

Efficacité énergétique dans l'industrie

Technologies transversales à haut rendement: chaleur et froid industriel

24-27 novembre 2014, Tunis, Tunisie

 **renac**
renewables academy

En coopération avec:



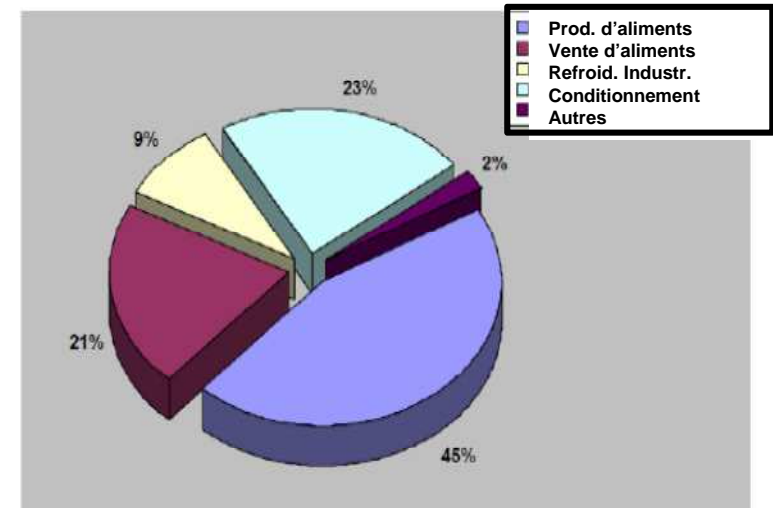
Soutenu par:



www.renac.de

Refroidissement – Données clés

- Environ 15% de l'électricité est utilisé pour le refroidissement dans les pays à climat tempéré (p.ex. Allemagne, USA)
- Hausse des salaires – augmentation considérable de la consommation énergétique pour le rafraîchissement (pays émergents)
 - Exemple: Mumbai (environ 18 million d'habitants), a un besoin potentiel en réfrigération/refroidissement d'environ 24% de la demande entière des USA.
- Deux grands usages: froid alimentaire et climatisation; puis textile, plastique, chimie, etc.
- Potentiels d'économies d'énergie dans les systèmes de refroidissement existants est estimé à environ 20%.

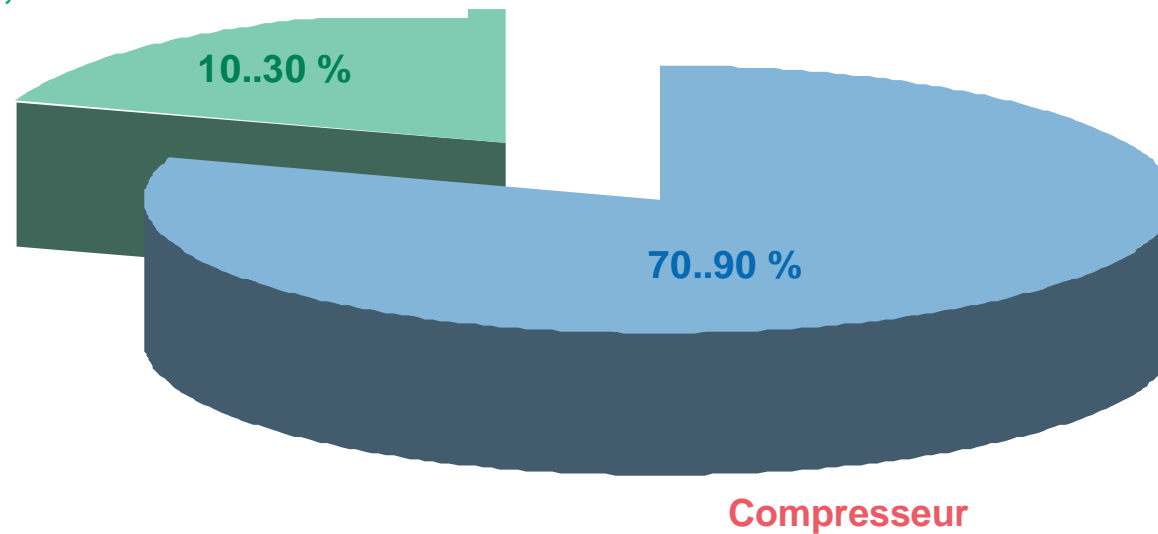


Répartition de la demande en rafraîchissement en Allemagne

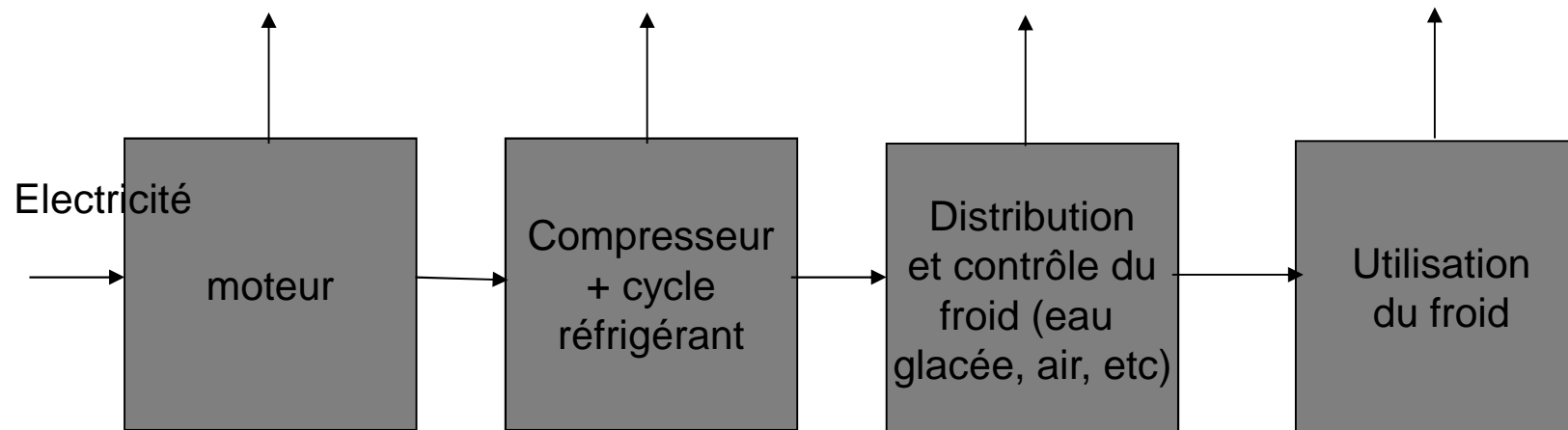
Refroidissement – Données clés

- Demande électrique d'un refroidisseur

Evaporateur, Condensateur,
Pompes, Autres

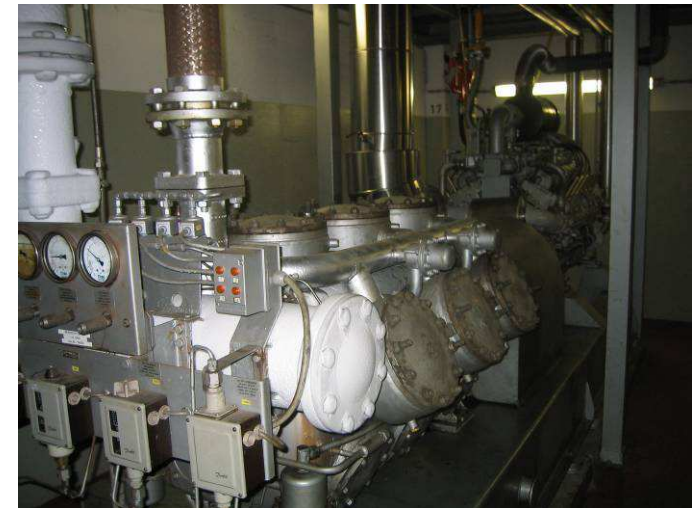


Sources de pertes dans un système froid



Consommation & Distribution de froid

- Applications typiques pour des systèmes de rafraîchissement
 - Eau réfrigérée/froide, réfrigérant, air froid, détente directe
 - Climatisation, réfrigération, congélation, lyophilisation, liquéfaction de gaz, aérospatial
- Distribution de froid
 - Tuyau/ tuyauterie (départ & retour)
 - Eau froide/réfrigérée, air, saumure, réfrigérant
 - Pompes, ventilateur, dispositifs de contrôle, isolation
 - Echangeurs thermiques/émetteurs



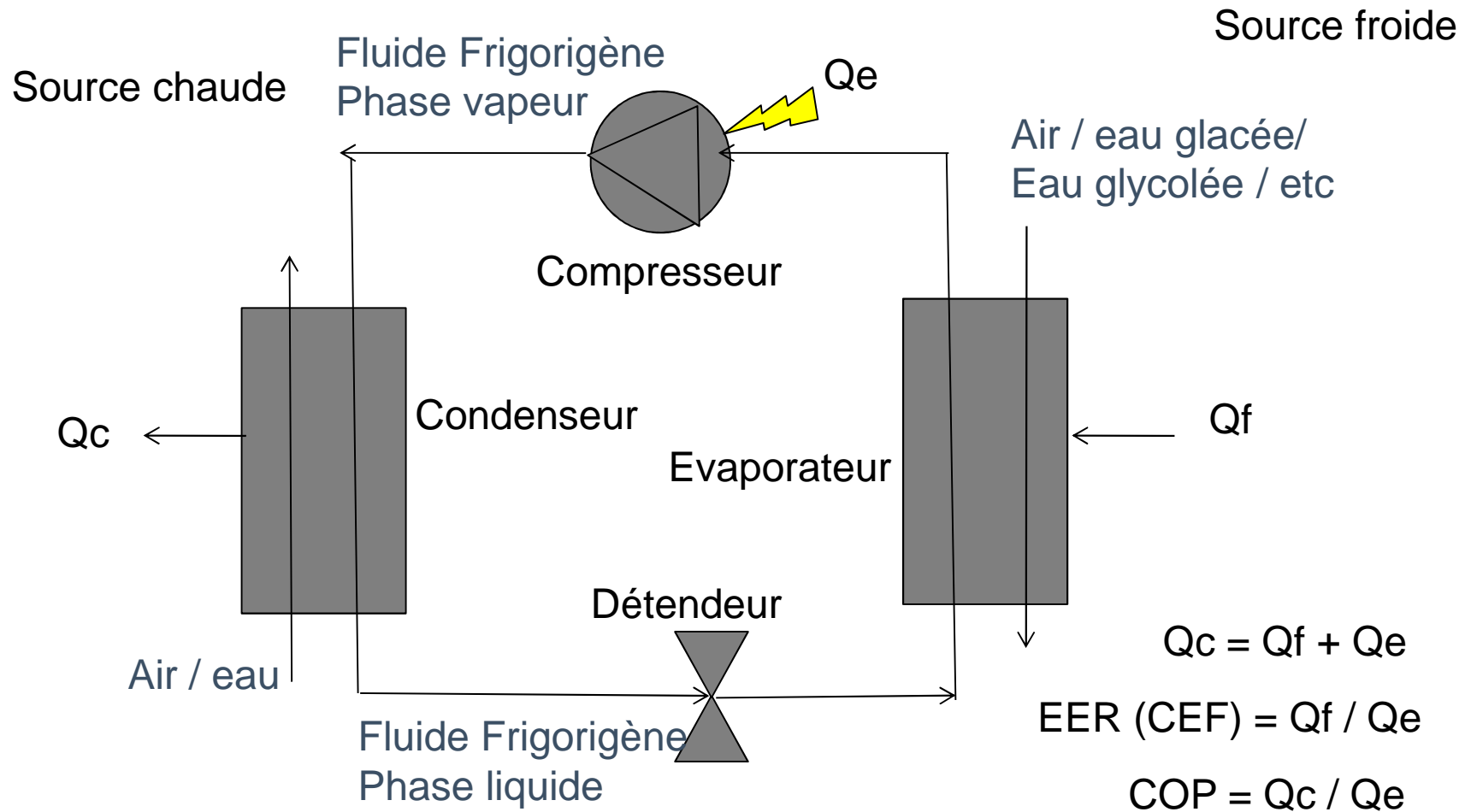
Production de froid

- Machine frigorifique à compression (électricité)
- Machine frigorifique à absorption (converti la chaleur en froid)
- Machine frigorifique à adsorption (non ordinaire, converti la chaleur en froid)
- Tour de refroidissement (électricité)



Machine frigorifique à compression

Cycle de production du froid

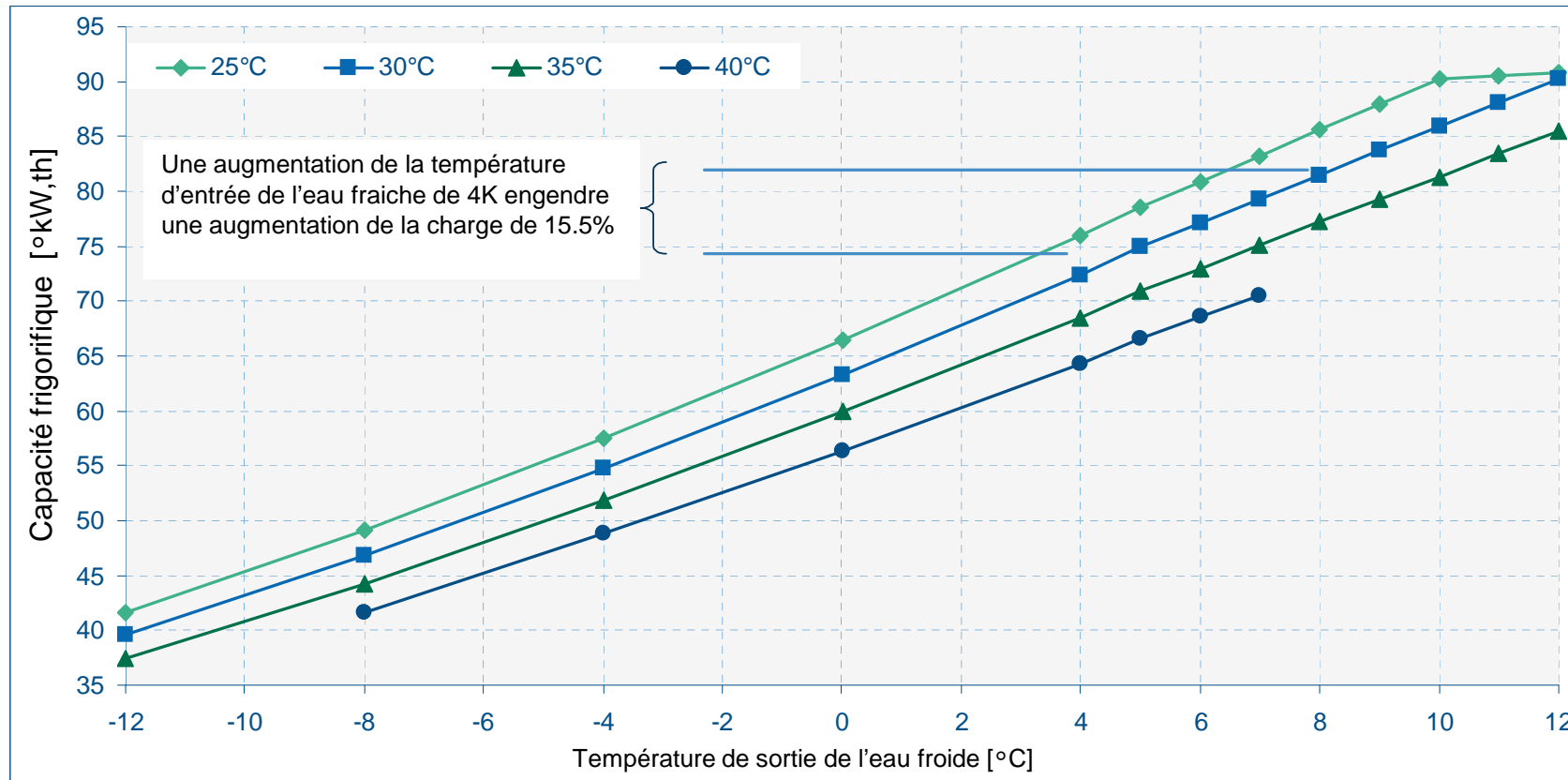


Cycle de production du froid

- $EER = Q \text{ froid} / Q \text{ élec}$ (Energy Efficiency Ratio): nombre sans unité
- Par ex, si le EER est de 3:
 - 1 kWh consommé au compresseur permet d'extraire 3 kWh de chaleur (énergie frigorifique) du milieu à refroidir
 - Ou: pour extraire 1 kWh de chaleur, on consomme 0.33 kWh d'électricité au compresseur
- Une installation se caractérise par 2 capacités ou puissances:
 - La puissance frigorifique en kWf
 - La puissance électrique en kWe

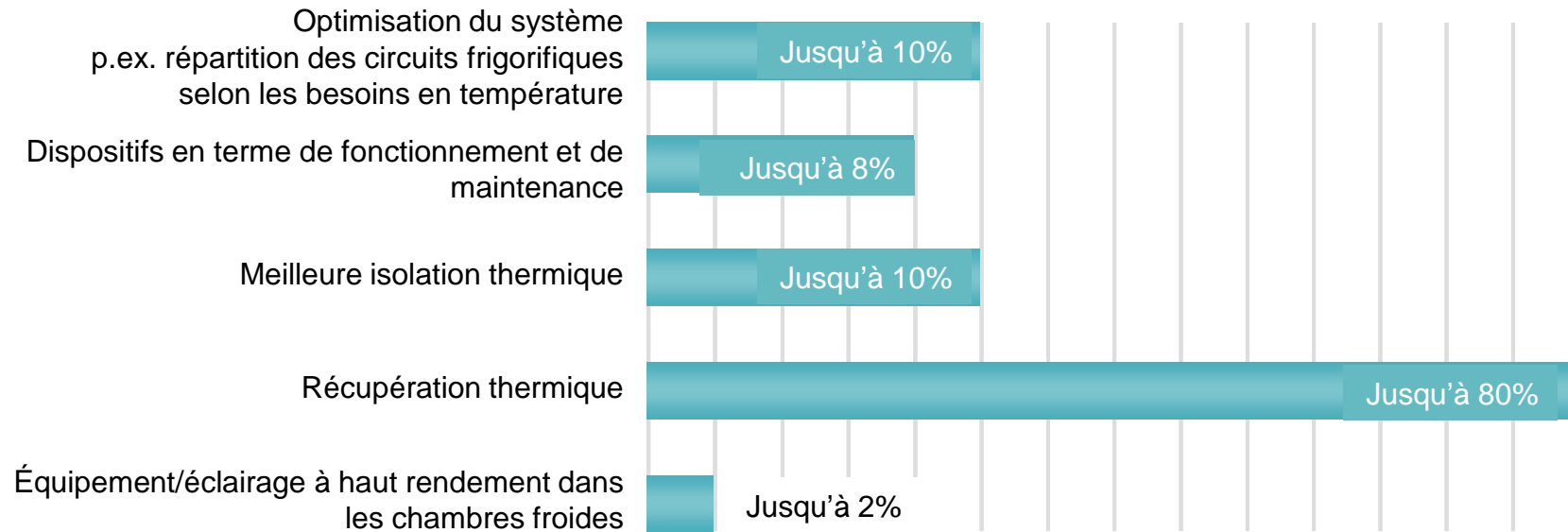
- $EER = R \% * T_{evap} / (T_{cond} - T_{evap})$
 - R : rendement global: moteur, compresseur, cycle réfrigérant
 - T cond: température de condensation en Kelvin
 - T evap : température d'évaporation en Kelvin
- Plus l'écart de température entre source froide et source chaude est élevé, plus il faut d'énergie pour extraire la chaleur du milieu froid vers le chaud. Il faut chercher:
 - la température d'évaporation la plus haute possible
 - la température de condensation la plus basse possible
- Conséquences:
 - Sur la conception et le dimensionnement des échangeurs, leur localisation
 - Sur la maîtrise des conditions de condensations (air, eau, fonctionnement de nuit, etc) et d'évaporation (température fluide froid)
 - Sur la maintenance / nettoyage des échangeurs, encrassement, givre, etc
- Suivi par manomètres

Production de froid



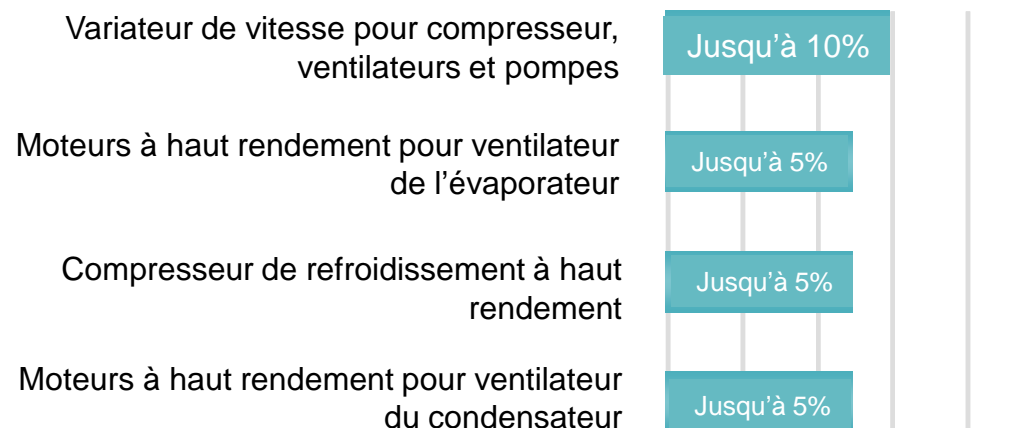
Potentiels d'économies d'énergie

- Systèmes de refroidissement
Potentiels d'économies en réduisant la demande en rafraichissement



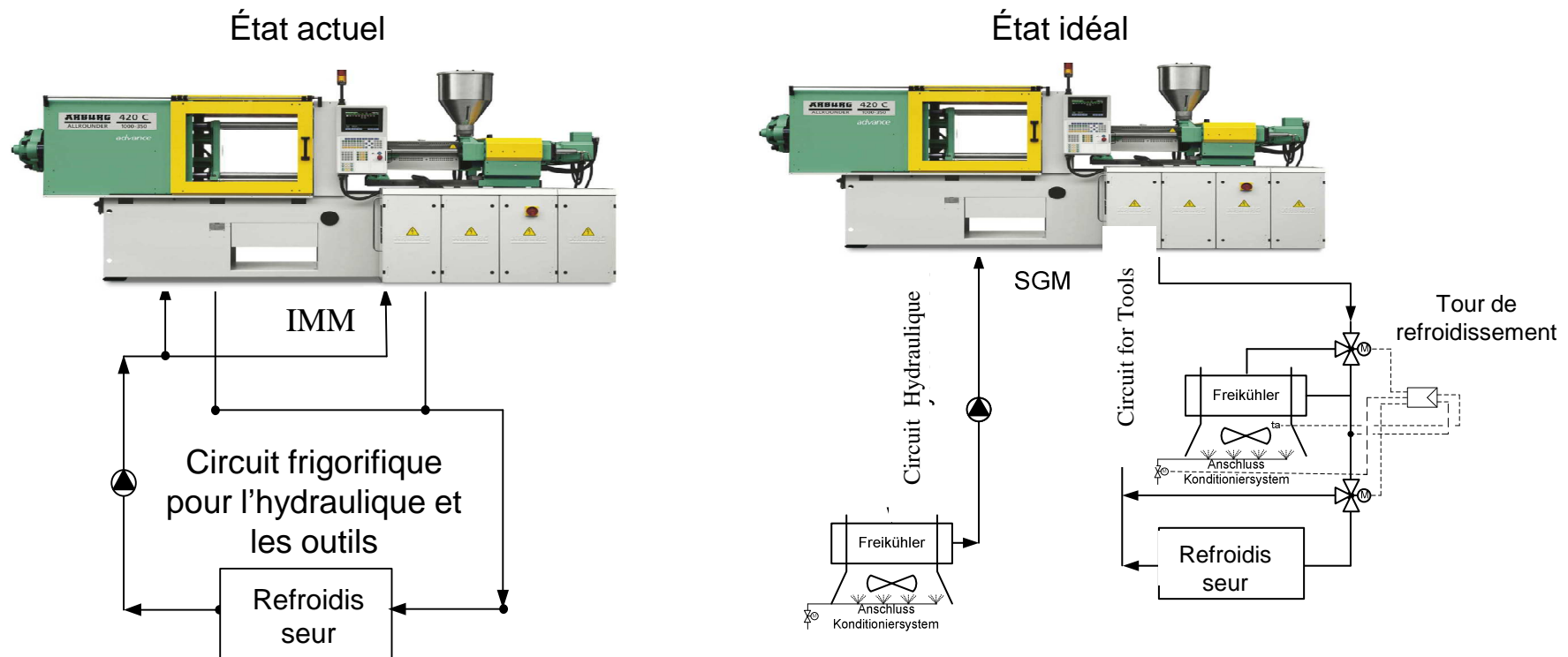
Potentiels d'économies d'énergie

- Systèmes de refroidissement - Potentiels d'économies à travers l'utilisation d'équipement à haut rendement
- Augmentation de la température du fluide frigorigène
- Utilisation d'un système de rafraîchissement passif (par air extérieur p.ex.)
- Réduction de la température de condensation
- Utiliser des machines de production de froid au moyen de chaleur en conjonction avec du chauffage solaire, récupération de chaleur résiduelle, etc.



Économies d'énergie - Exemple

- Exemple de système frigorifique



Économie d'énergie - Stockage de froid

- L'effacement de tout ou d'une partie de la production de froid durant les heures de pointe est possible par stockage de froid
- Intérêts:
 - Éventuelle réduction de la facture électrique en fonction de la tarification
 - Peut permettre de réduire le besoin d'investir en capacité de production de froid
- Mais le stockage peut entraîner une augmentation de la consommation d'électricité:
 - Baisse de la température d'évaporation
 - Pertes dues au stockage
- Parfois compensation par un fonctionnement de nuit permettant une baisse de la température de condensation

Économie d'énergie - Exemple

Exemple de systèmes de refroidissement

■ Situation actuelle

- Dans une usine de traitement de viande, de grandes quantités de chaleurs sont dissipées par le processus postcombustion (environ 240°C).

■ Dispositifs

- Utilisation de la chaleur résiduelle pour faire fonctionner une machine de absorption.
L'énergie de rafraichissement est ensuite utilisée pour climatiser les halls production entre $10 - 15^{\circ}\text{C}$.

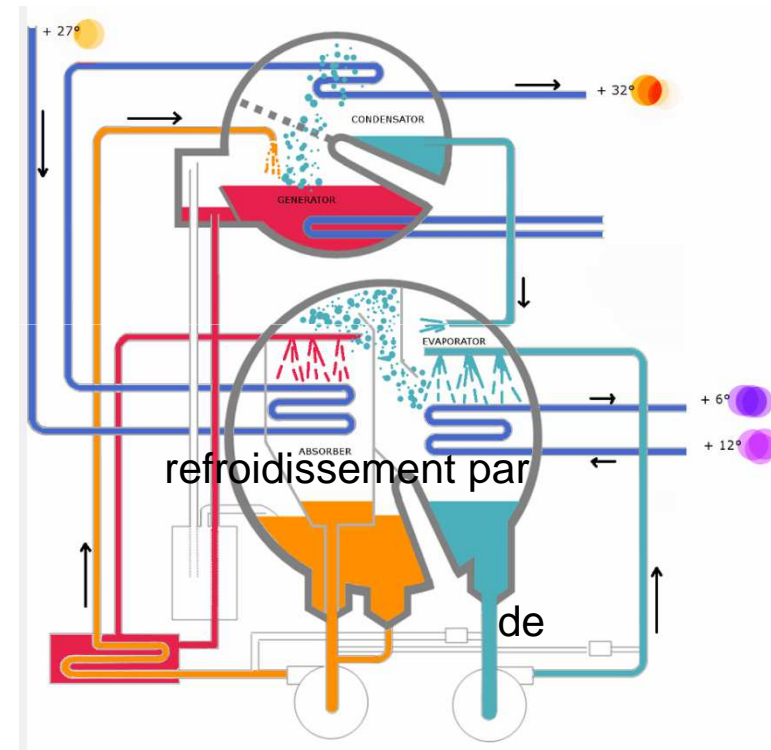


Schéma d'une machine de refroidissement par absorption

Merci!

Franck Daganaud

Pour le compte de:

Renewables Academy (RENAC)

Schönhauser Allee 10-11
D-10119 Berlin
Tel: +49 30 52 689 58-71
Fax: +49 30 52 689 58-99
info@renac.de

**renac**
renewables academy

En coopération avec:



Soutenu par:



www.renac.de