

# FORUM RÉFRIGÉRATION

29 octobre 2024 | Anjou



Conférence  **RECONNUE**  
RBQ • CMMTQ • CMEQ

## Enjeux de la décarbonation dans l'industrie

Benoit Rodier, ing.  
*Cimco*



Un événement de



Présenté par

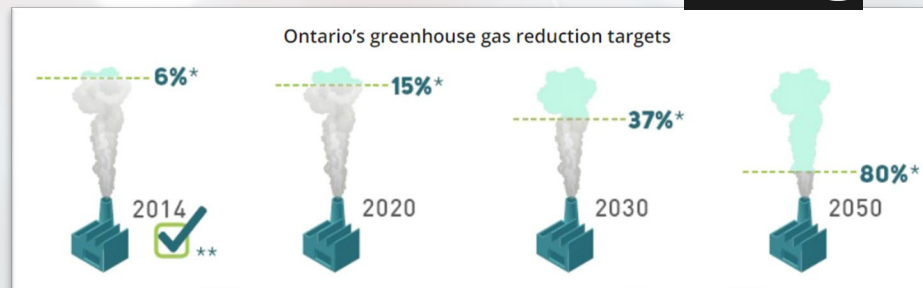


# Plans d'action provinciaux sur le climat



## Principaux objectifs chiffrés du Plan

- Réduire les émissions de GES de 37,5 % sous leur niveau de 1990 d'ici 2030.
- Atteindre la carboneutralité d'ici 2050.



Reduce greenhouse gas emissions by 53% below 2005 levels by 2030

Achieve net-zero emissions in Nova Scotia by 2050



## (Alberta) Climate Leadership Plan

Last updated: 11 December 2020

In November 2015, the Government of Alberta announced a Climate Leadership Plan that consisted of four main policy pillars:

- Implement a new price on greenhouse gas emissions;
- Phase out coal-generated electricity by 2030 and generate 30% of electricity from renewables by 2030;
- Introduce a cap on oil sands emissions at 100 megatons per year;
- Reduce methane emissions from upstream oil and gas production by 45% by 2025 (from 2014 levels).

# Définition de la neutralité carbone

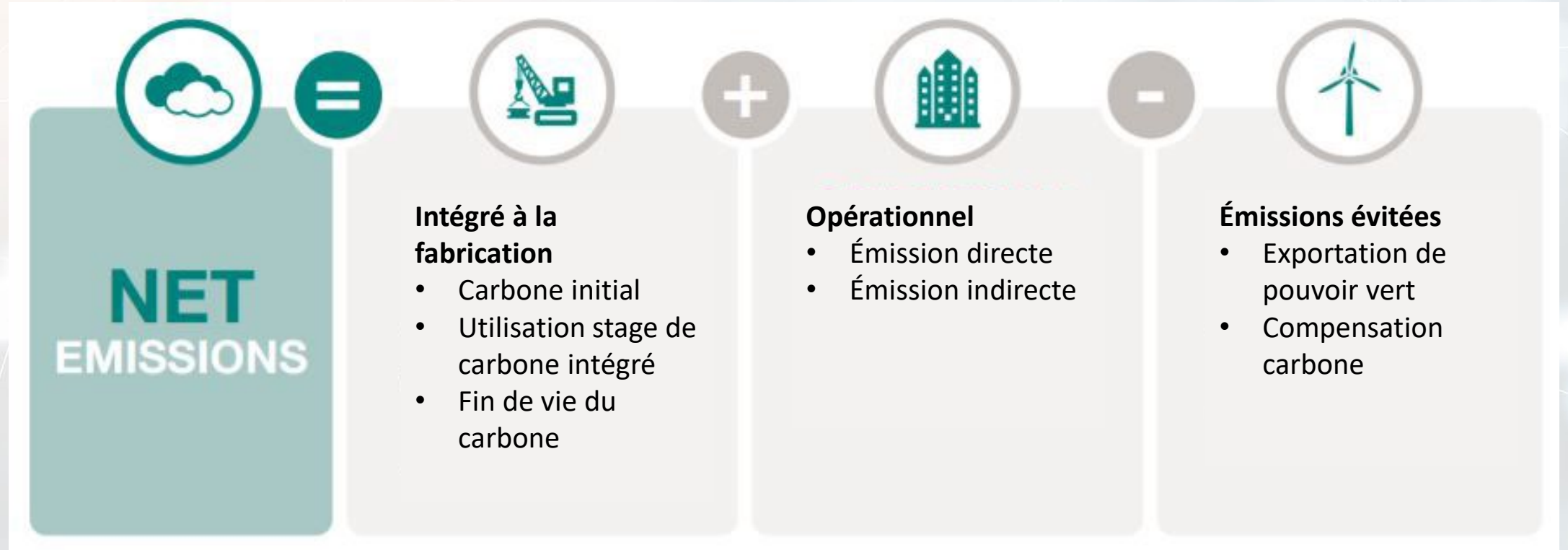
- En général pour la société :
  - Atteindre des **émissions nettes nulles** signifie que notre économie **émet aucune émission** de gaz à effet de serre **ou compense ses émissions**, par exemple, par des actions telles que la plantation d'arbres ou l'utilisation de technologies permettant de capter le carbone avant qu'il ne soit libéré dans l'air.



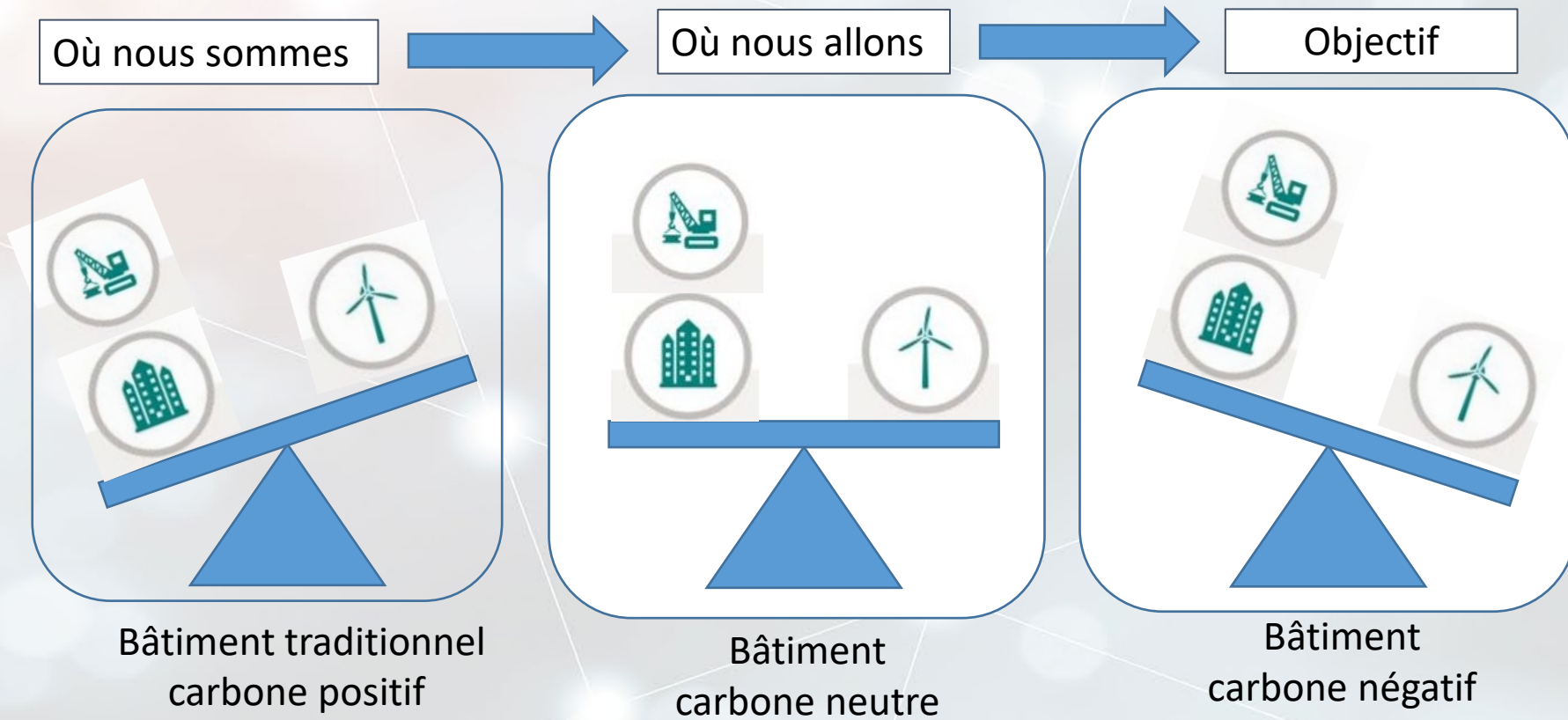
## Qu'est-ce qu'un bâtiment à carbone zéro?

C'est un bâtiment très écoénergétique qui produit sur place, ou qui se procure, de l'énergie renouvelable sans carbone ou des crédits de carbone de grande qualité dans une quantité suffisante pour compenser les émissions de carbone annuelles associées aux matériaux et à l'exploitation du bâtiment.

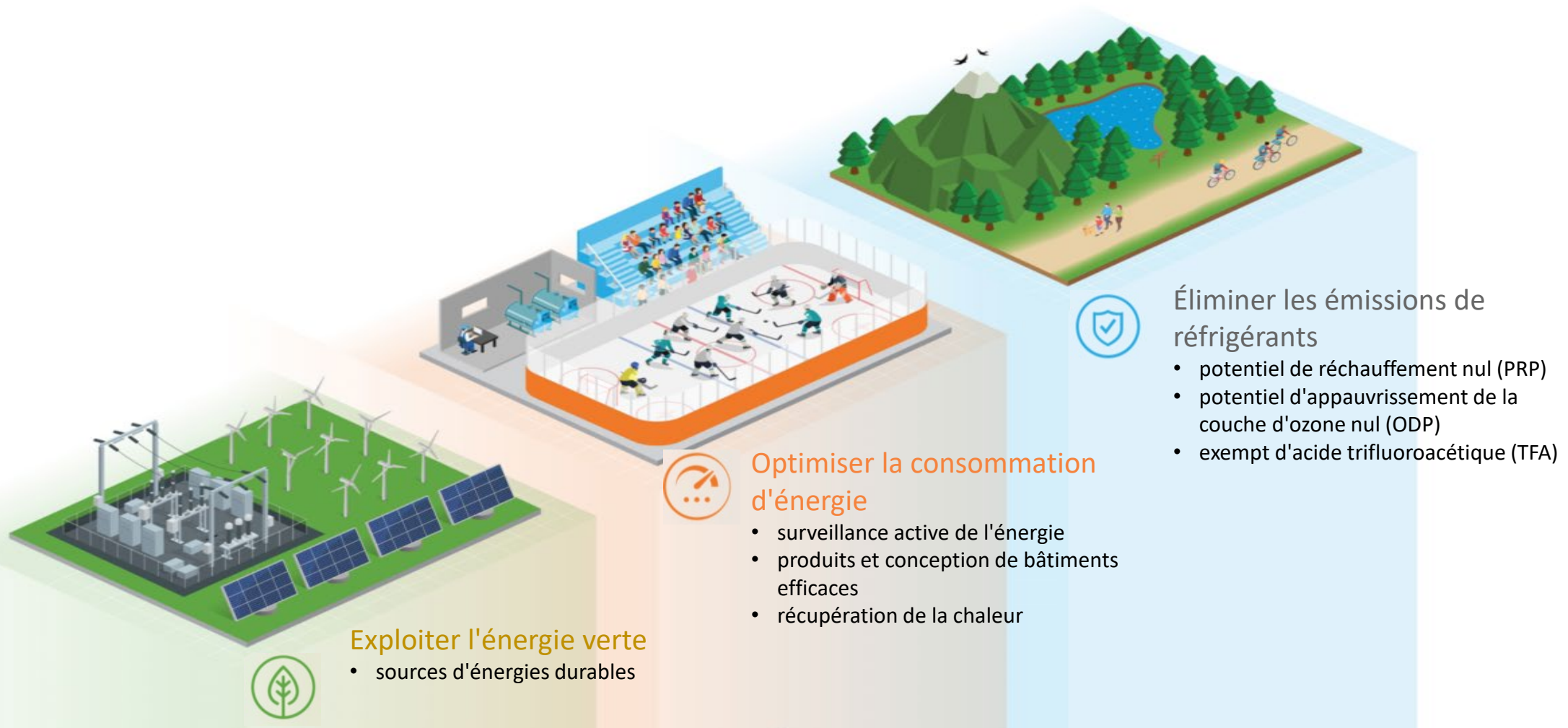
# Pour les bâtiments



# La balance carbone



# Les trois piliers de la décarbonation



# Plan de décarbonation



© Climate Challenge Network

20

15

10

5

0

**Base Emissions**

1

- Operational excellence
- Energy retrofits
- Renovations & expansions
- End of life replacements

2

- Data centres
- Refrigerator & local cooling units
- HVAC "free cooling"
- Ice plant compressors
- Waste water

3

- Geothermal
- Solar
- biogas
- biomass
- Energy storage

4

- Renewable energy credits
- Carbon offsets

**Energy Efficiency**

**Heat Recovery**

**Renewables**

**Purchased credits**

# Atteindre Net Zéro pour un bâtiment réfrigéré



## Élimination des émissions de réfrigérant

### Exemples d'élimination

- Réfrigérant avec une contribution nulle pour l'ozone et les GES
- Élimination des fuites
- Amélioration de la manipulation et mise hors service des systèmes
- Utilisation de réfrigérants naturels



# Évolution des réfrigérants synthétiques

Pourquoi les réfrigérants?

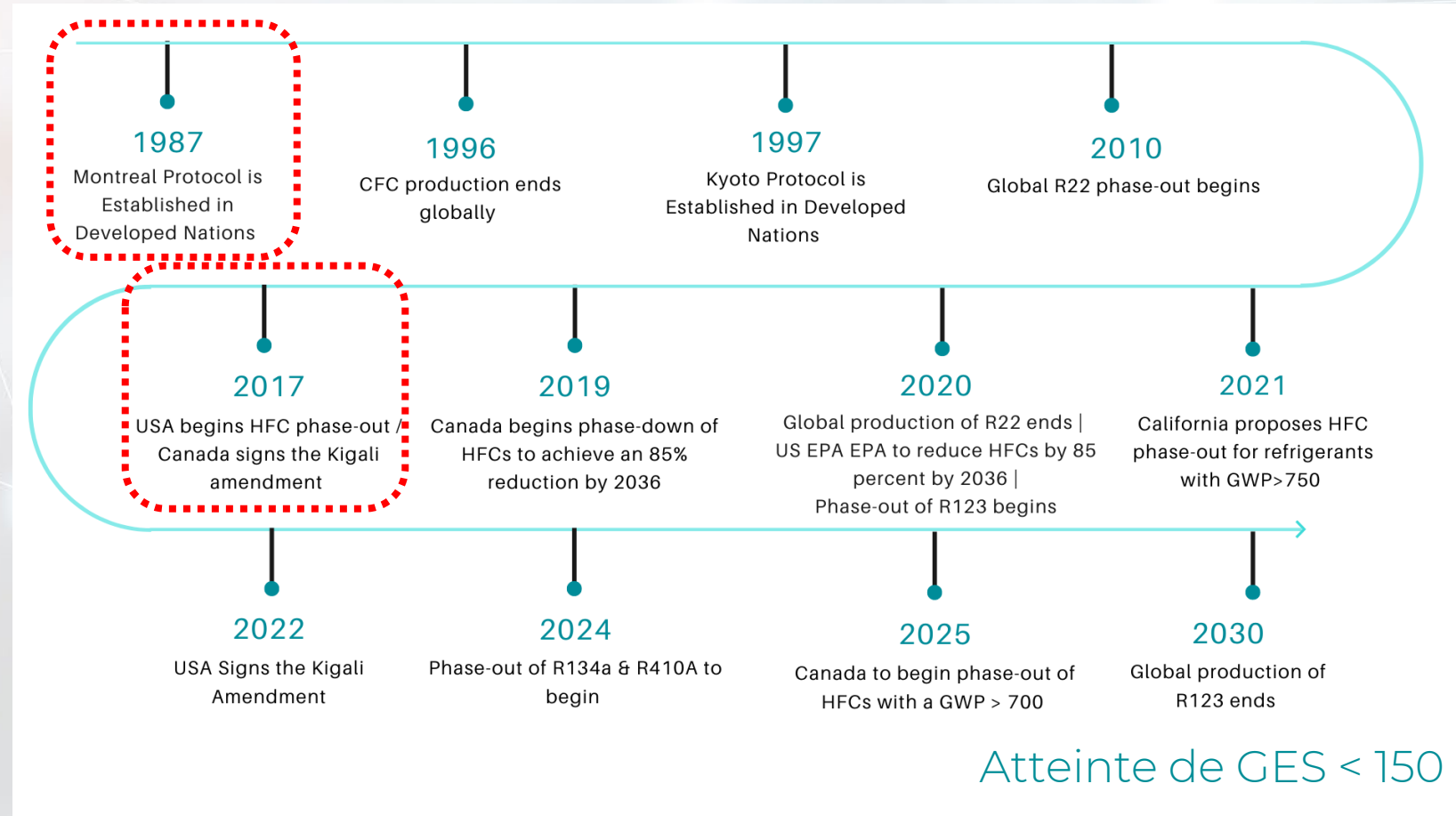
10 % du réchauffement global

Réfrigérants naturels

- NH<sub>3</sub> (ammoniac)  
➤ 0 PDO et 0 GES
- CO<sub>2</sub> (dioxide de carbone)  
➤ 0 PDO et 1 GES

Réfrigérants synthétiques

- CFC (chlorofluorocarbones)  
➤ PDO élevés
- HCFC (hydrochlorofluorocarbones)  
➤ Diminution du PDO vs CFC
- HFC (hydrofluorocarbones)  
➤ 0 PDO et GES élevés
- HFO (hydrofluoroolefin)  
➤ GES bas, A2L, produit des ATF



# Problématique avec les substances chimiques perpétuelles

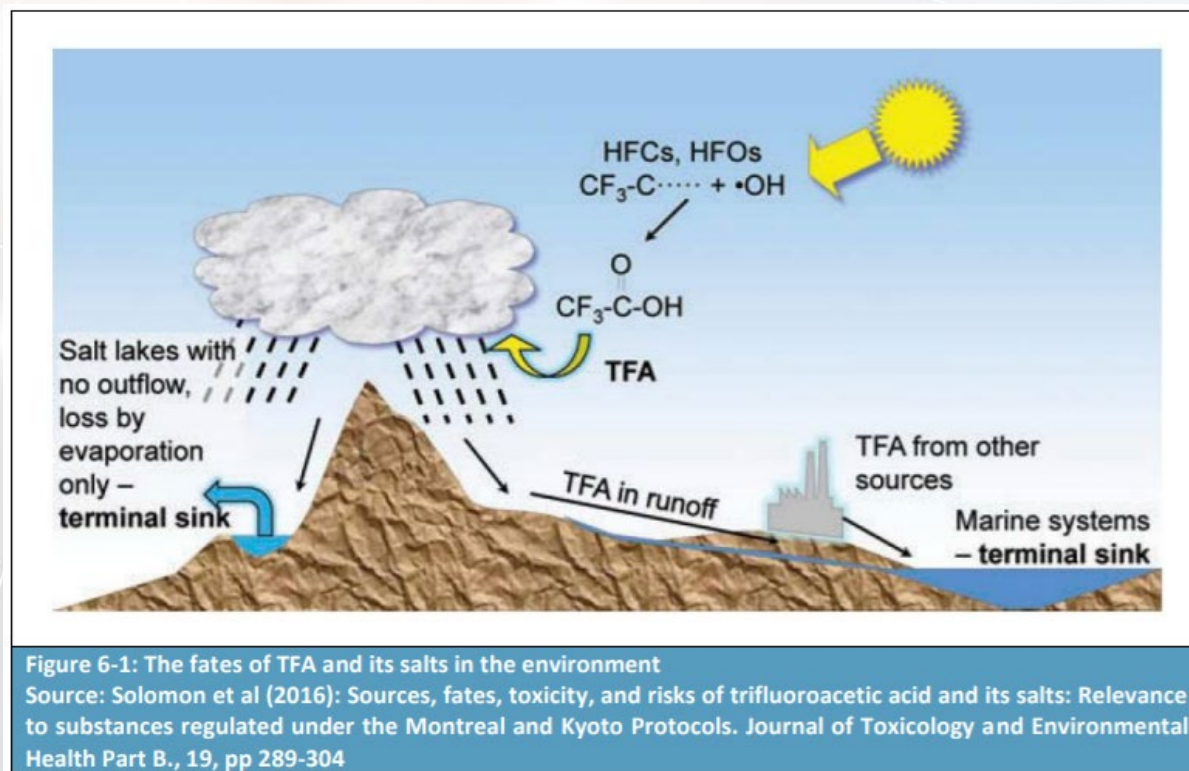


Table 6-3: CLP classification of TFA

Hazard Class and Category Code	Hazard Statement Code	
Trifluoroacetic acid (CAS No. 76-05-1; EC No. 200-929-3)		
Skin Corr. 1A	H314	Causes severe skin burns and eye damage
Acute Tox. 4	H332	Harmful if inhaled
Aquatic Chronic 3	H412	Harmful to aquatic life with long lasting effects
Sodium trifluoroacetate (CAS No. 2923-18-4; EC No. 220-879-6)		
Acute Tox. 2	H300	Fatal if swallowed
Aquatic Acute 1	H400	Very toxic to aquatic life
Aquatic Chronic 1	H410	Very toxic to aquatic life with long lasting effects

Sources: ECHA (2017): Trifluoroacetic acid Classification and Labelling. Available at: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/47316>

ECHA (2017): Sodium trifluoroacetate Classification and Labelling. Available at: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/72268>

# Atteindre Net Zéro pour un bâtiment

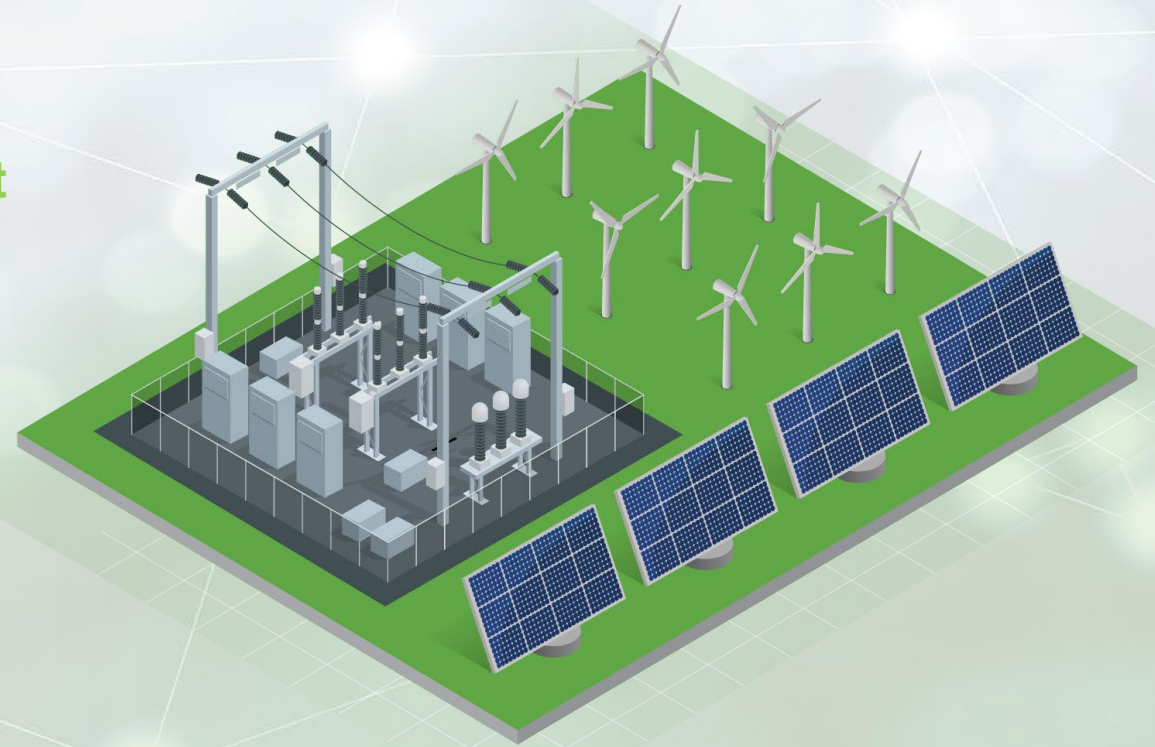


## UTILISATION d'énergies propres

- Source renouvelable
- Utilisation de boucle de district

## Exemples d'énergies renouvelables et propres

- Solaire
- Biogaz
- Biomasse
- Stockage de l'énergie
- Géothermie



# Empreinte environnementale de la production d'électricité



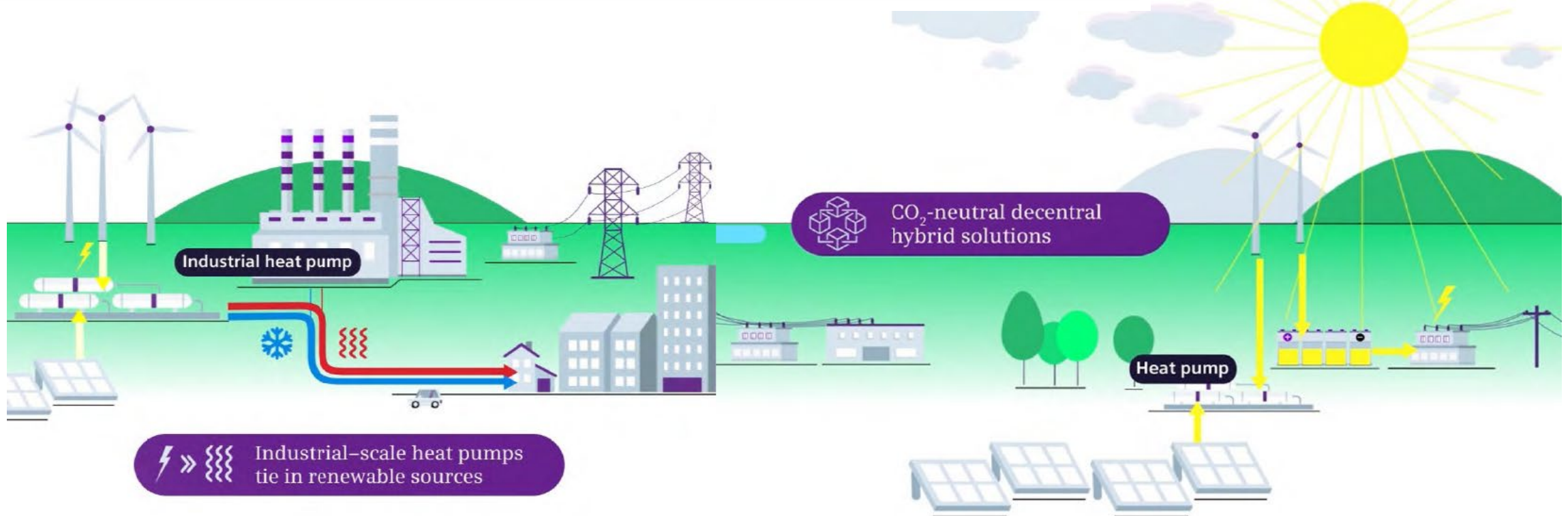
Source: Canada's National GHG Inventory Report 2019



# Carboneutre / réduction des GES = Électrification

		2020	2021	2022	2024	2026	2028	2030
Carbon Tax	\$/tonne	30	40	50	80	110	140	170
Fuel Charge Rates								
Natural Gas	\$/m3	0.06	0.08	0.10	0.16	0.22	0.27	0.33
	\$/GJ	1.58	2.10	2.63	4.21	5.79	7.37	8.94

0,0019260 Mtco2/m3 NG



# Atteindre Net Zero pour une installation réfrigérée



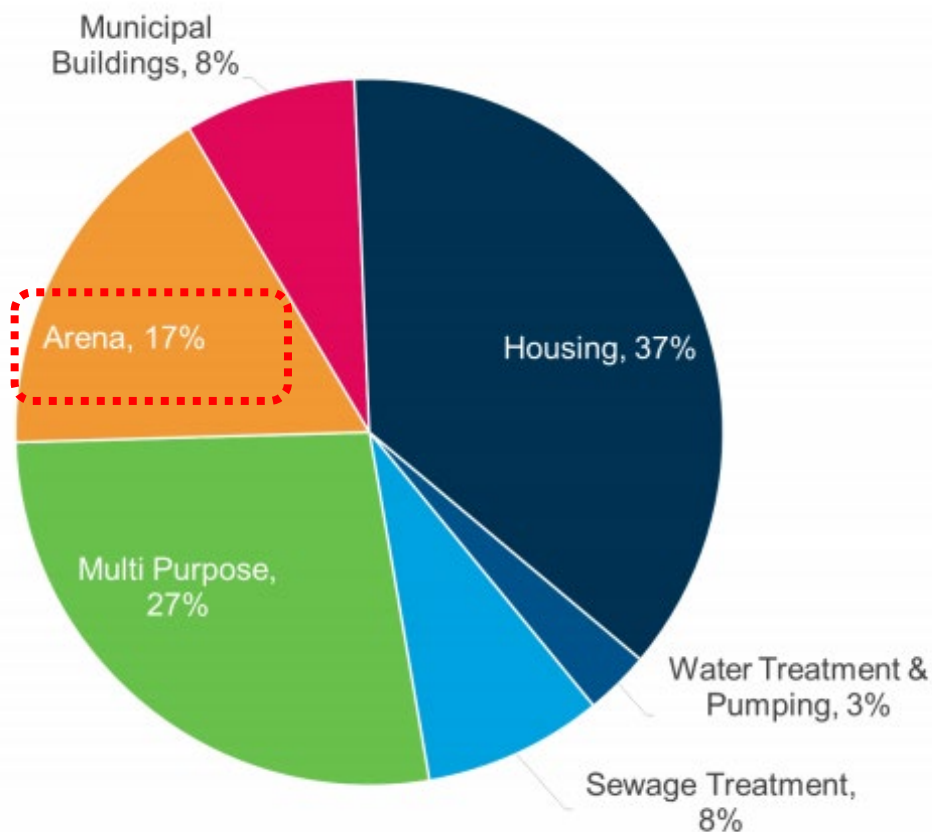
## Optimisation de la consommation énergétique

### Exemples d'optimisations

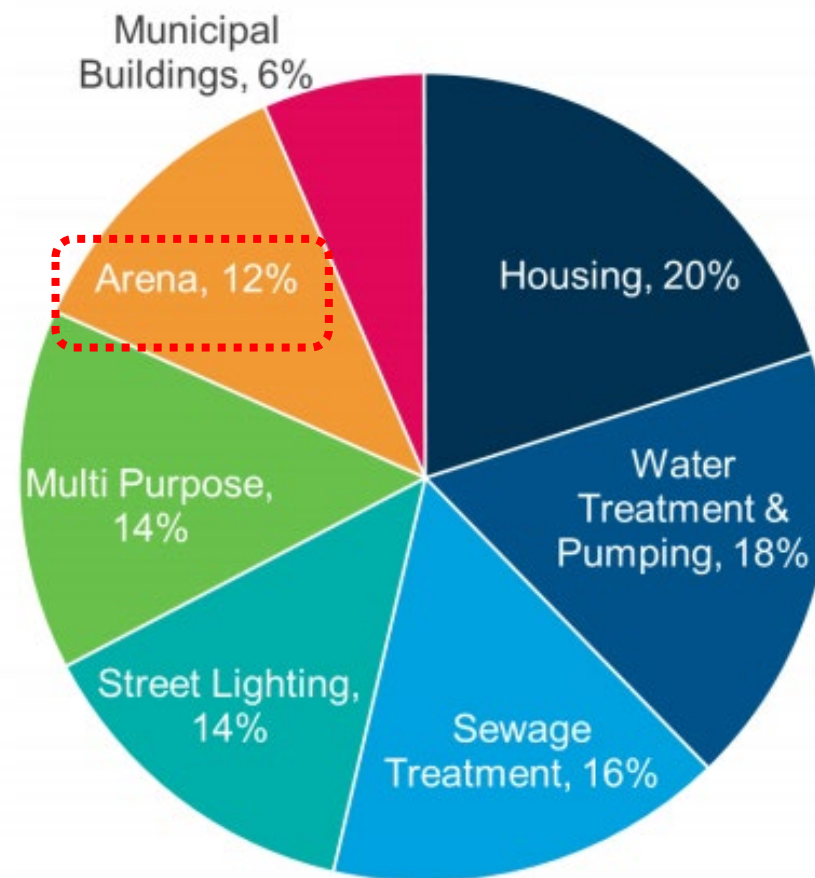
- Charge du bâtiment
- Contrôle du bâtiment
- Récupération de chaleur
- Air climatisé
- Chauffage
- Ventilation
- Déshumidification
- Enveloppe
- Éclairage
- Resurfaçage
- Eau domestique



# Répartition de l'énergie dans les bâtiments municipaux



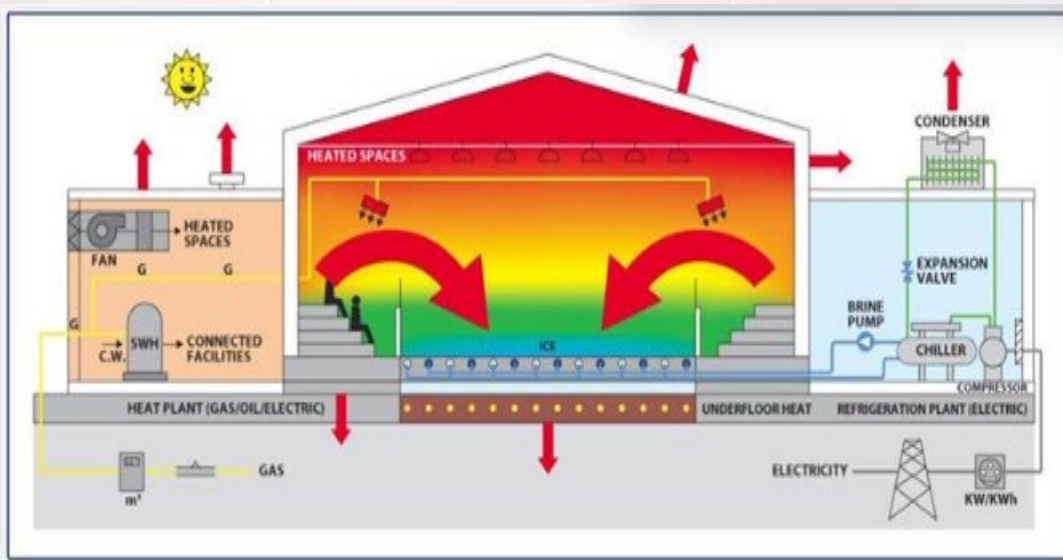
Gaz naturel



Électricité

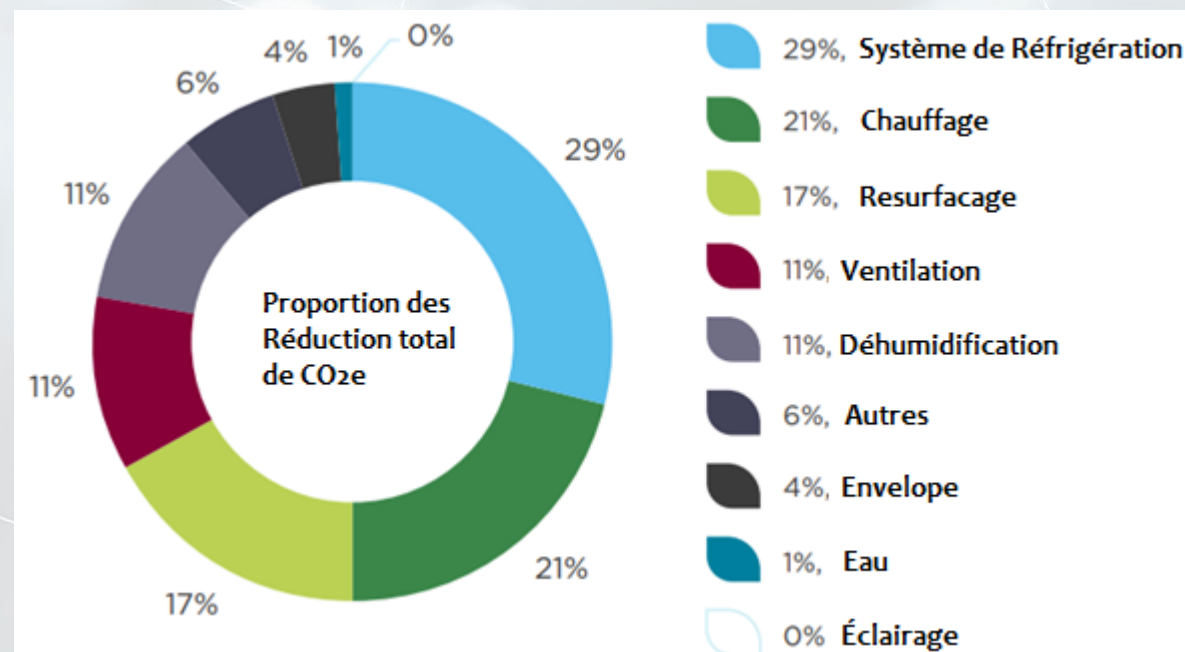
# Répartition de l'énergie dans les bâtiments municipaux

Combustion pour la production d'énergie électrique (émission indirecte)  
± 400 tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>/aréna



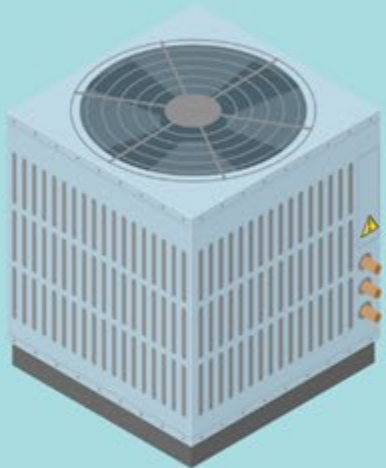
Combustion GES provenant du chauffage au mazout/gaz  
(émission directe) ± 65 tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>/an/aréna

Fuites de réfrigérant  
synthétique (émission  
directe)  
± 200 tonnes  
d'équivalent  
CO<sub>2</sub>/an/aréna



# Compartimentation des métiers

AIR CLIMATISÉ



CVAC

CHAUFFAGE



BOUILLLOIRE GAS NATUREL

ARÉNA



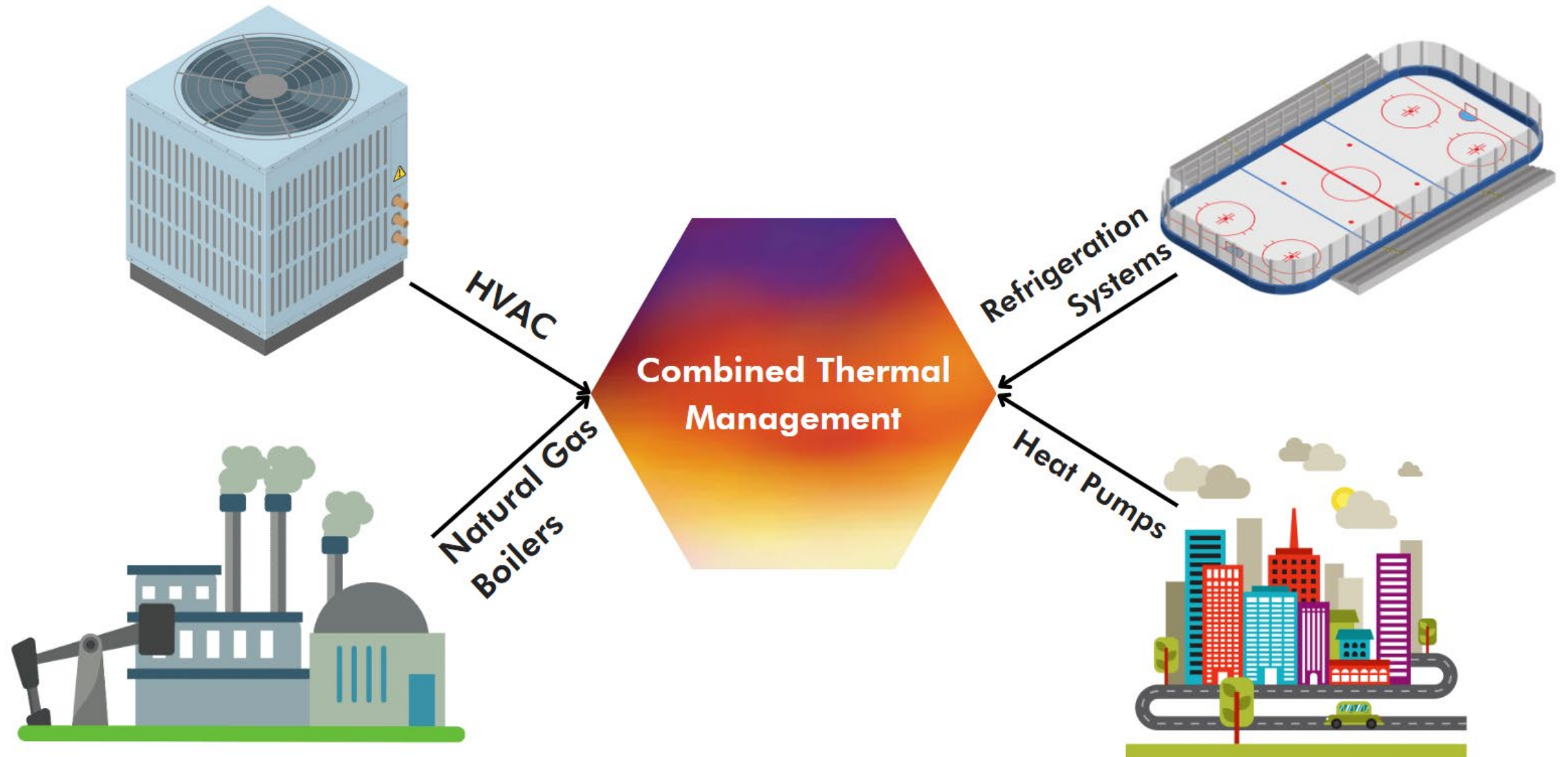
SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION

CHAUFFAGE  
REFROIDISSEMENT  
DISTRICT



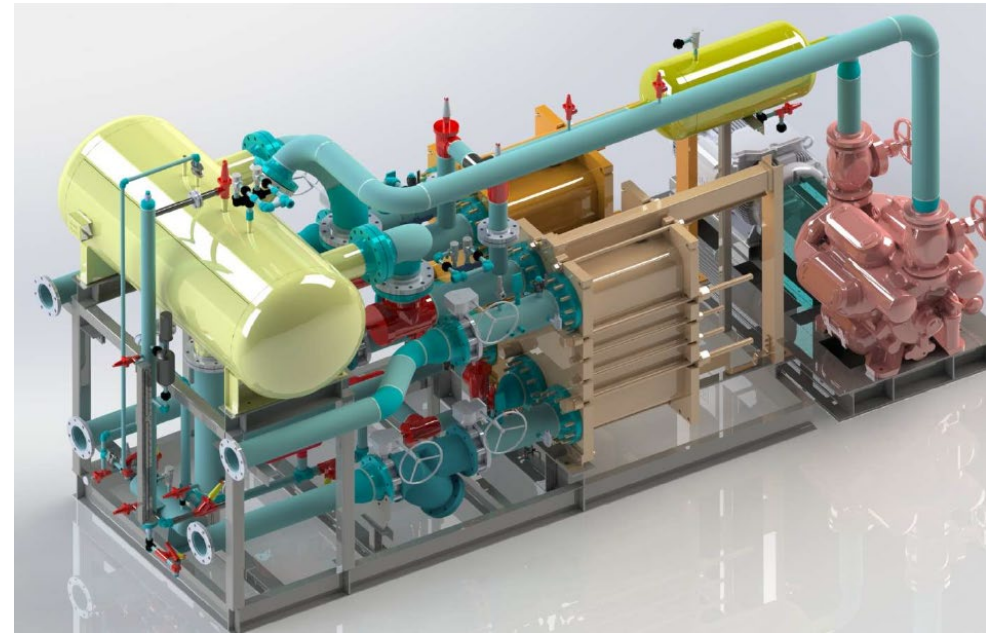
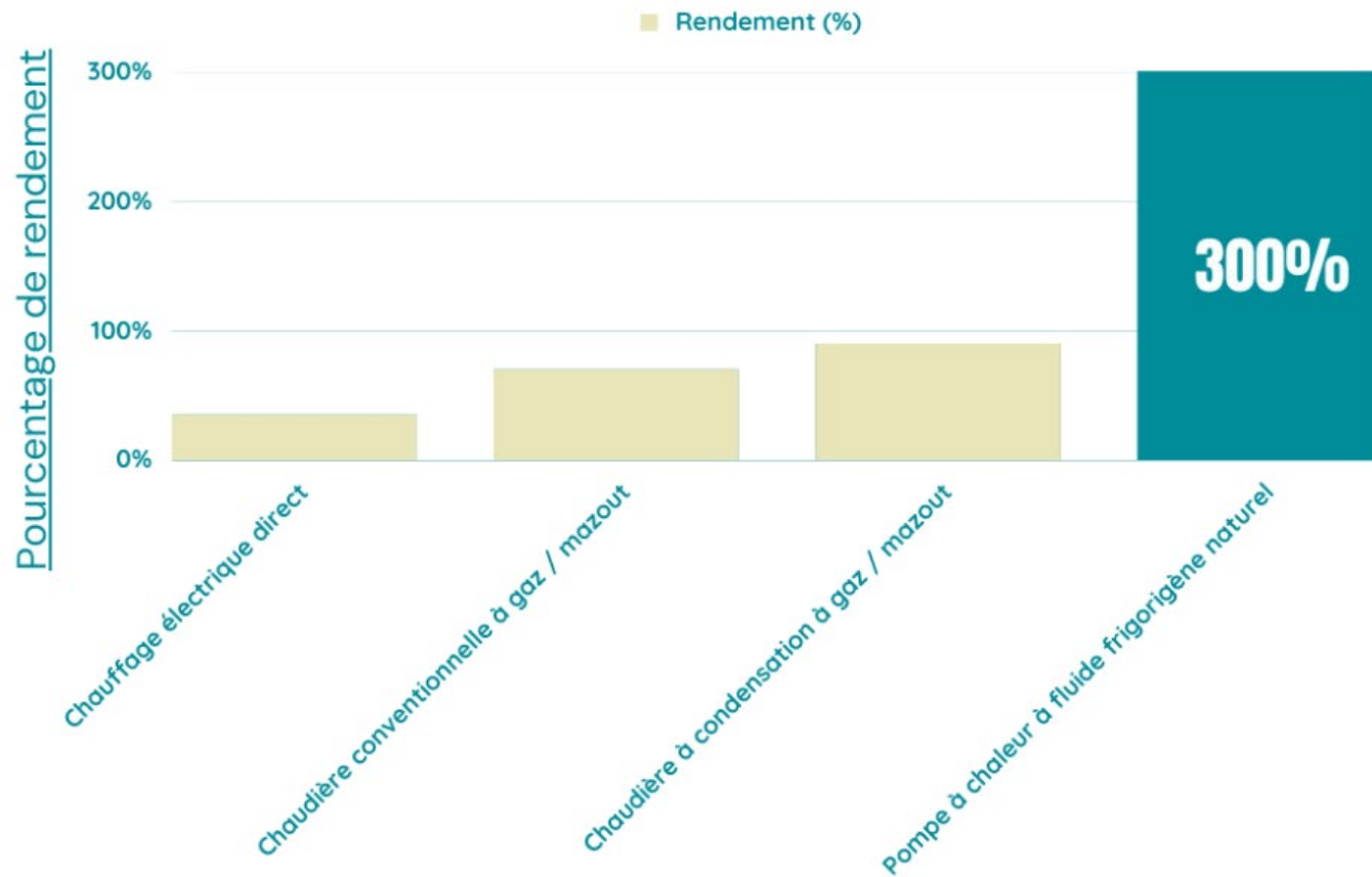
THERMOPOMPE

# Approche globale et synergie pour décarboner

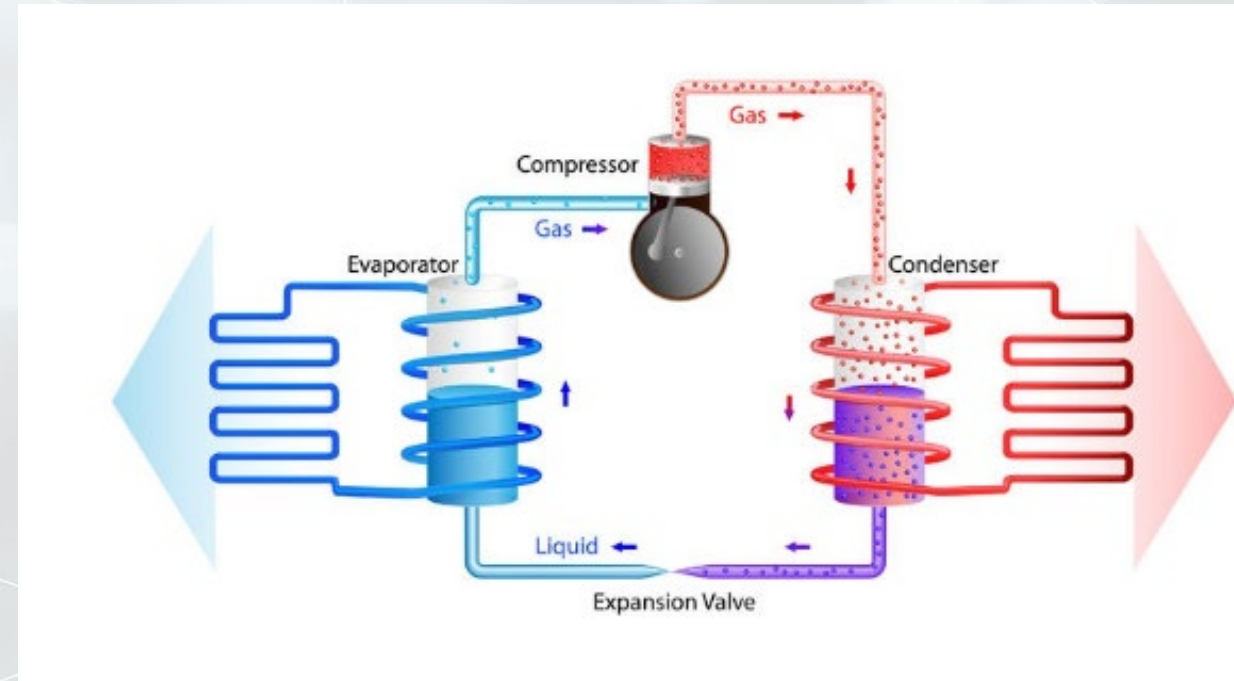
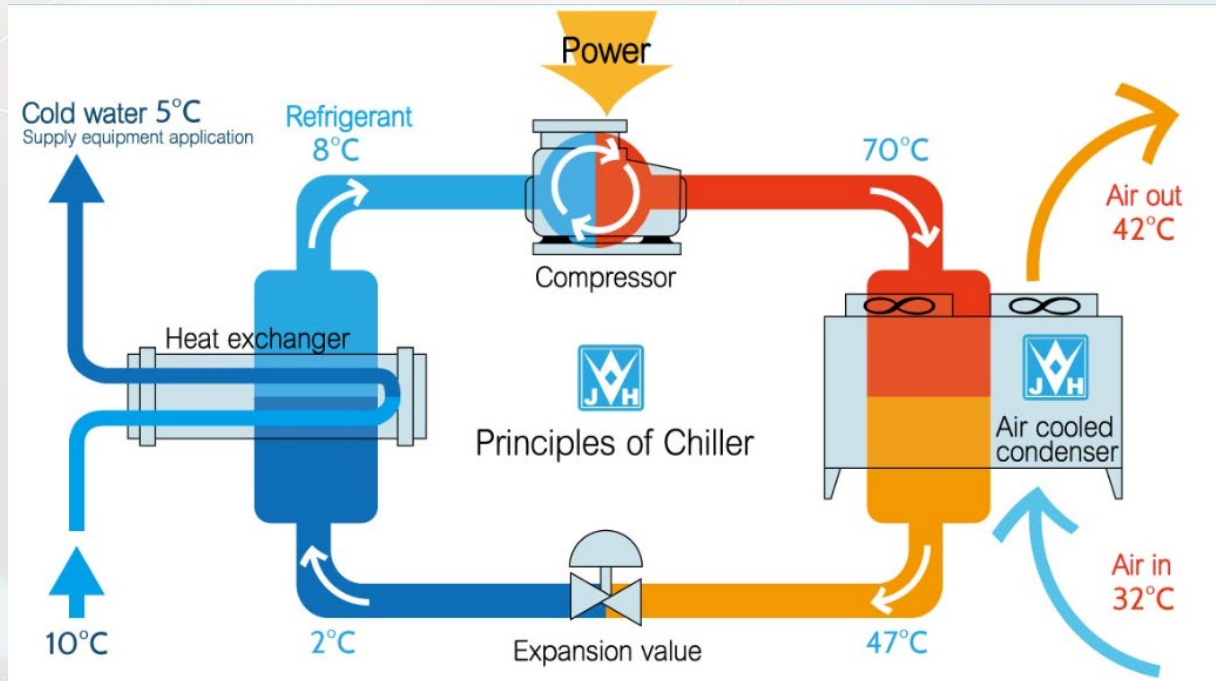


# Une solution : thermopompes économie/performance

## Comparaison avec d'autres technologies de chauffage

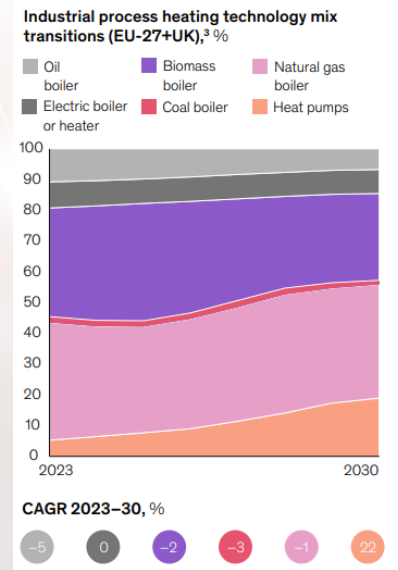


# C'est Notre Quotidien



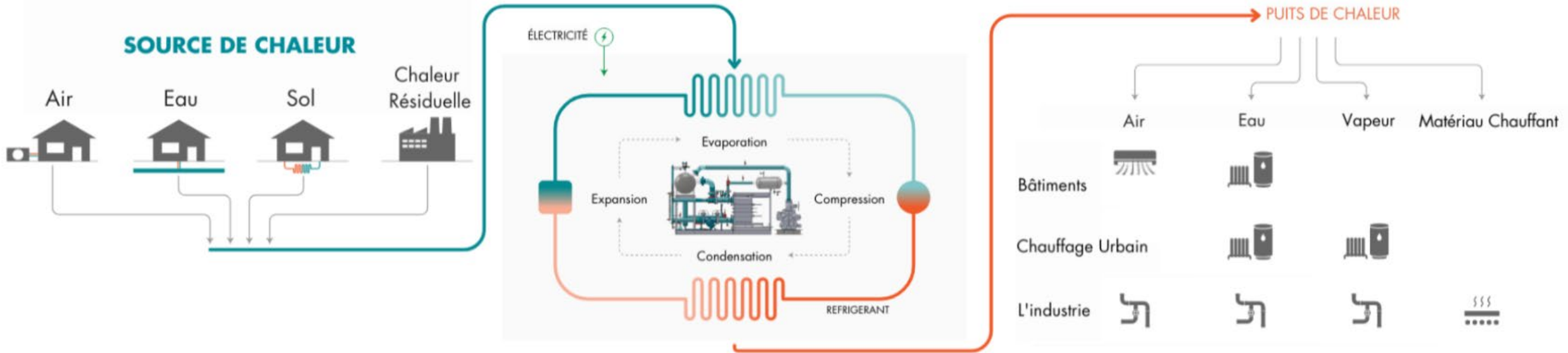
# Popularité des thermopompes et montée en utilisation

McKinsey  
& Company

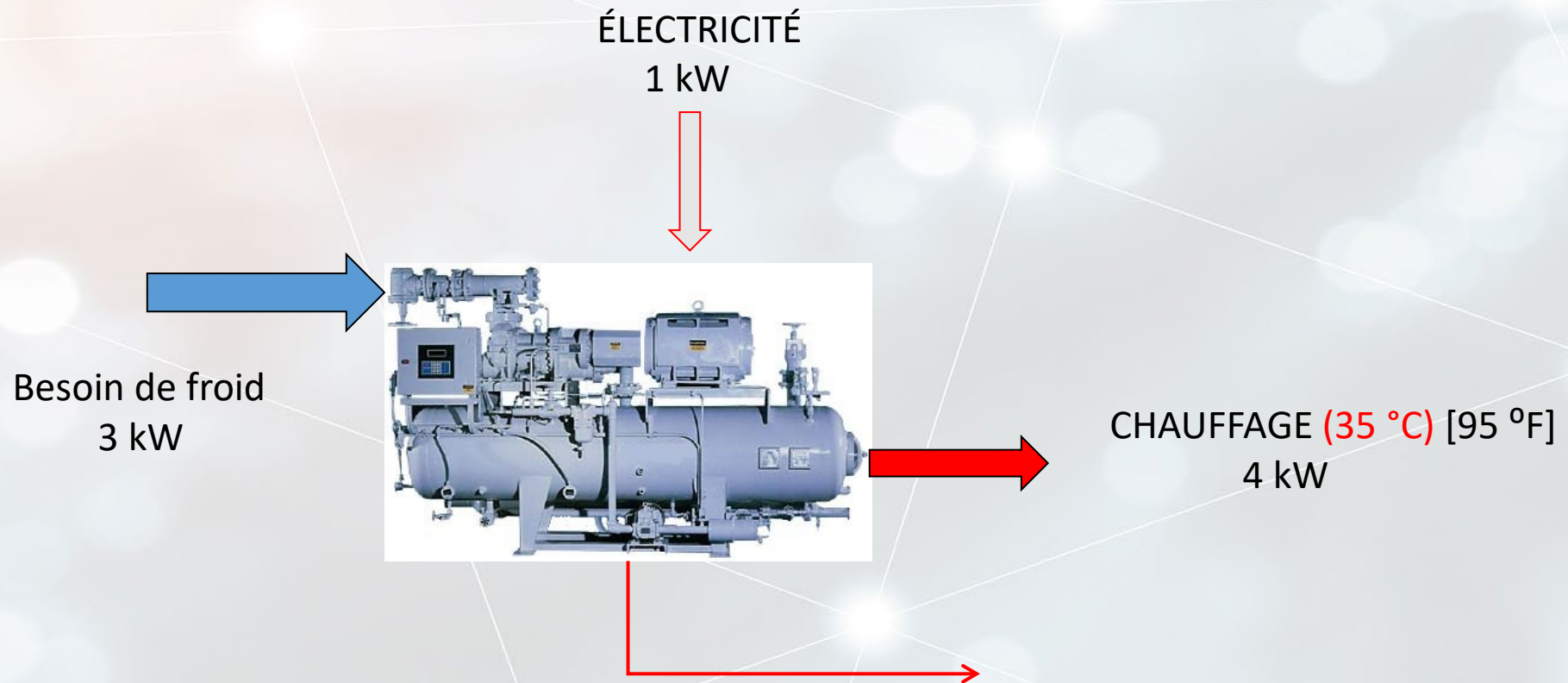


## 5 critères à considérer

- 1- Il n'existe pas de solution universelle pour le chauffage industriel et urbain
- 2- Une pompe à chaleur industrielle performante est plus qu'un simple compresseur
- 3- La course est toujours ouverte entre le naturel et le synthétique
- 4- Le cas d'utilisation le plus attractif combine demande de chauffage et de refroidissement
- 5- OEM, utilisateurs finaux et ingénierie, marchés publics et les entreprises de construction doivent collaborer pour créer les meilleures solutions

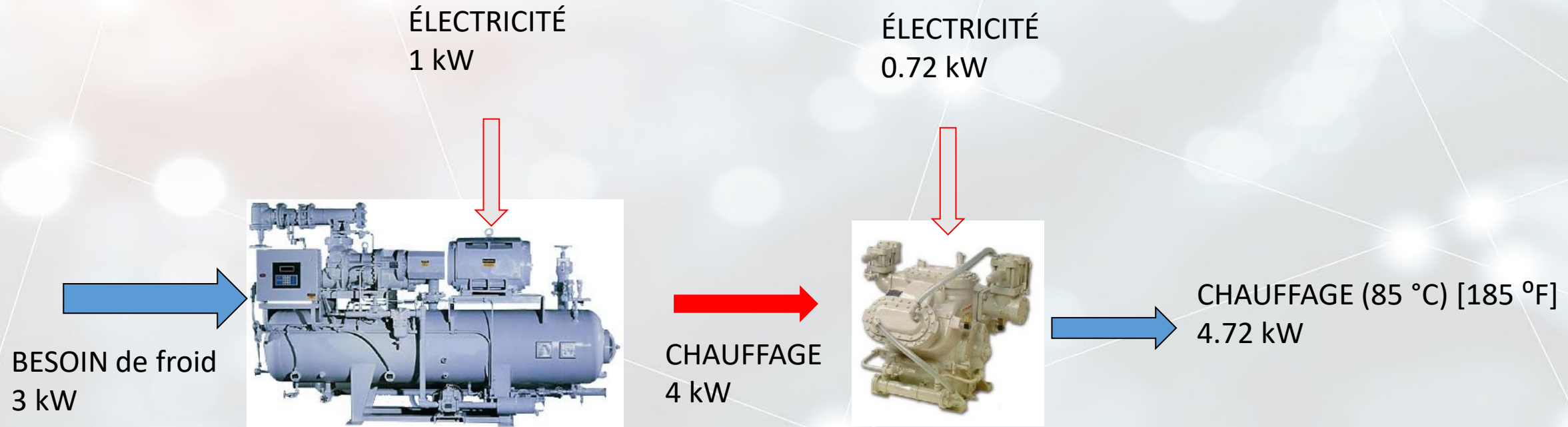


# Récupération de chauffage simple stage



**COP=4 Chauffage**  
**COP=3 Refroidissement**

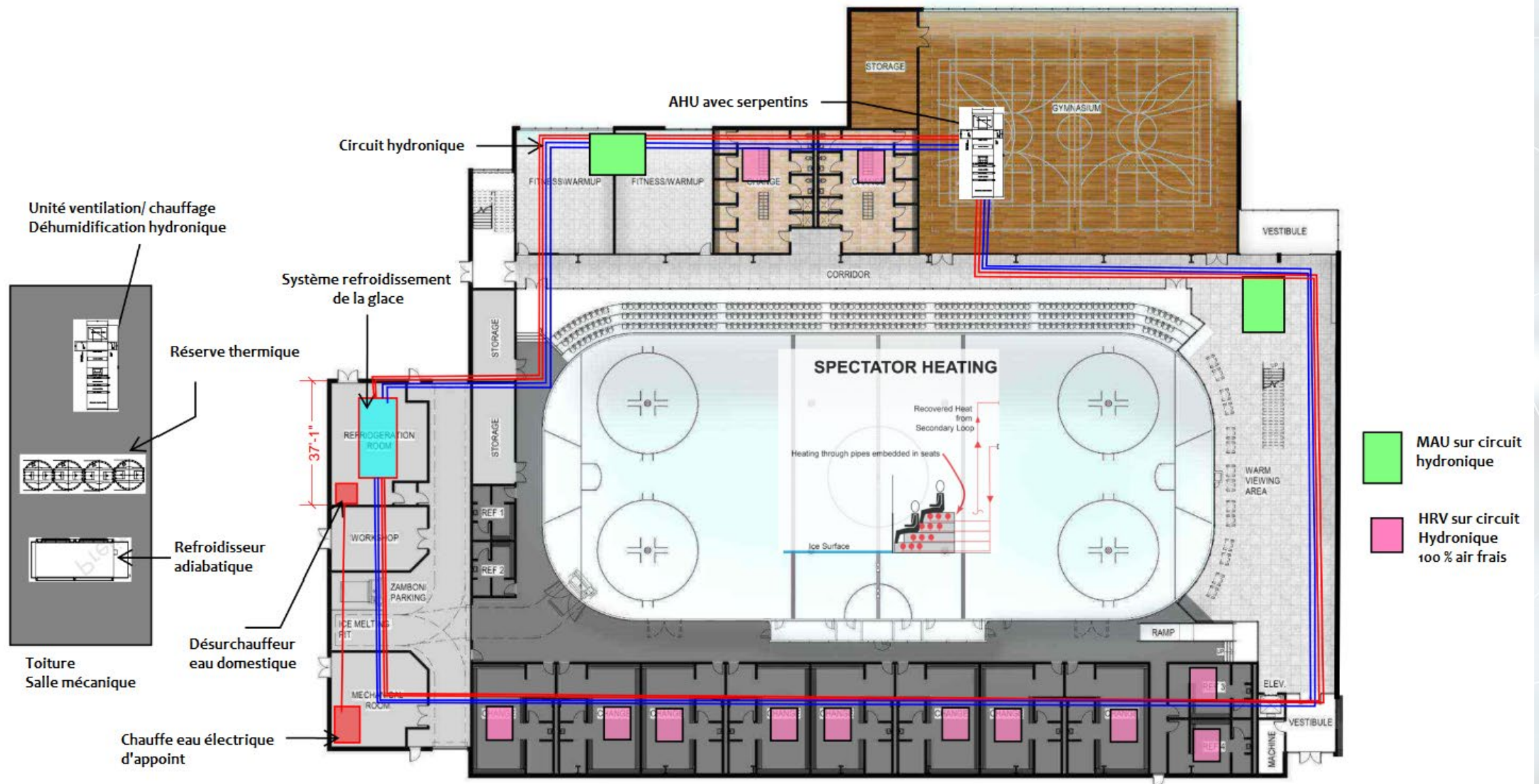
# Récupération de chauffage deux stages



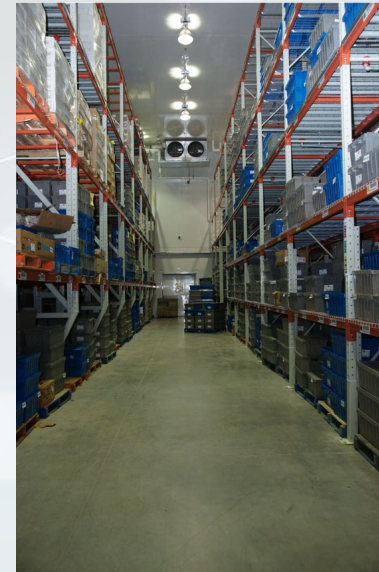
**REFROIDISSEMENT**  
**COP = 3.0**

**Thermopompe chauffage COP=6.25**  
**Compresseurs système COP = 4.36**

# Exemple conceptuel d'intégration du chauffage et de la climatisation pour un aréna



# Procédé Alimentaire Totalement Intégré



# Thermopompes pour procédé industriel et industrie alimentaire



Industrie	Application	Température d'eau requise	Duration
Bœuf	Sanitation/Lavage	150°F	Intermittent
Embouteillage	Chauffage bouteille	145°F	Continue
Laiterie	Pasteurization	190°F	Intermittent
Laiterie	Sanitation/Lavage	155°F	Intermittent
Général	Préchauffage bouilloire	175°F	Continue
Porc	Sanitation/Lavage	150°F	Intermittent
Volailles	Sanitation/Lavage	160°F	Intermittent
Volailles	Nettoyage/déplumage	140°F	Continue
Fruit de Mer	Chauffage d'huile de cuisson	150°F	Continue
Fruit de Mer	Sanitation/Lavage	160°F	Intermittent

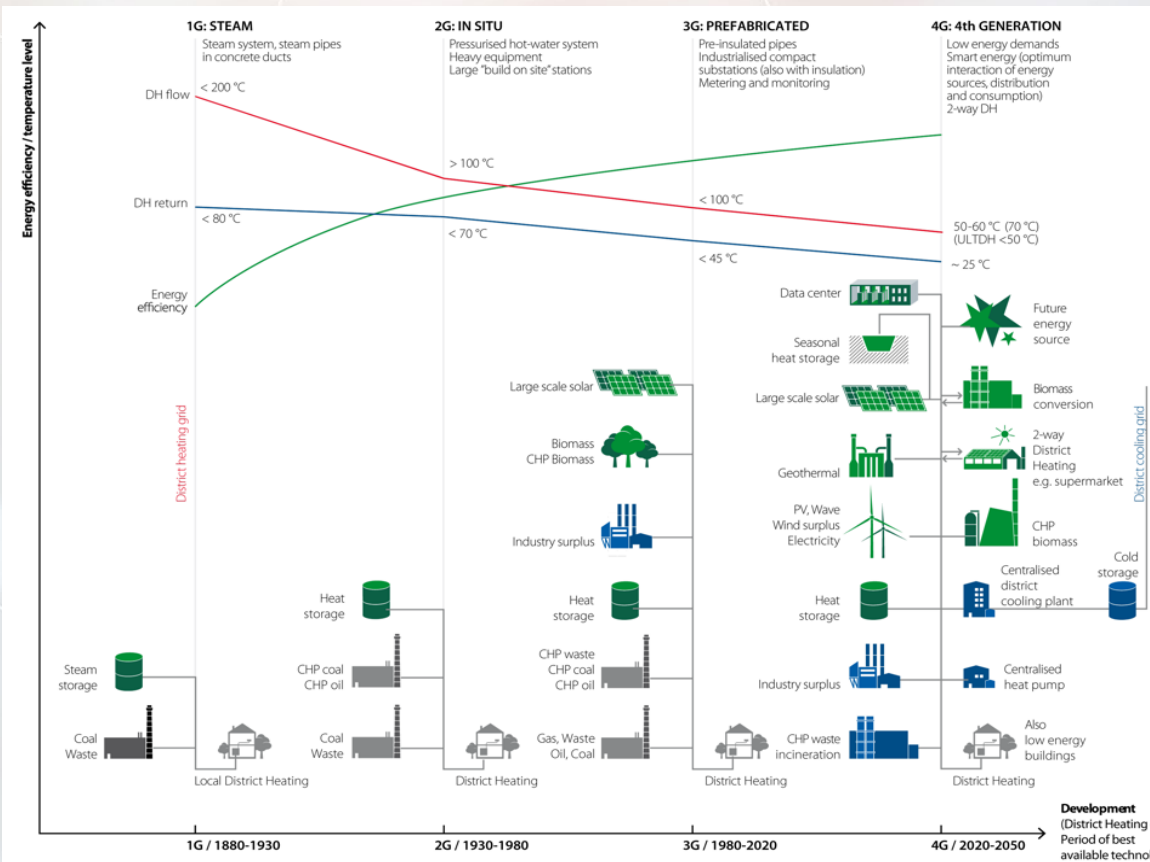
# Chauffage et refroidissement urbains

Les responsables municipaux du monde entier s'intéressent de plus en plus à la production locale d'énergie comme moyen de résoudre les problèmes économiques, sociaux et écologiques croissants qu'ils rencontrent. L'énergie urbaine est une méthode éprouvée pour répondre à cette demande.



# Chauffage et refroidissement urbains

Le concept du refroidissement communautaire consiste à regrouper la demande de refroidissement d'une collectivité en un seul endroit, créant ainsi une sorte de centre de refroidissement. Dans le but de tirer avantage du refroidissement communautaire dans la lutte contre le réchauffement climatique, nous devons tous nous liquer.

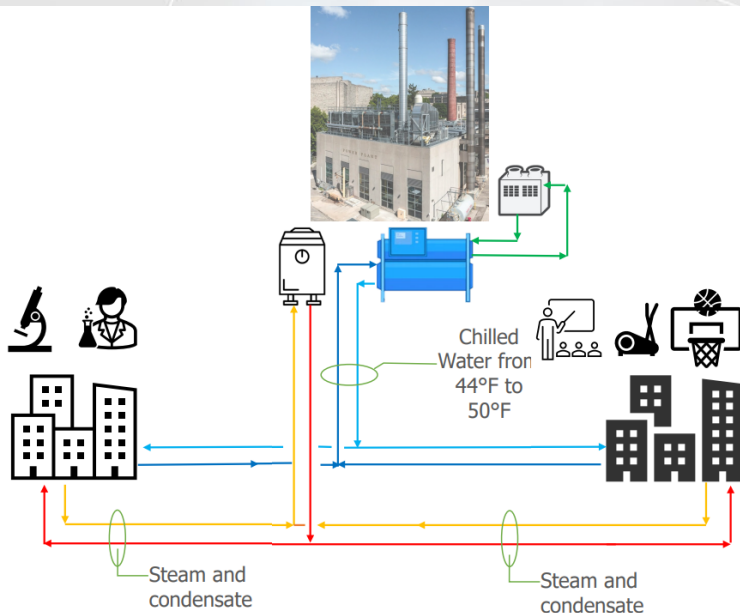
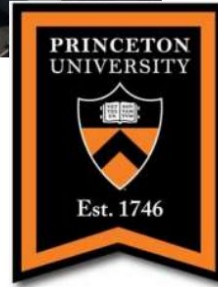


# Exemple : Université de Princeton

## PRINCETON UNIVERSITY OVERVIEW

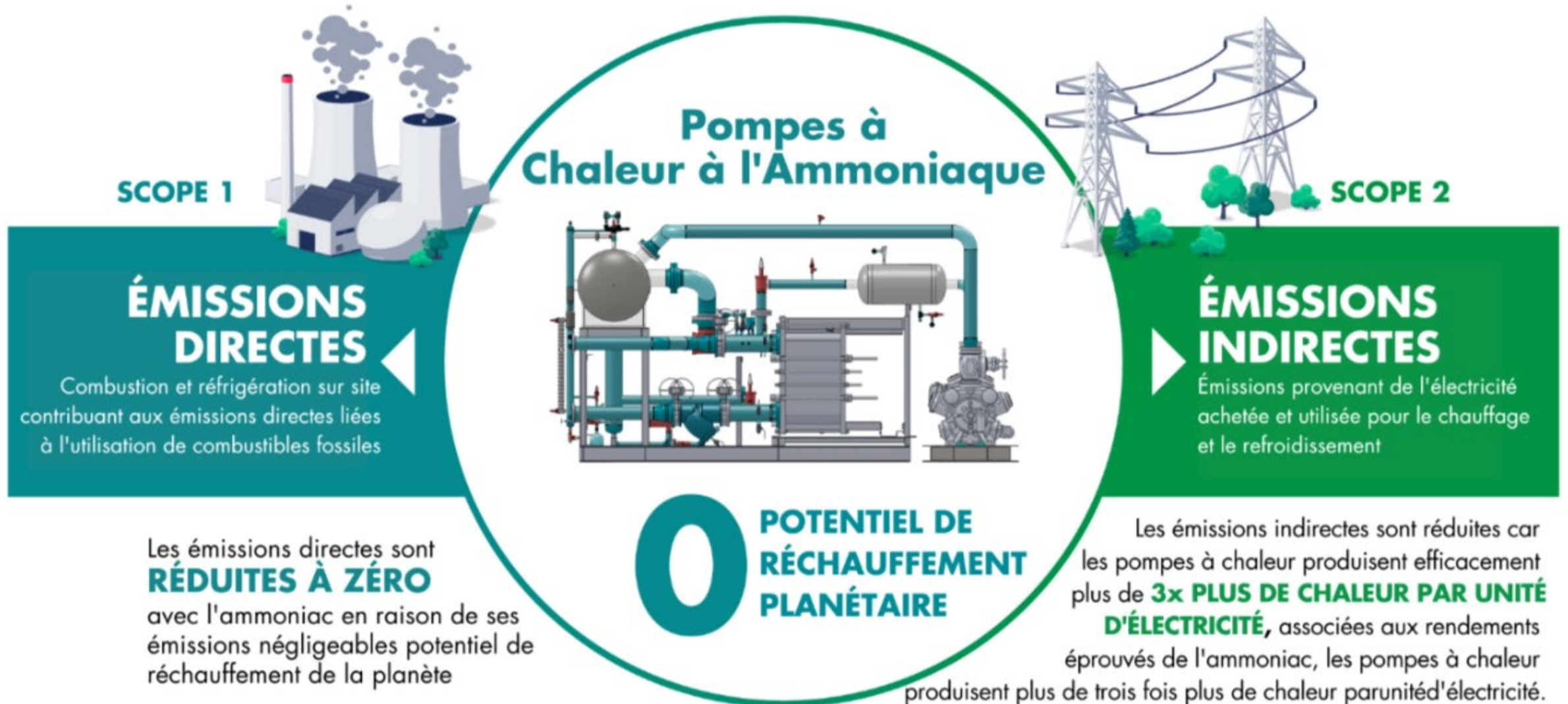
### Utility System Key Attributes

- Chilled Water – 20,000 Tons
- Steam – 300,000 PPH
- Power Generation (CHP) – 15 MW
- Power Generation (Solar) – 4.5 MW (AC)
- Chilled Water TES – 40,000 Ton-Hours
- Chilled Water and Steam Piping – 70,000 LF

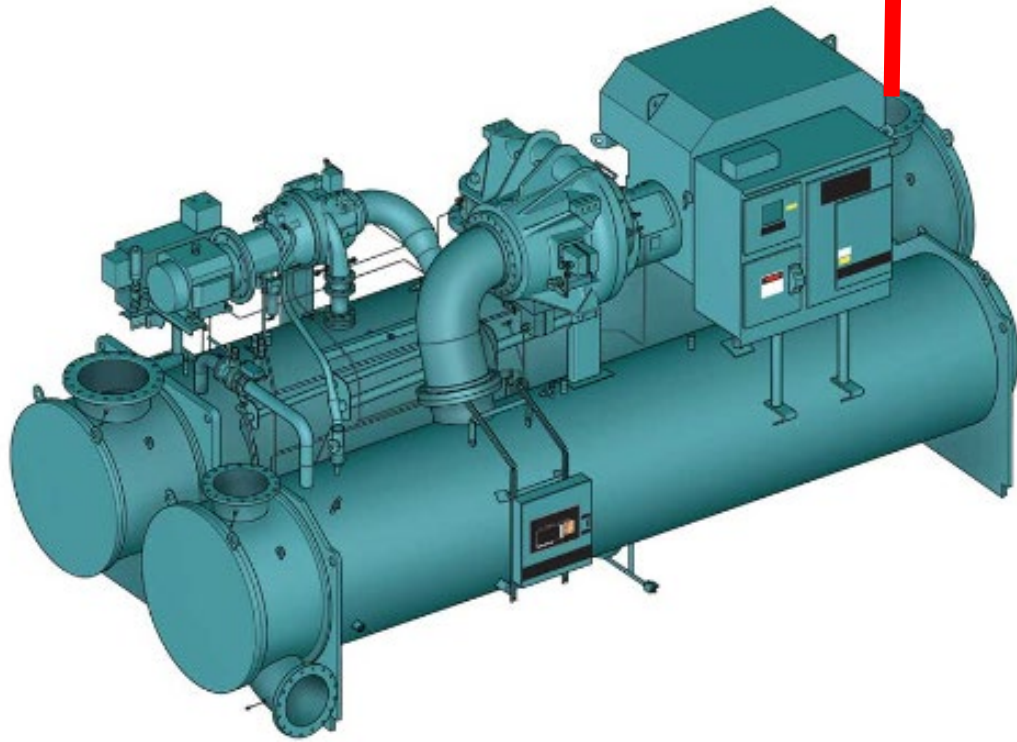


# Solution avec réfrigérant naturel pour réduire les émissions

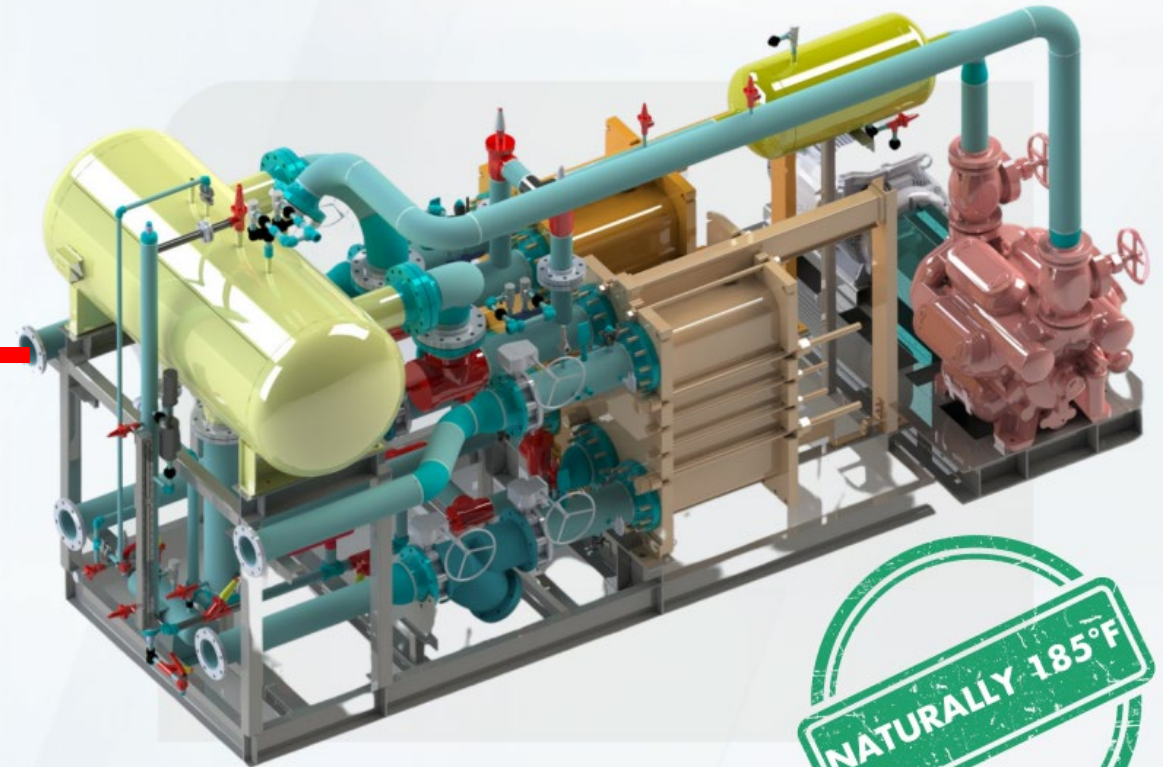
## Parties 1 et 2



# Extension aux installations existantes 3-4 génération



  
Dewan Cooling  
Water and Chiller Co., Ltd.



# Génération de vapeur par thermopompes

1er Stage Ammoniac



$\eta_{\text{isentropic}} = 74\%$

2 ieme Stage Ammoniac

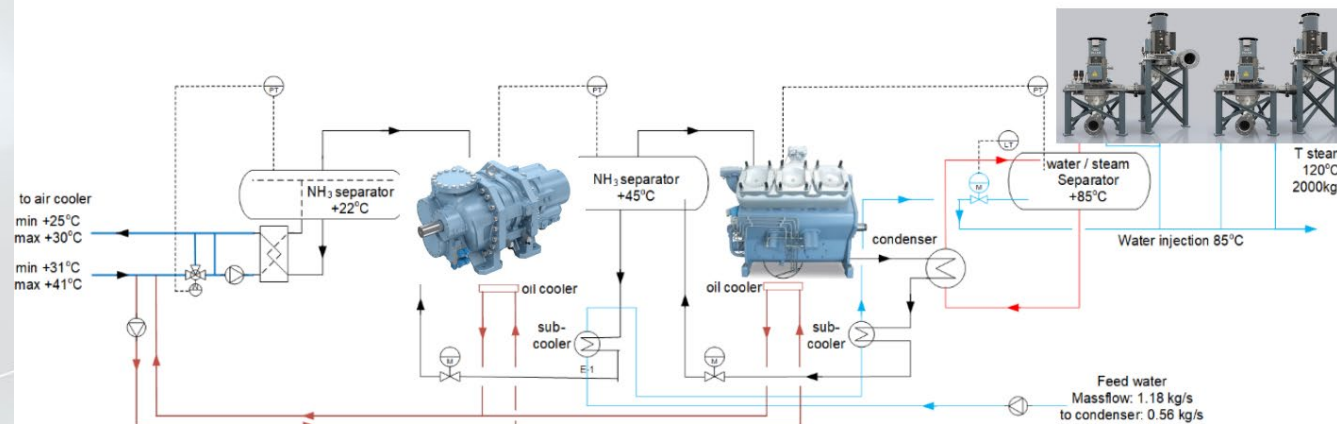


$\eta_{\text{isentropic}} = 88\%$

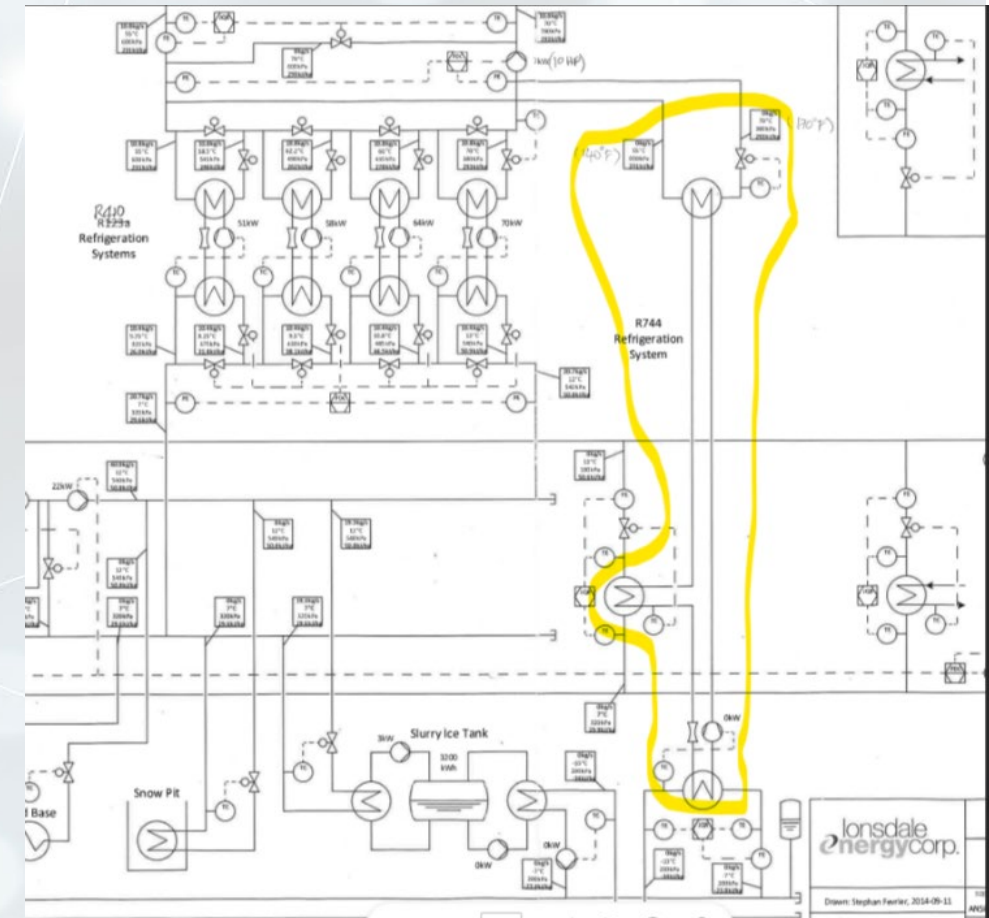
3ieme au 6 ieme stages Eau



$\eta_{\text{isentropic}} = 80\%$



# Patinoire de Shipyard Commons, à Vancouver





# CRU 4<sup>e</sup> génération Toronto



# CRU 5<sup>e</sup> génération Edmonton



- Système de partage d'énergie de quartier, Blatchford, Edmonton
- Objectif : une communauté **100 % renouvelable, neutre en carbone**, qui met l'accent sur la **conservation de l'énergie et l'efficacité énergétique**
- Système : pompe à chaleur CIMCO
- **Moins de 75 % d'émissions de gaz à effet de serre** par rapport à une communauté résidentielle standard



# 5<sup>e</sup> génération Blatchford



- Fonctionne tout au long de l'année
- Réversible : fournit du glycol froid en été et du glycol chaud en hiver
- Chauffage : 1070 KW ou 4 Giga Joules de chaleur
- Refroidissement : jusqu'à 3120 MBH
- Chaque bâtiment est équipé d'une station de transfert d'énergie basée sur une pompe à chaleur
- Optimise l'extraction et l'utilisation de l'énergie thermique du DESS
- Assure la continuité du chauffage, du refroidissement et de l'approvisionnement en eau chaude
- Utilise une source de chaleur géothermique et le réfrigérant ammoniac (petite quantité)
- Coefficient de performance élevé (>10)
- Respectueux de l'environnement tout en offrant des performances exceptionnelles

# Sources possibles de froid

High efficiency

Lower efficiency

## COMBINED HEATING COOLING

(Data centres, dairies, food process etc.)

- + Temperature: 5°F – 77°F
- + High COP
- + Constant source
- + 40 years life

## SEWAGE WATER

- + Temperature: 50°F – 77°F
- + Small risk of freezing
- Variable source (sewage buffer needed)
- + 40 years life

## AIR SOURCE

- + Temperature: 5°F – 95°F
- + Constant source
- Large seasonal variations
- Low COP
- 10 – 15 years life

## WASTE WATER/GEOTHERMAL WATER/ FLUE GAS CONDENSATION

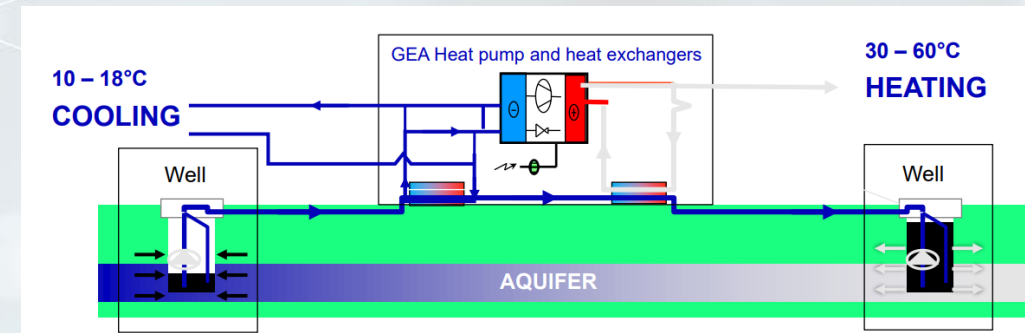
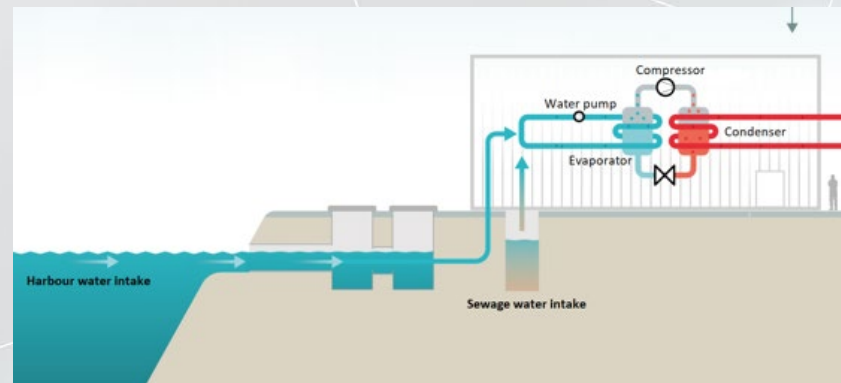
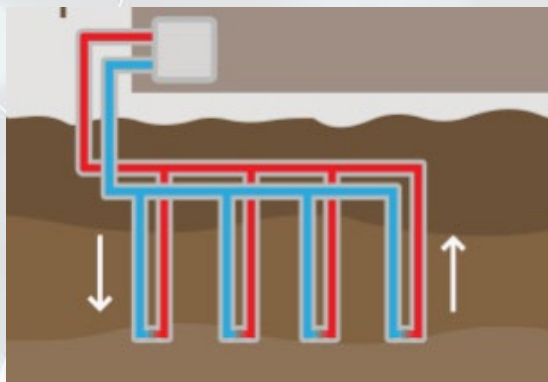
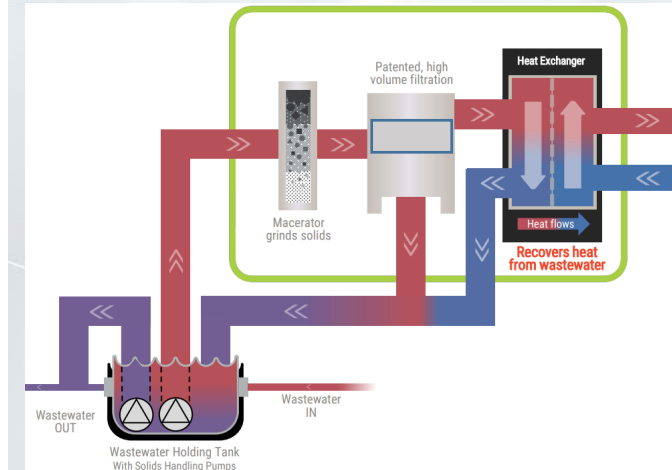
- + Temperature: 77°F – 140°F
- + High COP
- + Constant source
- + 40 years life

## GROUNDWATER OR MINE WATER

- + Temperature: 46°F – 59°F
- + Constant source
- + No risk of freezing
- + 40 years life

## SEAWATER/RIVER/LAKE WATER

- + Temperature: 32°F – 77°F
- + Constant source
- Risk of freezing
- + 40 years life



# Sources possibles de froid

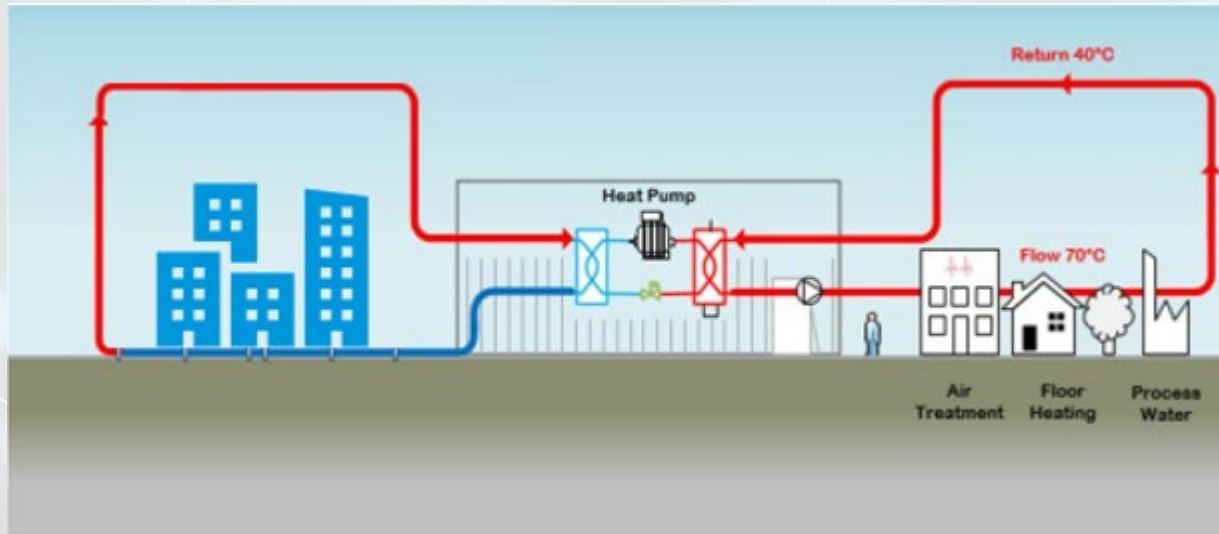


Air Outlet		Hot Side Fluid Outlet		Total Motor kW	Total Heating kW	System Heating COP
(F)	(C)	(F)	(C)			
-40	-40.0	78	172.4	748.81	1,436	1.91756

# Entreposage thermique



# Chauffage et climatisation combinés



# Dynamique globale

## L'ÉCOSYSTÈME DE DÉCARBONISATION

