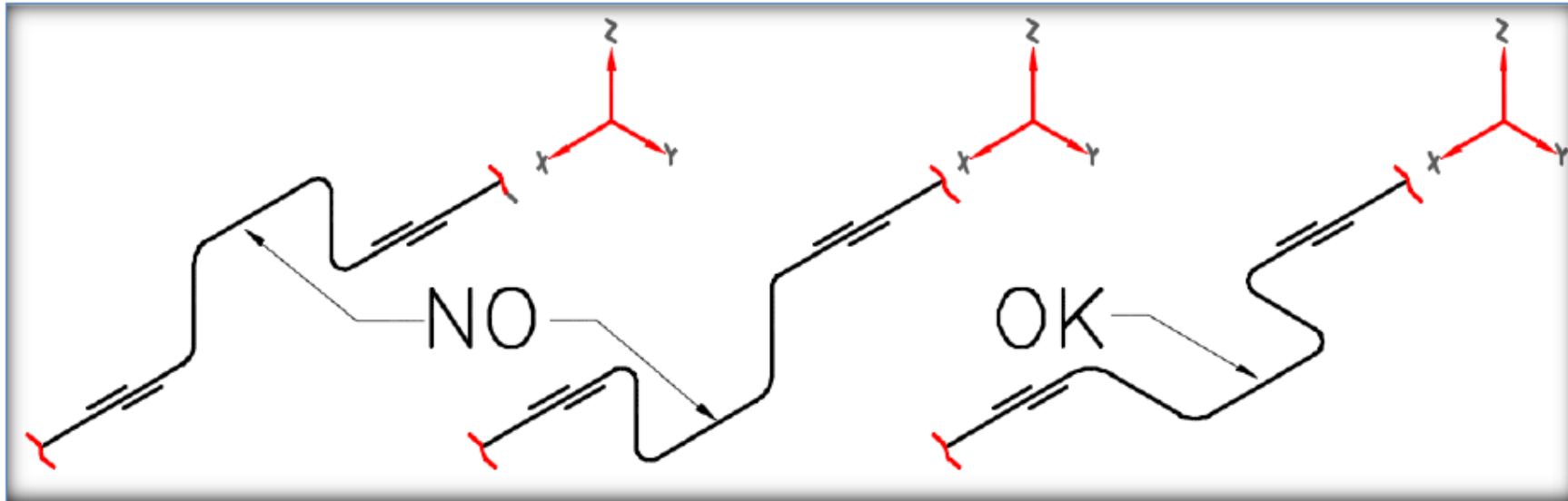


Image 1(Above) – Proper orientation of expansion loop/bends in horizontal pipe.

# Points à considérer

Ordre d'installation des groupes compresseurs-condenseurs jumelés

Tuyauterie de réfrigération

Important de maintenir un vacuum en dessous de 300 microns pour une période de 24 heures afin de vérifier l'étanchéité de la tuyauterie de réfrigération

Installation souterraine (recommandations du manufacturier)

Unités intérieures

Mise à niveau pour un drainage de condensat efficace



# Souvent oublié!

## HYDRO- QUÉBEC

PROGRAMMES SOLUTIONS EFFICACES



- Réduction de facture d'électricité
- Participer à la transition énergétique
- Petites, moyennes et grandes entreprises
- Appuis financiers avantageux
- Rémunération incitative

# Questions ?



Réseau Energie  
et Bâtiments