

AMBIONER

ingénierie durable

Symposium Réseau Énergie et Bâtiments

29 novembre 2023

Les thermopompes air-eau, outils pour
le bâtiment décarboné de demain

Par Jean-François Verret, ing., RCx, CMVP



Réseau Énergie
et Bâtiments



Les thermopompes air-eau (ou aérothermie)

- > Technologies disponibles
- > Plages d'opération
- > Performances
- > Applications
- > Comment mieux intégrer dans un projet
- > Subventions disponibles



Types de thermopompes air-eau

MODÈLES À 2 TUYAUX – REFROIDISSEUR RÉVERSIBLE



- > Refroidisseur en mode climatisation, et thermopompe en saison de chauffage
- > Des thermopompes dédiées au chauffage (non réversibles) existent aussi sur le marché
- > Budget :
 - 650 \$ à 1 200 \$/kW
 - 1 600 \$ à 6 000 \$ / TR nominale de climatisation

Types de thermopompes air-eau

MODÈLES À 4 TUYAUX



- > Permettent de répondre simultanément aux demandes de chauffage et de refroidissement et d'ajouter de la récupération de chaleur
- > Gain d'efficacité par rapport au thermopompage extérieur uniquement
- > Certains fabricants peuvent offrir une option de récupération de désurchauffe (en clim) sur des unités 2 tuyaux
- > Budget :
 - 750 \$ à 1 300 \$/kW
 - 2 900 \$ à 6 500 \$/TR nominale de climatisation

Types de thermopompes air-eau

MODULE HYDRONIQUE VRF

- > Profite des basses températures ambiantes d'opération du VRF
- > Avec la bonne diversité, permet de récupérer de la climatisation
- > Permet de combiner une petite demande hydronique (ECD, plancher radiant, air frais) avec un système VRF
- > Basse ou haute température (compresseur supp.)

THERMOPOMPES AU CO₂

- > Plage d'opération très étendue
- > Haute température mais exige un retour beaucoup plus froid
- > Destinées principalement aux applications d'eau chaude domestique



Réfrigérants et compresseurs utilisés

Réfrigérant	GWP	Classe ASHRAE 34	Température d'alimentation max (est.) [°F/C]
R410A	2088	A1	149 / 65
R134A	1430	A1	160 / 71
R407C	1770	A1	158 / 70
R513A	573	A1	160 / 71
R454B	466	A2L	140 / 60
R32	675	A2L	140 / 55
R454C	148	A2L	158 / 70
R744 / CO ₂	1	A1	180 / 82

COMPRESSEURS

- > Pour la plupart de type à spirale (*scroll*) à vitesse constante ou vitesse variable (*inverter*)
- > Certains modèles sont à piston (réciproque)
- > Les modèles à vis sont peu ou pas présents sur le marché, et aucun centrifuge.

Objectifs de décarbonation et d'économie d'énergie

INSTITUTIONNEL

- > Suivre les mesures d'exemplarité de l'État (Guide des modalités d'application paru Mars 2022)
- > Viser un chauffage provenant d'énergie renouvelable pour 75 à 85% (incluant hydroélectricité) si implanté avant 2030

Le pointes de demande de chauffage par temps froid représentent un défi à la décarbonation avec des thermopompes air-eau. On peut toutefois négocier avec cette contrainte par certains ajouts :

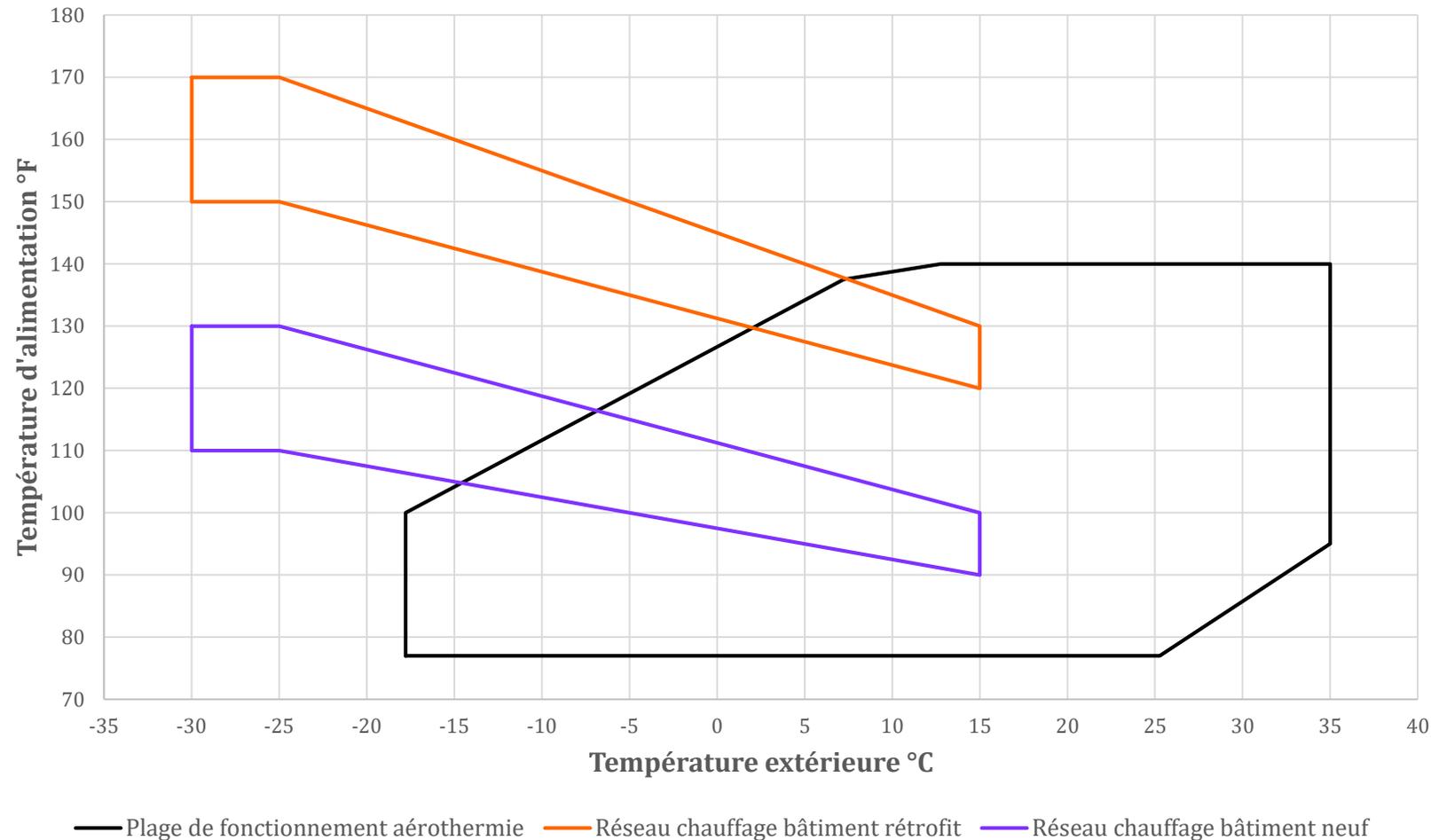
- > Accumulation thermique hors pointe
- > Chaudière au combustible

La combinaison « décarbonation avec thermopompe et gaz naturel » peut se révéler efficace et économiquement intéressante, et un bon moyen de décarboner massivement et rapidement le chauffage des bâtiments.

L'utilisation de gaz naturel renouvelable (GNR) permet de pousser plus loin et décarboner à 100%.

Plages d'opération

TECHNOLOGIE À COMPRESSEUR STANDARD - HEURES DE MONTRÉAL



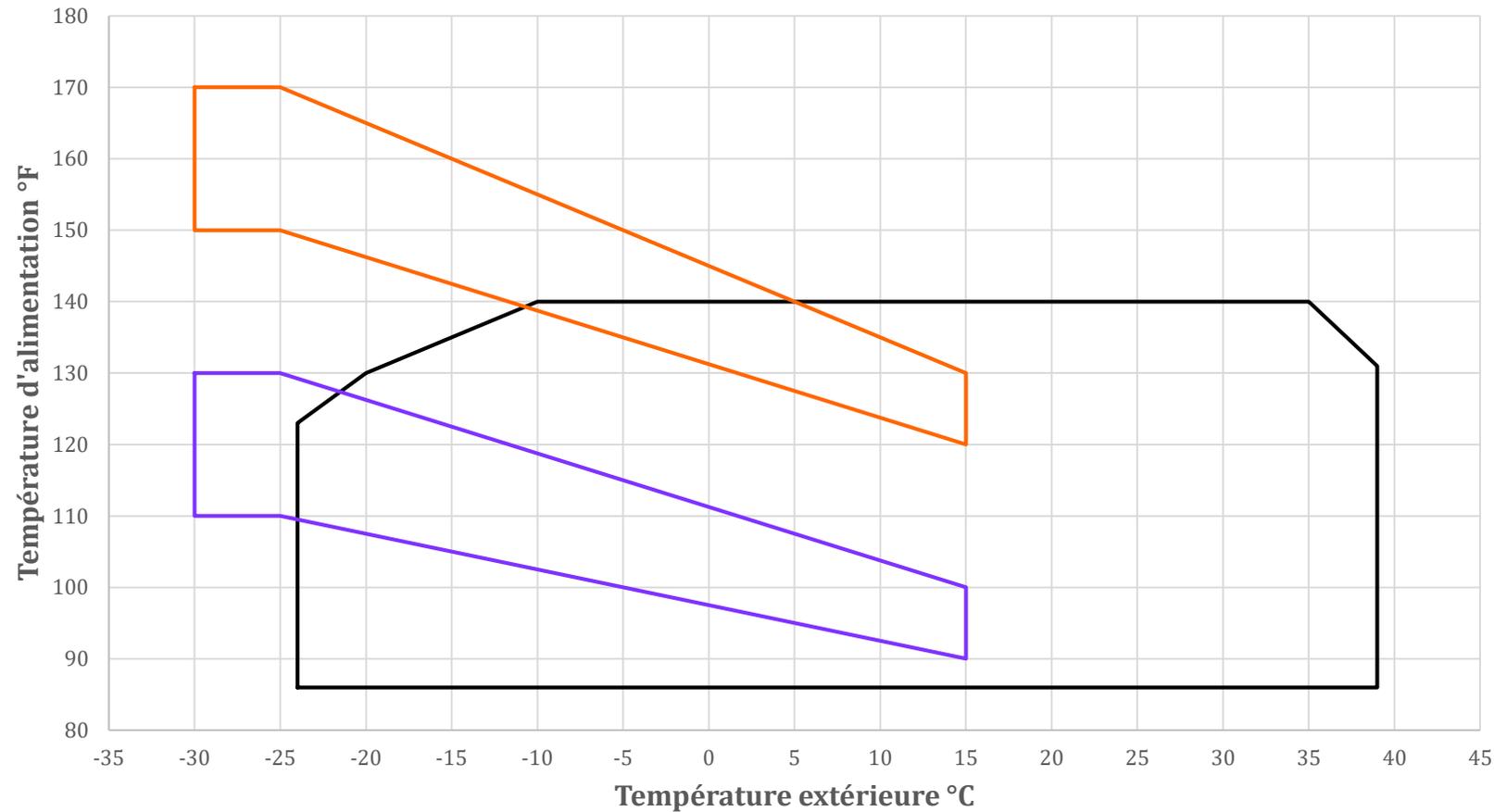
Modèle à 2 tuyaux / R454B

RÉSULTATS

- > Chauffage du réseau HT jusqu'à 3°C ext.
- > Chauffage du réseau BT jusqu'à -12°C ext.

Plages d'opération

TECHNOLOGIE AVEC COMPRESSEUR À VITESSE VARIABLE ET/OU INJECTION DE GAZ CHAUD - HEURES DE MONTRÉAL



Modèle à 2 tuyaux / R454B

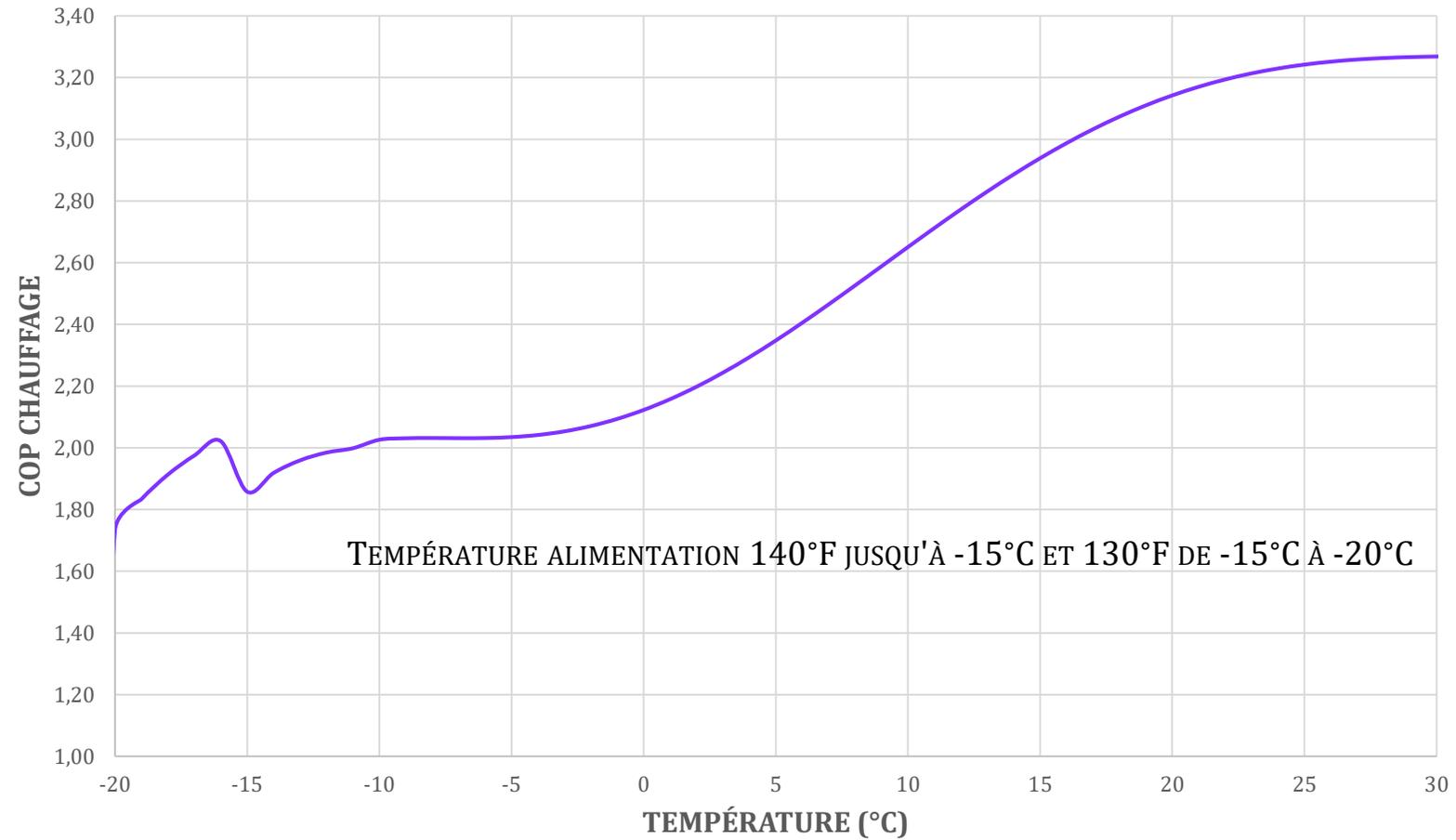
RÉSULTATS

- > Chauffage du réseau HT jusqu'à -10°C ext.
- > Chauffage du réseau BT jusqu'à -22°C ext. (<2% h)

— Plage de fonctionnement aérothermie — Réseau chauffage bâtiment rétrofit — Réseau chauffage bâtiment neuf

Plages d'opération

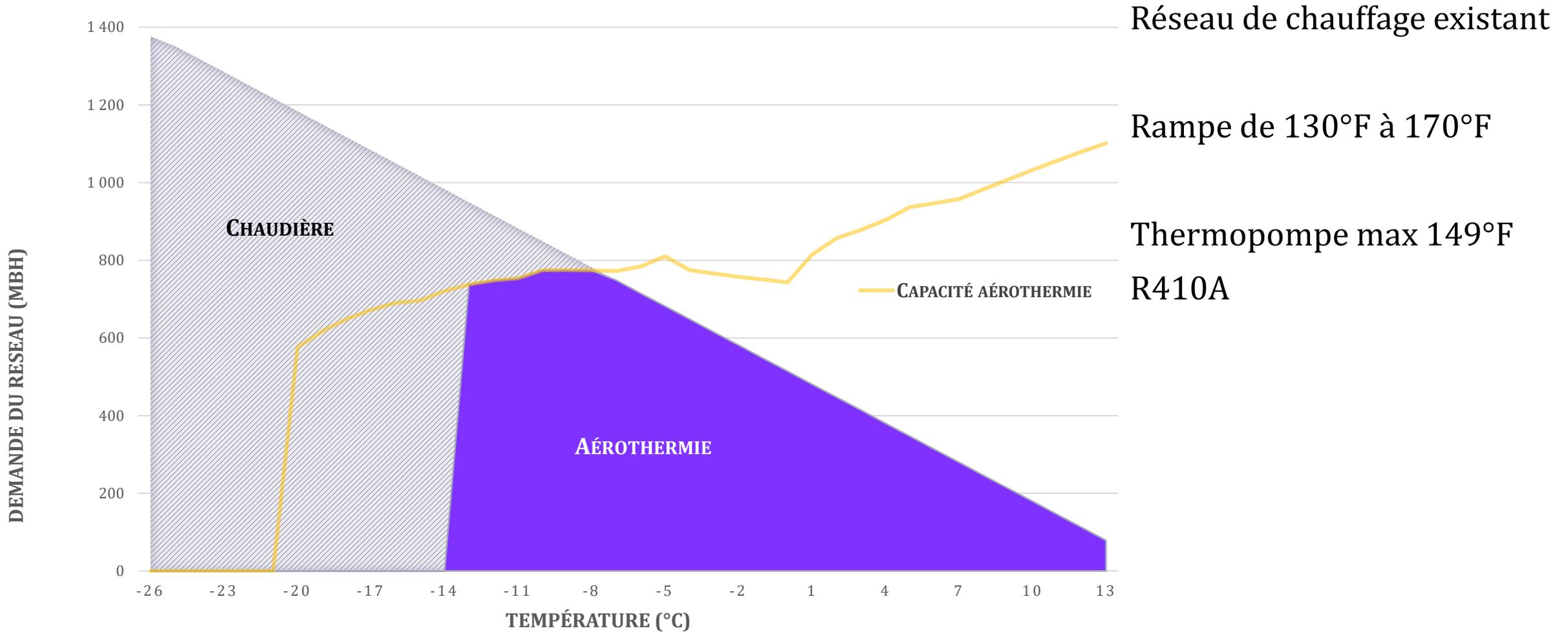
TECHNOLOGIE AVEC COMPRESSEUR CONSTANT ET INJECTION DE GAZ CHAUD



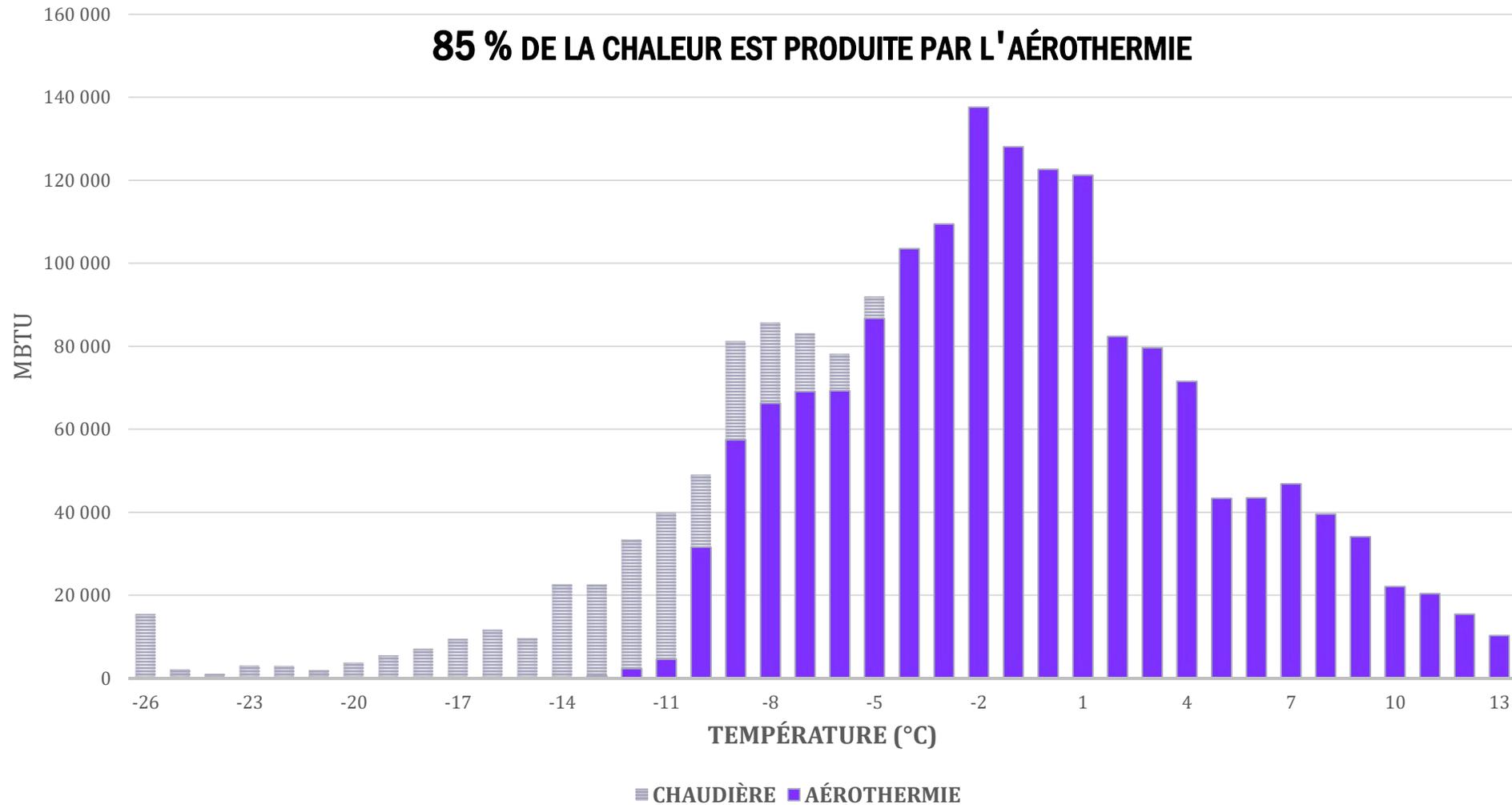
Modèle à 2 tuyaux / R410A

Capacité assurée vs chaudière sur bâtiment typique

DIMENSIONNEMENT À 50% (À -15°C) DE LA CHARGE MAXIMALE



Portion du chauffage assurée sur le bâtiment typique



L'aérothermie en application

CHAUFFAGE DU RÉSEAU DE CHAUFFAGE GLOBAL : PÉRIMÉTRIQUE ET AIR FRAIS

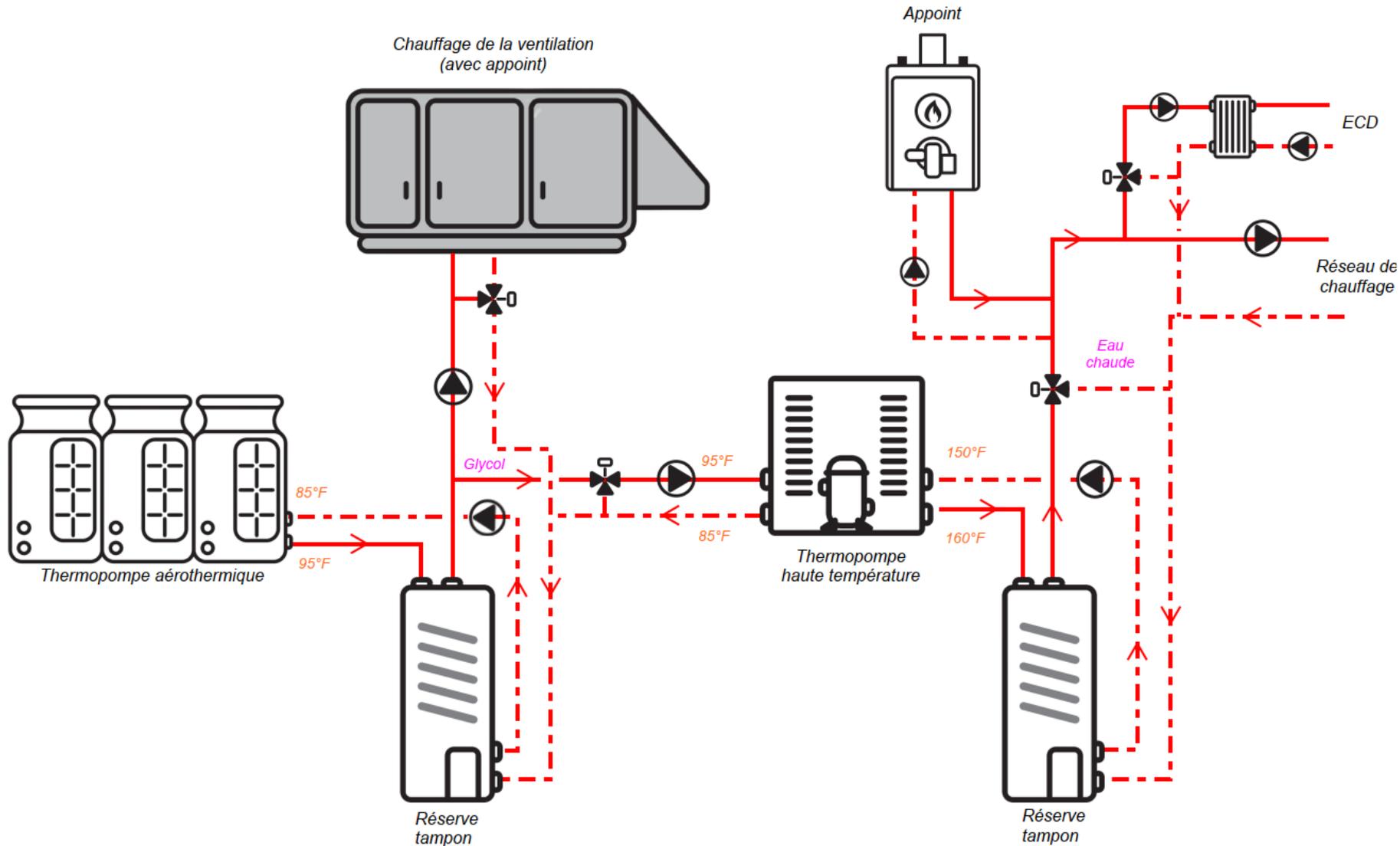
- > Le périmétrique exige typiquement des températures d'alimentation plus élevées
- > Le chauffage de la ventilation peut exiger des températures plus basses
- > Un serpentin est plus facile à remplacer que du périmétrique et moins cher par Btu/h
- > Préchauffage de l'ECD si demande significative, pour refroidir le retour
- > Envisager la possibilité de modifier le réseau pour mettre des réseaux en série et ainsi augmenter le delta T global, ce qui prolongerait les heures de fonctionnement possibles

L'aérothermie en application

EAU CHAUDE DOMESTIQUE

- > Application moins courante; intéressante si grand besoin d'eau chaude domestique
- > Complexes sportifs, hôpitaux, multirésidentiel, centres d'hébergement, procédé
- > Demande moins constante que du chauffage; réserve thermique pour réduire la puissance et bien s'accorder avec une thermopompe plus sensible aux variations
- > La température d'ECD est sur la limite d'opération de bien des thermopompes; penser au préchauffage
- > Thermopompes au CO₂ bien adaptées à l'ECD et performantes avec une grande plage d'opération; par contre, plus dispendieuses

L'aérothermie en application - La cascade



AVANTAGES

- > Plage d'opération plus étendue
- > Efficacité globale améliorée
- > Coût réduit pour gros réseaux

Mieux intégrer une aérothermie dans un projet de décarbonation

Considérations techniques

- > Ne pas sous-estimer le dégivrage dans la conception et l'installation extérieure.
- > Éviter le surdimensionnement; privilégier multiples compresseurs de petit tonnage.
- > Réserve thermique ou volume de réseau facteur important; pour stabiliser le fonctionnement et la gestion du dégivrage.
- > Toujours prioriser la récupération de chaleur; si applicable y aller avec une unité 4 tuyaux.
- > Prioriser un retour le moins chaud possible ou un réseau basse température.
- > Si une évacuation d'air importante est disponible, possibilité de l'utiliser pour tempérer les conditions ambiantes, et possibilité d'encabaner et de mixer avec du solaire.
- > Débit variable ou constant; selon manufacturier.
- > Consulter le représentant du manufacturier avec le concept proposé !!

Mieux intégrer une aérothermie dans un projet de décarbonation

- > Possibilité de faire de la gestion de pointe (délestage) et du GDP pour avoir une meilleure PRI. Il faut cependant garder en tête qu'un compresseur ne réagit pas comme du résistif
- > Utiliser le levier financier du remplacement de refroidisseurs en fin de vie ou au R-22 pour réduire le surcoût.
- > Coûts d'entretien de tour d'eau évités si remplacement de refroidisseur.
- > L'aérothermie peut bien s'arrimer au nouveau tarif biénergie annoncé par Hydro-Québec et Énergir

Subventions - Particularités

HYDRO-QUÉBEC

L'offre simplifiée OSE 4.0 donne :

- > 278 \$/kW pour compresseurs constants sans récupération
- > 409 \$/kW pour compresseurs variables
- > 450 \$/kW pour compresseurs variables avec récupération (4 tuyaux)
- > Bonification par exemple de 15 % si présence d'un espace clos avec évacuations d'air

Peut représenter entre 30 et 50 % du coût de l'appareil !

ÉNERGIR

- > Donne 1 \$/m³ si les conditions d'admissibilité de coûts et de PRI sont respectées
- > Les kWh de compresseurs doivent être convertis en m³eq et retirés des économies dans le calcul
- > On peut réduire jusqu'à 15 % (anc. 30 %), sous condition d'acceptation par Énergir, si gaz résiduel GNR.

TEQ – Transition énergétique Québec (MELCCFP)

- > Jusqu'à 1250\$ / tonne de GES évités, soit 2,36\$/m³ sauvé annuellement.

MERCI

