

Evolutions techniques des PAC industrielles



1

CONTEXTE ET GENERALITES





DÉCARBONER L'ÉNERGIE THERMIQUE DE VOTRE USINE GRÂCE À LA POMPE À CHALEUR



Valoriser l'énergie fatale de votre usine pour votre process

- Récupérer la chaleur émise dans votre usine pour chauffer votre process



Se prémunir de l'évolution à long termes du cout des énergies fossiles et réduire sa dépendance



Répondre aux exigences réglementaires

- Décret tertiaire pour la partie bureaux (>1000m²)
- Valoriser le respect des normes énergétiques (ISO 50 001)



Profiter du contexte favorable grâce aux subventions et aux plans de développement de l'industrie verte



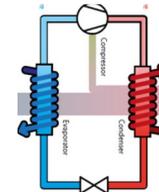
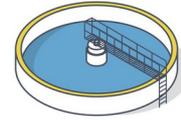
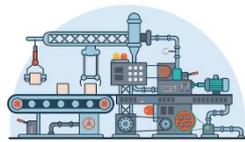
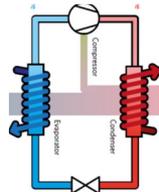
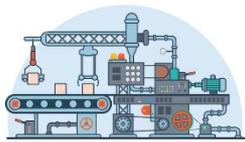
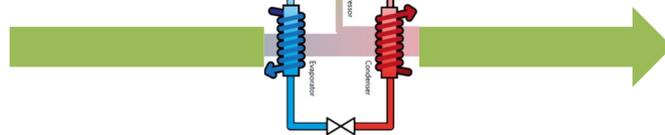
Intégrer une pompe à chaleur



L'INDUSTRIE

LA VILLE

D'une usine vers un quartier via un réseau urbain



D'un process vers un autre

D'un équipement municipal vers des bâtiments

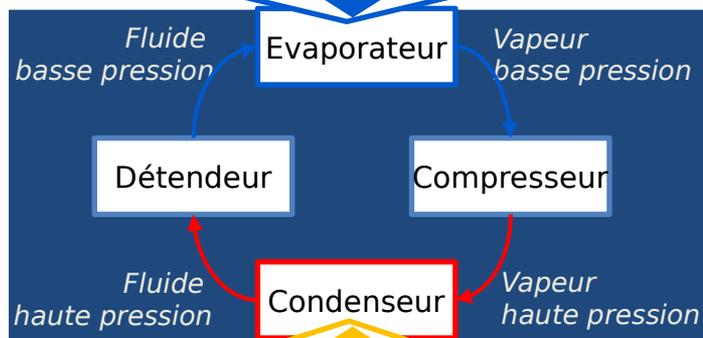


LA POMPE À CHALEUR
S'INTÈGRE DANS VOTRE
USINE ET PERMET DE
**MONTER EN
TEMPÉRATURE
JUSQU'À 120°C.**

LA POMPE À CHALEUR DANS L'AGROALIMENTAIRE

SOURCE DE CHALEUR

- Réfrigération
- Congélation,
- Lyophilisation
- Éléments annexes aux procédés (eaux usées/STEP, air extérieur, eaux de surfaces et de profondeur et sol)



PRODUCTION D'EAU CHAUDE

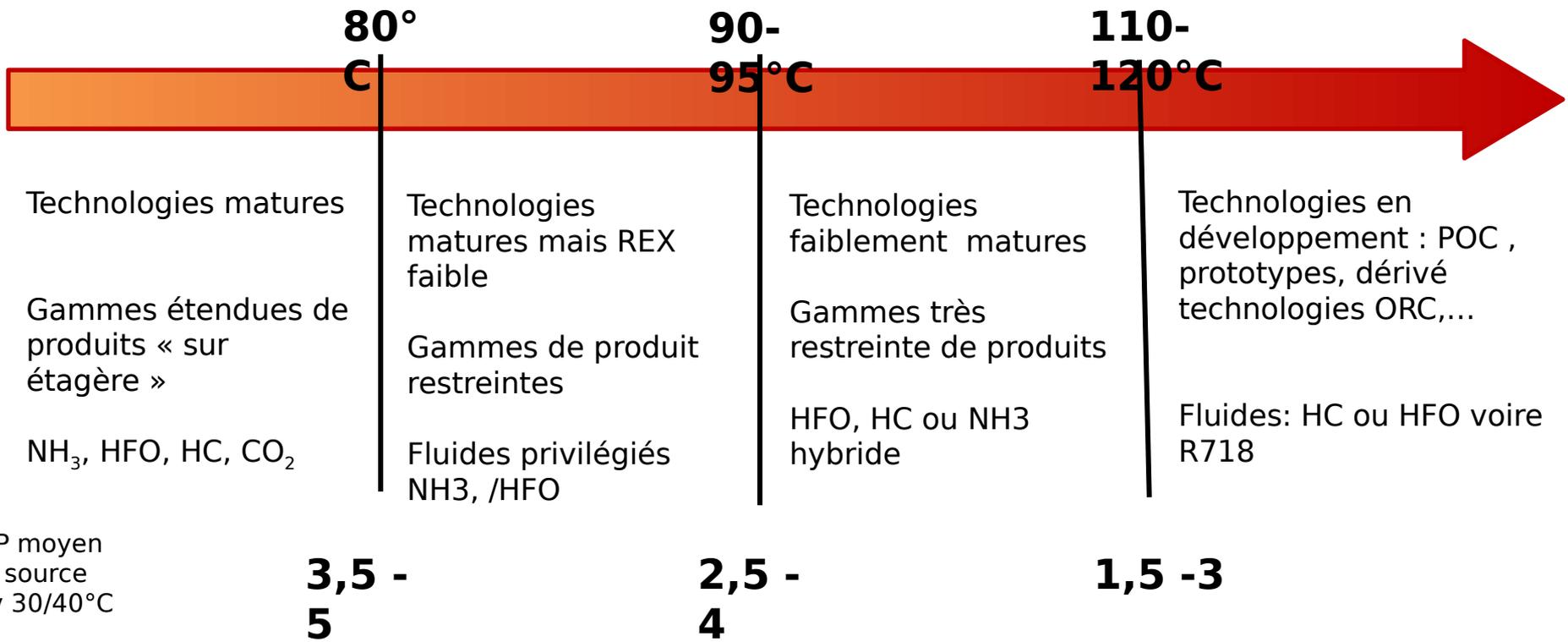
- Éléments annexes aux procédés (ECS, NEP/CIP)
- Stérilisation, Pasteurisation
- Blanchiment
- Cuisson
- Séchage, Concentration/ évaporation

2

ETAT DE L'ART



Selon la température délivrée



COP moyen sur source env 30/40°C

Fluides vs technologies compresseur

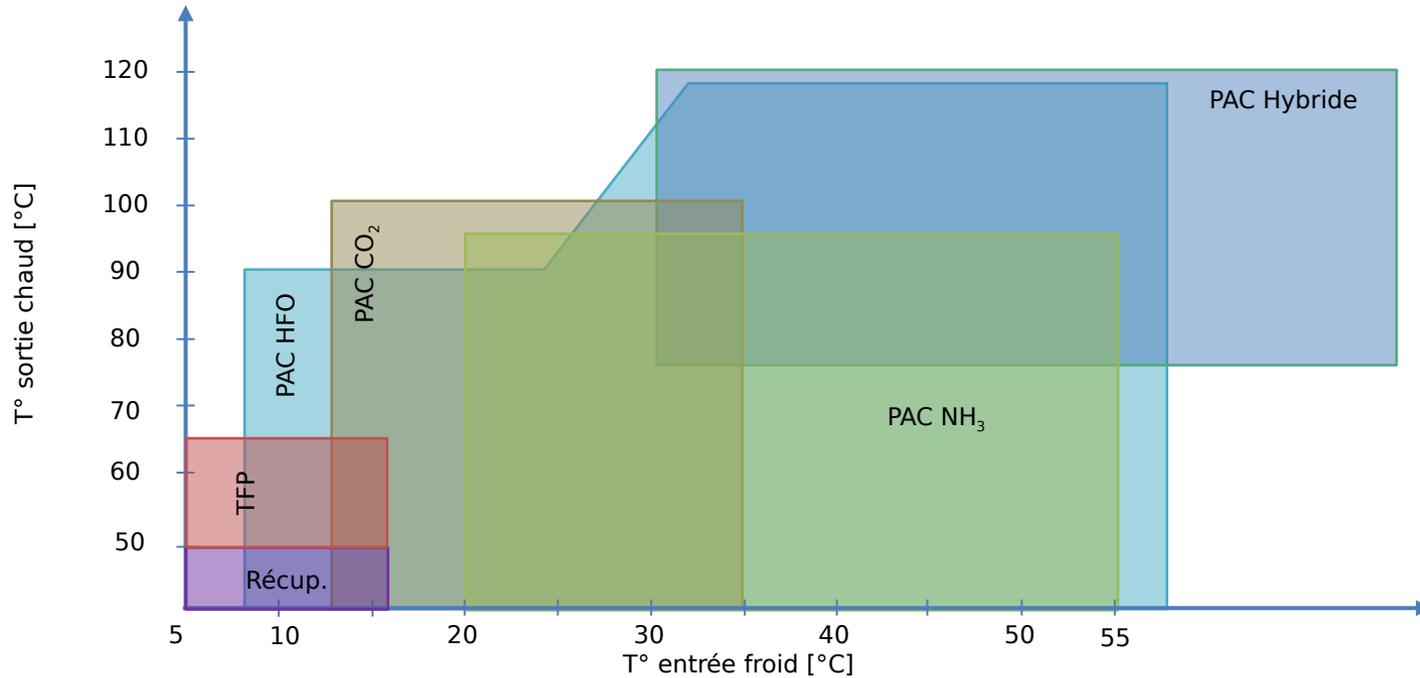


| Fluide | Media | | Compresseur | | |
|-------------------------|---------|---------|-------------|-----|-------|
| | Air/eau | Eau/Eau | Piston | Vis | Turbo |
| HFC | X | X | X | X | X |
| HFO | X | X | X | X | X |
| NH ₃ | | X | X | X | |
| CO ₂ | X | X | X | | |
| Hydrocarbures | X | X | X | X | X |
| Hybride NH ₃ | | X | X | X | |



Puissance

Visualisation T° source chaude vs T° source froide



Perspectives



TEMPERATURES

Les solutions haute température se développent et permettent d'entrevoir la possibilité de produire de la vapeur de manière efficace dans la prochaine décennie.

MACHINES

Extension des gammes de compresseur et de machines compresseurisées . Permet d'adresser un nombre croissant de configurations et de proposer des solutions plus compétitives.

FLUIDES

L'avenir des HFO reste peu lisible , d'autres molécules pourraient être développées pour les PAC.
La démocratisation des HC peut ouvrir des opportunités.
L'eau pourrait être un fluide intéressant dans certaines configuration.

3

Technologies et Exemples



Production de chaleur avec de la chaleur fatale issue d'installations frigorifique



THERMOFIRGOPOM PES

Production simultanée de froid et de chaud à parti d'une machine simple ou double étage.

Source froide = process froid

PAC FF / EAU

La pompe à chaleur est placée en cascade ou en recompression (booster) sur le système frigorifique afin de viser le rendement maximum.

Source froide : HP groupe froid

PAC EAU/EAU

La pompe à chaleur est raccordée sur une boucle d'eau. Variété importante de solutions techniques.

Source froide : boucle de refroidissement

THERMOFRIGOPOMPE



Production de froid + production de chaud

→ Transfert d'énergie total

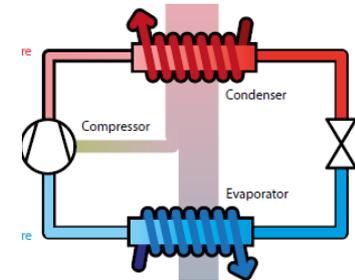
| Mode de fonctionnement | Régime | Puissance frigorifique | Puissance calorifique | Refroidissement d'huile | Puissance absorbée | COP global | Vitesse de rotation |
|------------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|------------|---------------------|
| Froid | -11°C / +35°C | 788 kW | 902,6 kW | 96,1 kW | 210,7 kW | 3,74 | 2.880 tr/min |
| Chaud | -11°C / +55°C | 788 kW | 885 kW | 212 kW | 309 kW | 5,41 | 2.950 tr/min |

- Simulation avec un compresseur Vilter VSS-901
- Fluide : NH₃

Augmentation de la puissance absorbée de **100 kW** → Permet de récupérer la totalité de l'énergie pour une production d'eau chaude à 60°C.

→ **885 + 212** = 1.097 kW ↔ 19 m³/h de 10°C à 60°C.

Process chaud



Process froid

ENJEUX DU CLIENT

Produire de l'eau chaude à 55°C pour

- Process et lavage
- Réflexion sur nouvelle chaudière mais thermofrigopompe plus pertinent car production de chaud + secours froid

6,5 GWh chaud

ECONOMIES GAZ NATUREL

-7,2 GWh

Soit entre 25 et 37% du site par mois

DÉCARBONATION

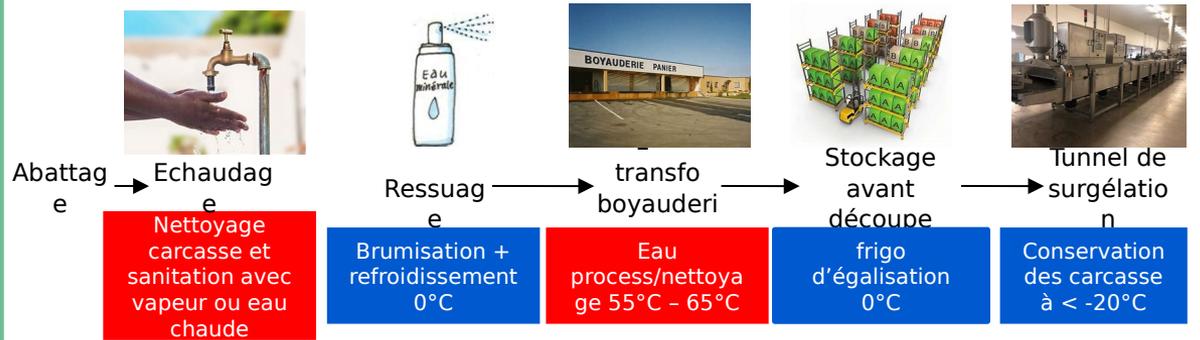
-1634 teq CO₂

ROI 2 ans

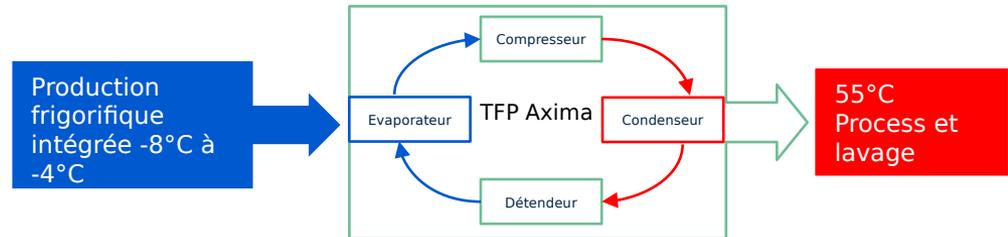
ECONOMIES 260k€/an en 2015

Retour d'expérience ABATTOIR : Thermofrigopompe Axima

BESOIN EN CHAUD ET FROID DU CLIENT

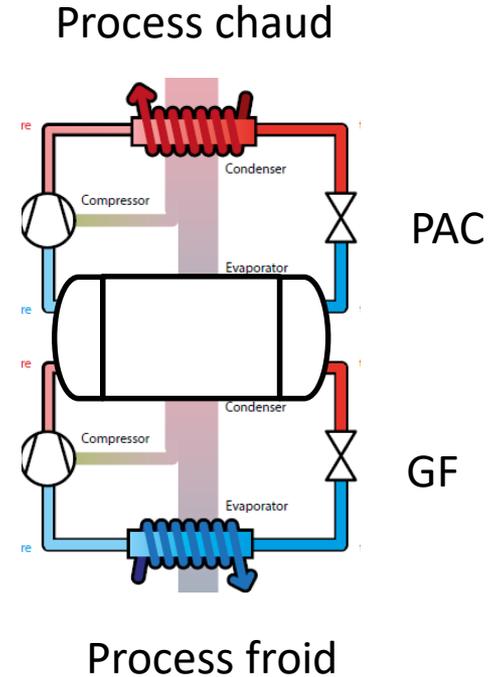


SOLUTION TECHNIQUE RETENUE Thermofrigopompe



PAC Fluide Frigorigène / EAU

- Travail d'intégration au système de réfrigération primordial.
- Possibilité de travailler en booster ou en cascade
- Usage du même fluide pour les systèmes en recompression.
- **Rendement maximal** vu la suppression ou l'optimisation des échangeurs et l'absence de pompage intermédiaire



ENJEUX DU CLIENT

Produire de la chaleur pour

- Cuisson du jambon en bain-marie

Mais aussi :

- Augmenter la capacité de froid sur usine
- Remplacement thermix 85°C, 55°C, eau froide 0°C



**3,61 GWh
chaud**

Retour d'expérience SALAISON : Recompression AXIMA de NH3

BESOIN EN CHAUD ET FROID DU CLIENT



Jambons
amenés
sur
portique



Découpe
des
muscles



Constituti
on de
barres de
jambon



Cuisson
des barres
dans le
Thermix



Découp
e en
tranche
s

Lavage de toutes les
lignes de production
55°C - 65°C

Cuisson des jambons à 55°C ou à
85°C

Maintien en T° des cuves
Eau de saumure -1°C à 0°C -

ECONOMIES GAZ NATUREL

-4 GWh

Soit 50% du site

DÉCARBONATION

-750 teq CO₂

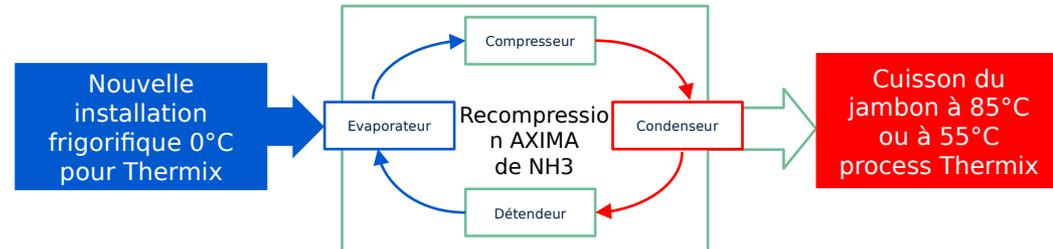
CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

+ 1,8 GWh

ROI 2 ans

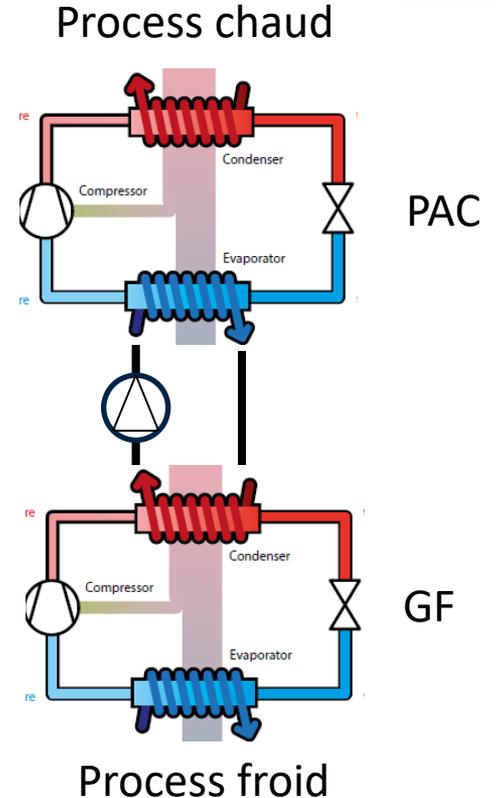
ECONOMIES 130k€ /an (2022)

SOLUTION TECHNIQUE RETENUE Process Thermix



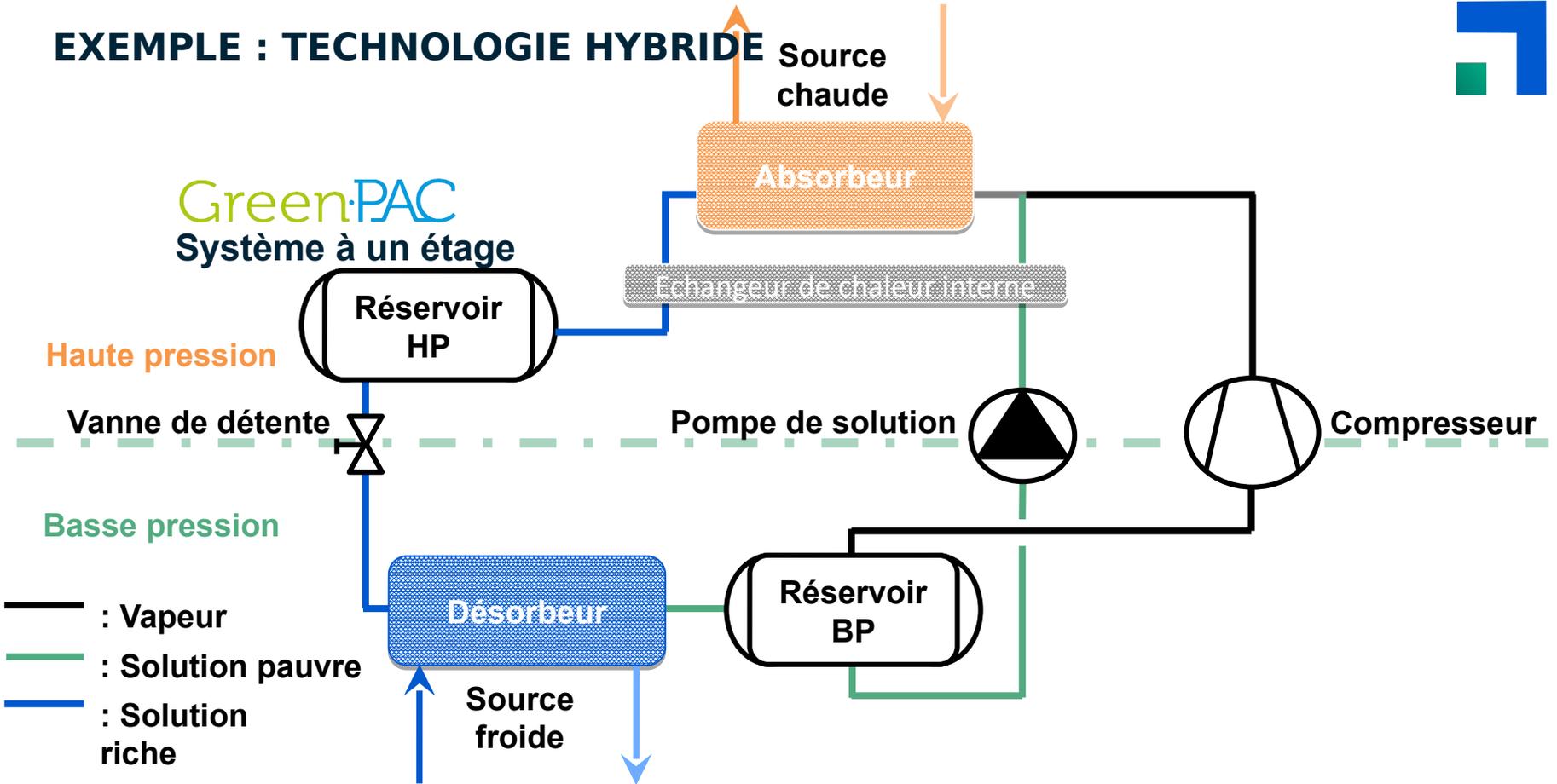
PAC EAU / EAU

- Possibilité d'utiliser toute la palette de fluide frigorigère. Charge en fluide frigorigère restreinte.
- Large choix de produits package.
- Nécessite un travail d'ingénierie pour l'intégration sur la partie hydraulique.
 - Stockage
 - Raccordement série /parallèle
- Incidence négative sur le COP global de la boucle intermédiaire.
- Limitation de la charge en frigorigère sur l'étage PAC et mitigation du risque de fuite si plusieurs machines en parallèle.





EXEMPLE : TECHNOLOGIE HYBRIDE



Retour d'expérience FROMAGERIE : GreenPAC et Recompression de NH3

ENJEUX DU CLIENT

- Produire de la chaleur pour
- Pasteurisation et lavage HT à 85°C
 - Réchauffage du lait et affinage 50°C

20 GWh chaud

Réaliser des économies d'énergie

ECONOMIES GAZ NATUREL



-38 GWh

Soit 58% du site

DÉCARBONATION

-8000 teq CO₂

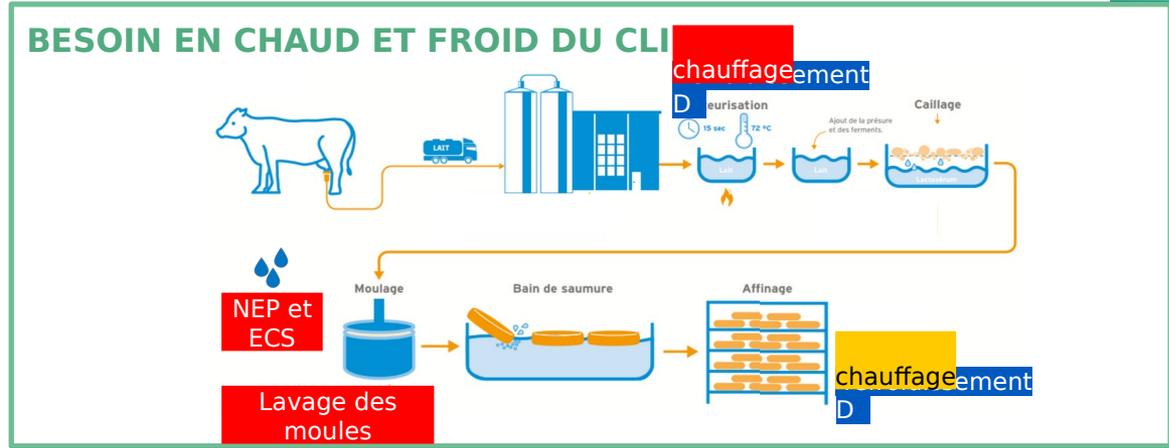
CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

+ 5 GWh

ROI 1,3 ans

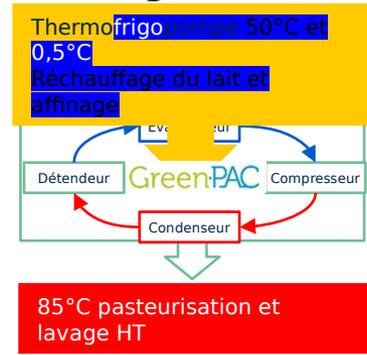
ECONOMIES 512k€ /an (2020)

BESOIN EN CHAUD ET FROID DU CLIENT

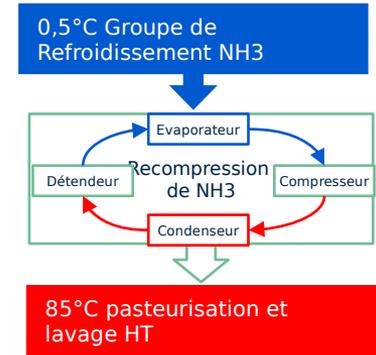


SOLUTION TECHNIQUE RETENUE

Ligne 1



Ligne 2



4

Conclusion



FACTEURS DE REUSSITE D'UN PROJET

1

**UN AUDIT EST ESSENTIEL
POUR CARTOGRAPHIER LES
CONSOUMMATIONS.**

**Source d'énergie
Consommation
Profil
Localisation
Niveau de température**

2

**UNE BONNE CONNAISSANCE
DE LA SOURCE FROIDE EST
INDISPENSABLE**

**Pérennité
Profil (saisonnier, journalier)
Accès**

3

**UNE BONNE REFLEXION SUR
L'INTEGRATION EST UN
FACTEUR DE REUSSITE
MAJEUR**

**Choix des besoins raccordés
Définition des températures
délivrées
Remplacement / complément
des productions fossiles**

Pourquoi il faut récupérer l'énergie



Sans récupération d'énergie :

Les inconvénients sont nombreux :

- Chaleur fatale
- Consommation électrique
- Production de gaz
- Maintenance des équipements
- Analyse bactériologique
- Nuisance sonore
- Consommation d'eau
- Traitement d'eau

↗ Facture énergétique

Avec récupération d'énergie :

Les économies se répercutent sur beaucoup de postes :

- Consommation électrique
 - Consommation de gaz
 - Consommation d'eau
 - Traitement d'eau
 - Maintenance
 - Empreinte carbone
- ↘ Facture énergétique (CPE)