



# Energie thermique dégagée

Récupération de chaleur et optimilisation



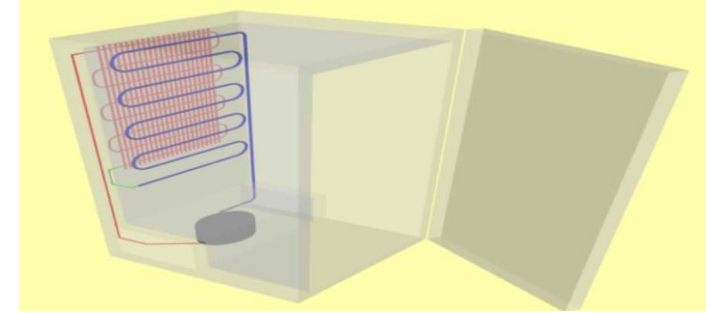
# Sommaire

1. Schéma de principe du cycle frigorifique
2. Valeur C.O.P d'une installation frigorifique
3. D'Argifral
4. Lantmännen

# Un frigo fonctionne comme ça

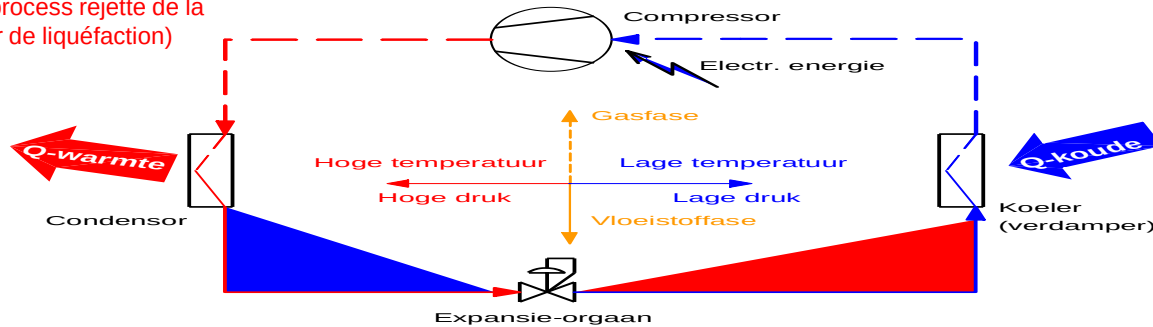


Le frigo est une machine qui extrait l'énergie à l'intérieur de la cellule pour la rejeter à l'extérieur.



L'échangeur à l'extérieur du frigo est un condenseur, celui-ci permet la liquéfaction du gaz provenant du compresseur. Ce processus rejette de la chaleur (chaleur de liquéfaction)

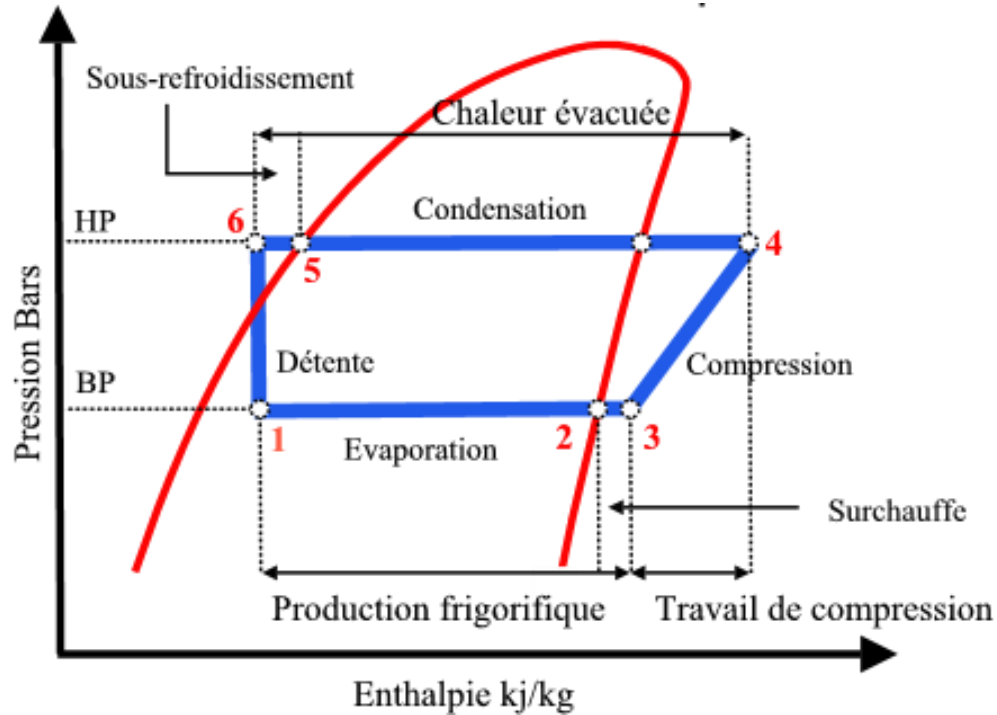
Le gaz formé par l'évaporation du réfrigérant à l'intérieur des parois froides de l'échangeur est aspiré par le compresseur



Dans le frigo, l'échange a lieu grâce à un évaporateur permettant l'ébullition du réfrigérant, ceci permet de capter l'énergie à l'intérieur du frigo

Le détendeur permet de réduire la pression du gaz et clôturer le cycle frigorifique.

# Diagramme enthalpique



# Rendement frigorifique

$$\text{COP frig} = \frac{P_{\text{frigo}} (kW)}{P_{\text{elec}} (kW)}$$

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{V_{\text{gaz aspiré}}}{V_{\text{balayé compresseur}}}$$

$$\text{COP} = \eta_c \frac{T_o}{T_c - T_o}$$

$$\eta_c = \eta_{\text{vol}} \cdot \eta_{\text{mec}} \cdot \eta_{\text{is}}$$

$$\eta_{\text{vol}} = 1 - \sigma \left( T^{\frac{1}{\gamma}} - 1 \right)$$

T = taux de compression     $\gamma_{\text{NH3}} = 1,33$      $\sigma$  = %remplissage du cylindre ou des vis mâles-femelle



# Rendement frigorifique

- Puissance absorbée et puissance frigorifique en HP variable: compresseur 25 CV DWM : COP

## DWM Copeland: D4DH-250X

| Suction Return Temperature 20,0°C |                | Evaporating Temperature °C |       |       |       |       |       |       |       |       |        | Liquid subcooling 0,0K |  |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------------|--|
| Cond °C                           | Capacity kW    |                            |       |       |       |       |       |       |       |       |        |                        |  |
|                                   | -40            | -35                        | -30   | -25   | -20   | -15   | -10   | -5    | 0     | 5     | 7      |                        |  |
| 10                                | 15,90          | 20,60                      | 26,50 | 33,50 | 41,80 | 51,60 | 63,00 | 76,10 |       |       |        |                        |  |
| 20                                | 13,60          | 18,10                      | 23,50 | 30,00 | 37,60 | 46,50 | 56,70 | 68,50 | 82,00 | 97,20 | 104,00 |                        |  |
| 25                                | 12,35          | 16,70                      | 21,90 | 28,00 | 35,20 | 43,60 | 53,40 | 64,50 | 77,20 | 91,60 | 97,90  |                        |  |
| 30                                | 11,05          | 15,25                      | 20,20 | 26,00 | 32,80 | 40,70 | 49,80 | 60,30 | 72,30 | 85,90 | 91,80  |                        |  |
| 35                                | 9,70           | 13,75                      | 18,40 | 23,90 | 30,20 | 37,60 | 46,20 | 56,00 | 67,20 | 79,90 | 85,50  |                        |  |
| 40                                |                | 12,15                      | 16,60 | 21,70 | 27,60 | 34,50 | 42,40 | 51,60 | 62,00 | 73,90 | 79,00  |                        |  |
| 45                                |                | 10,60                      | 14,70 | 19,45 | 24,90 | 31,30 | 38,60 | 47,00 | 56,60 | 67,60 | 72,40  |                        |  |
| 50                                |                | 8,99                       | 12,80 | 17,15 | 22,20 | 28,00 | 34,60 | 42,40 | 51,20 | 61,30 | 65,70  |                        |  |
| 55                                |                |                            | 10,90 | 14,85 | 19,40 | 24,60 | 30,70 | 37,60 | 45,60 | 54,90 | 58,90  |                        |  |
|                                   | Power Input kW |                            |       |       |       |       |       |       |       |       |        |                        |  |
|                                   | -40            | -35                        | -30   | -25   | -20   | -15   | -10   | -5    | 0     | 5     | 7      |                        |  |
| 10                                | 6,77           | 7,45                       | 8,03  | 8,48  | 8,79  | 8,91  | 8,83  | 8,52  |       |       |        |                        |  |
| 20                                | 7,15           | 8,11                       | 8,99  | 9,76  | 10,40 | 10,85 | 11,15 | 11,25 | 11,05 | 10,65 | 10,40  |                        |  |
| 25                                | 7,28           | 8,38                       | 9,42  | 10,35 | 11,15 | 11,80 | 12,30 | 12,55 | 12,60 | 12,40 | 12,25  |                        |  |
| 30                                | 7,34           | 8,60                       | 9,79  | 10,90 | 11,85 | 12,70 | 13,40 | 13,85 | 14,15 | 14,15 | 14,05  |                        |  |
| 35                                | 7,32           | 8,73                       | 10,10 | 11,35 | 12,55 | 13,55 | 14,45 | 15,15 | 15,60 | 15,85 | 15,85  |                        |  |
| 40                                |                | 8,77                       | 10,30 | 11,75 | 13,10 | 14,35 | 15,40 | 16,30 | 17,00 | 17,50 | 17,60  |                        |  |
| 45                                |                | 8,69                       | 10,40 | 12,00 | 13,55 | 15,00 | 16,30 | 17,40 | 18,35 | 19,05 | 19,25  |                        |  |
| 50                                |                | 8,48                       | 10,35 | 12,15 | 13,90 | 15,55 | 17,05 | 18,40 | 19,55 | 20,50 | 20,80  |                        |  |
| 55                                |                |                            | 10,15 | 12,20 | 14,15 | 15,95 | 17,70 | 19,25 | 20,70 | 21,90 | 22,30  |                        |  |



# D'Argifral

## Installation de qualité à haute efficacité énergétique



### Chiffres clés

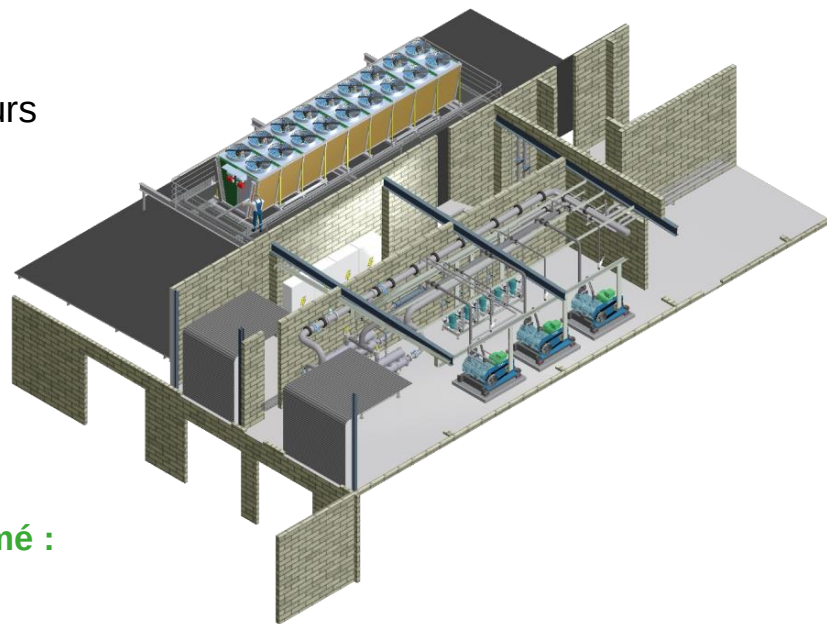
- **Capacité:** 900 KW -8°C/35°
- **Réfrigérant :** NH3 – glycol
- **Système:** évaporateur noyé

# D'Argifral

## Installation de qualité à haute efficacité énergétique

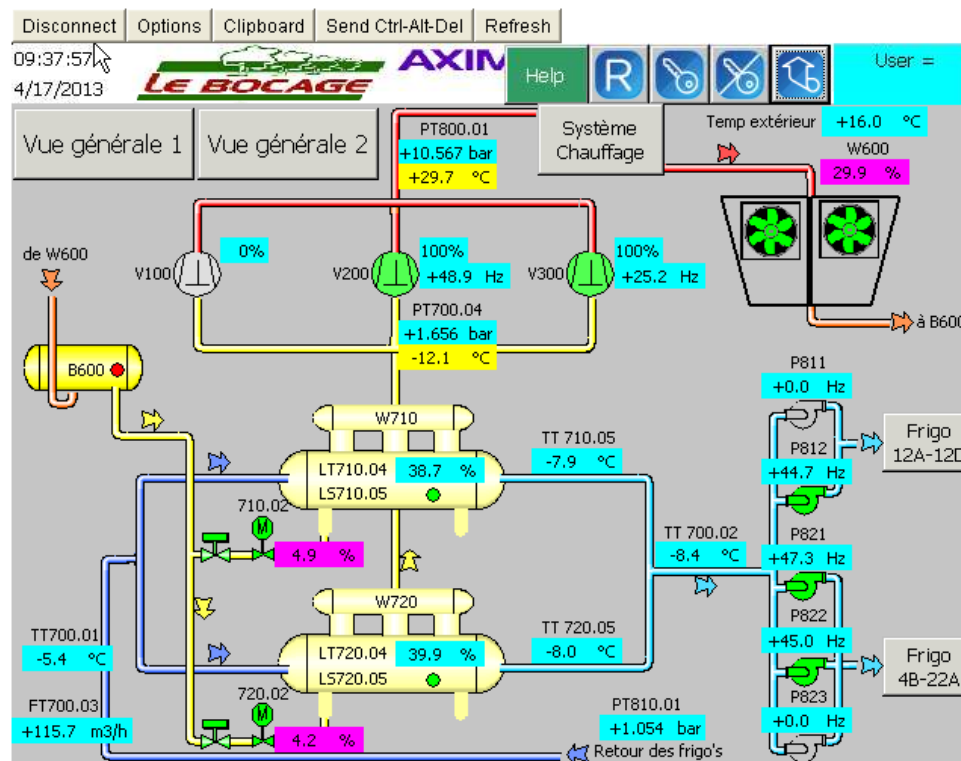
### ■ Installation frigorifique combinée Ammoniac/Glycol :

- 3 compresseurs GRASSO à pistons 8 cylindres
- variateur de fréquence sur des 2 des 3 compresseurs
- condenseur à air double échangeur: vitesse variable
- 2 échangeurs NH3/Glycol
- Pompes de circulation secondaires (caloporteur) :  
5 pompes
- 1 récupération de chaleur centralisée
  - **Dégivrage sur récupération de chaleur**
  - **Récupération chaleur du local machines  
compresseur à vide et compresseurs air comprimé :  
source de chaleur importante**
  - **Récupération continue sur la désurchauffe du gaz  
frigorifique**





# D'Argifral Visualisation



# D'Argifral

## Récupération de chaleur: pompe à chaleur air/eau



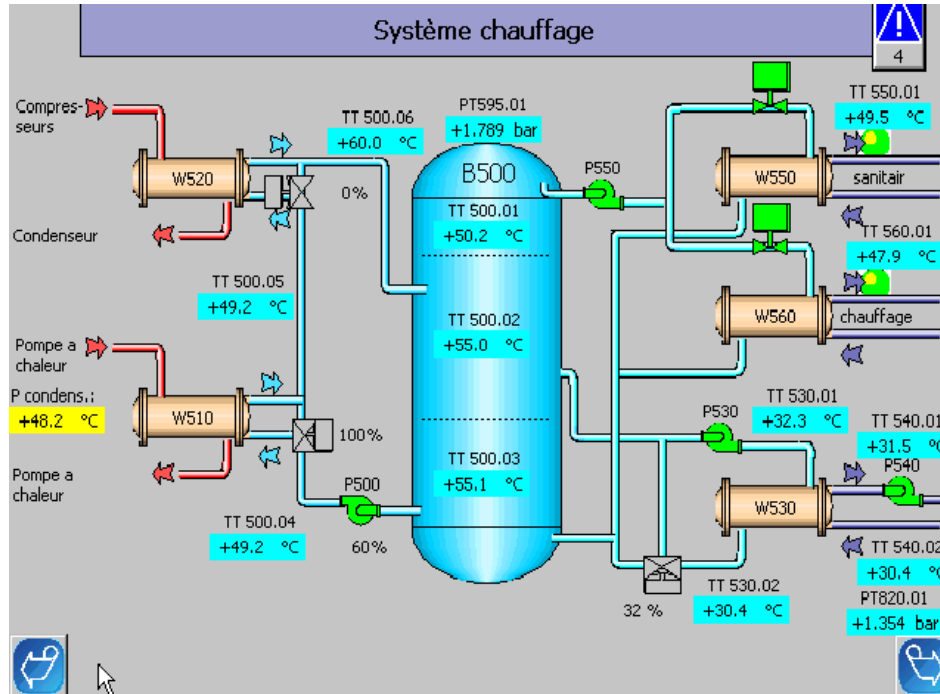


Schéma de principe  
récupération de chaleur  
NH3 désurchauffe/eau et  
pompe à chaleur air/eau

# Lantmännen – Pastrilux

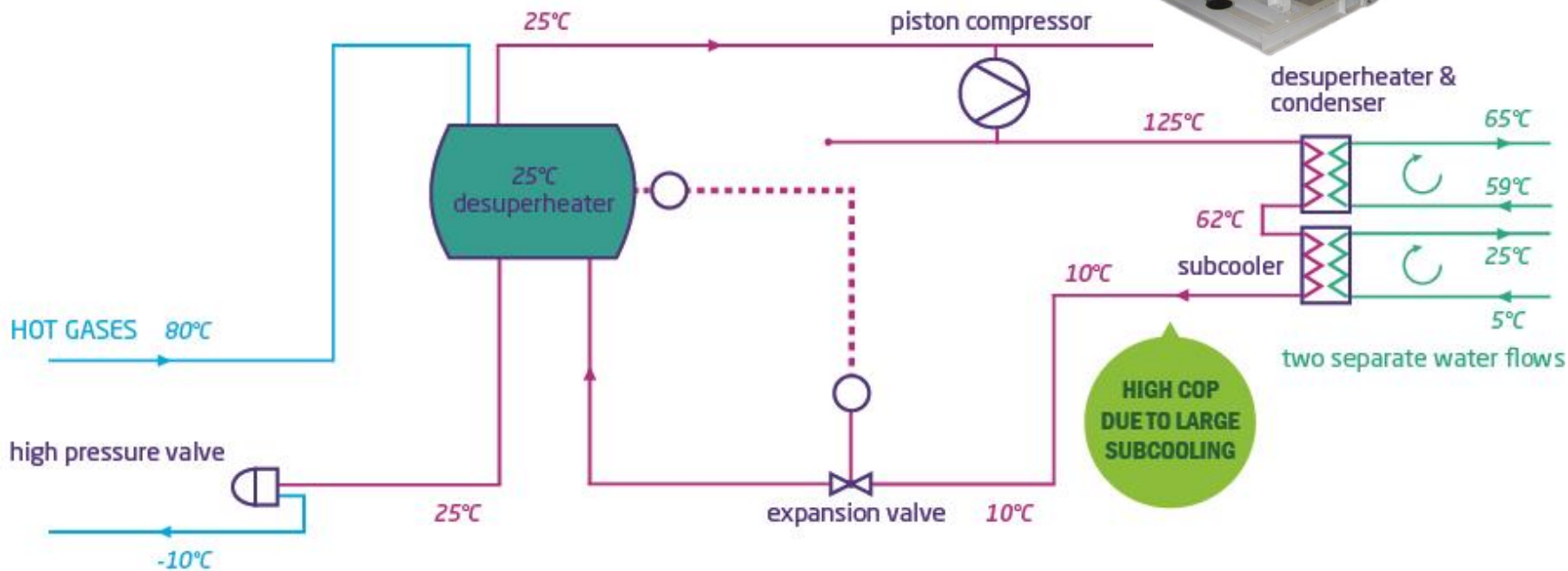
## Pompe à chaleur NH3 industrielle

- Pourquoi le client a-t-il investi?
  - Augmenter la capacité de production
  - Réduire la consommation et les frais d'énergie
- Production d'eau chaude en 2 étapes:  
5°C > 25°C > 65°C
  - Eau chaude sanitaire: 65°C
  - Eau process pour les chambres de lavage
- Demande
  - Puissance thermique demandée: 300 kW
  - Puissance de froid demandée: 3 MW
  - Installation NH3 chambres froides et surgélateurs



# Lantmännen – Pastrilux

## Pompe à chaleur NH3 industrielle

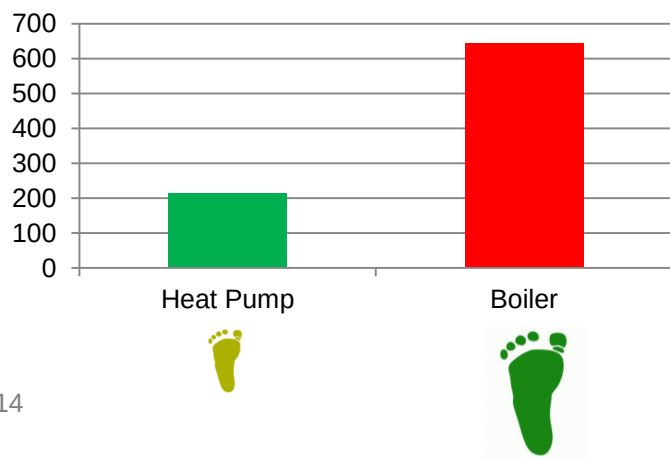


# Lantmännen – Pastrilux

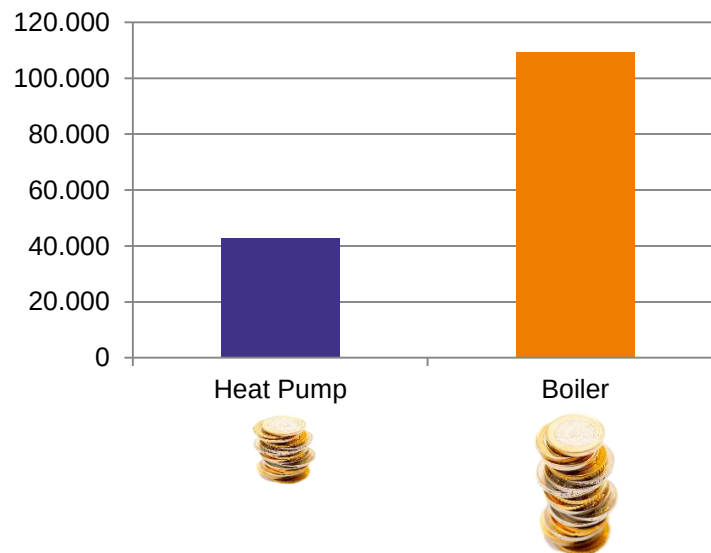
Pourquoi investir dans une pompe à chaleur “chère” et non pas dans un boiler classique? Investissement 150 000 € - ROI < 3 ans

|                            | Heat pump           | Boiler                             |
|----------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Performance (COP)          | 7,7                 | 90% (0,9)                          |
| Hot water                  | 375 kW              |                                    |
| Energy consumption Primary | 427 MWh electricity | 365.000 m <sup>3</sup> natural gas |
| Energy prices              | € 100/MWh           | € 0,30/m <sup>3</sup>              |
| Energy costs               | € 42.700,-          | € 109.500,-                        |
| CO <sub>2</sub> emissions  | 214 tons            | 645 tons                           |

CO<sub>2</sub> emissions (tons)



Energy Costs (€)





# Cofely Axima Refrigeration

## 100% technique du froid

Slachthuislaan 23  
2060 **Antwerp**

tel. +32 3 235 11 44  
fax. + 32 3 235 87 46

Avenue de l'Indépendance 21  
4020 **Liège**

tel. +32 4 370 05 05  
fax.+32 4 370 04 74

Rue de Koerich 66  
L-8437 **Steinfort** - LUXEMBOURG

tel. +35 2 39 95 171  
fax +35 2 39 95 29

Nijverheidslaan 61  
8560 **Wevelgem**

tel. +32 56 41 41 37  
fax. +32 56 41 41 73

Boulevard de la Technicité 24  
7110 **Houdeng-Goegnies**

tel. +32 64 23 78 80  
fax. + 32 64 26 76 35

Dominique Köttgen  
Regional Manager Liège

Tél. 04 345 98 54  
[dominique.kottgen@cofelyaxima-gdfsuez.be](mailto:dominique.kottgen@cofelyaxima-gdfsuez.be)

**COFELY AXIMA**  
GDF SUEZ

for a better climate