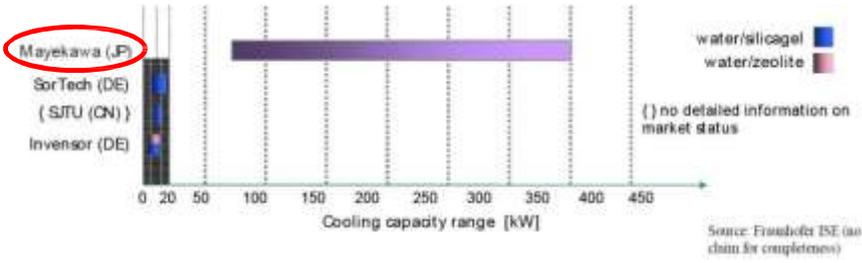
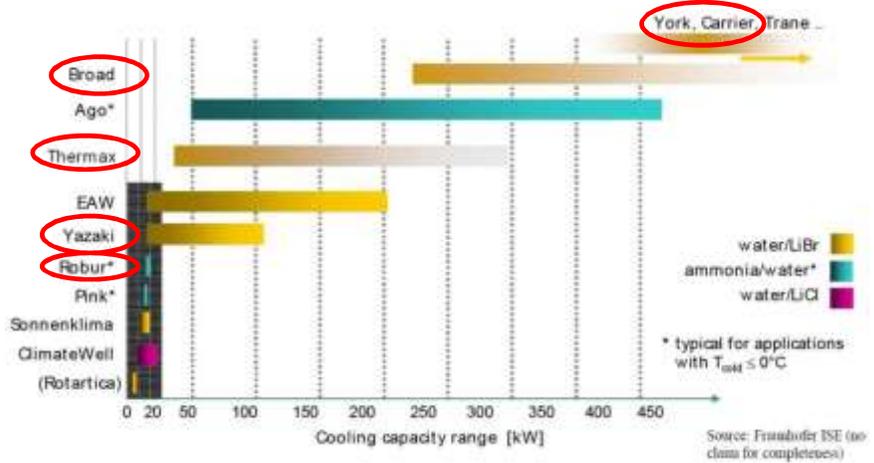
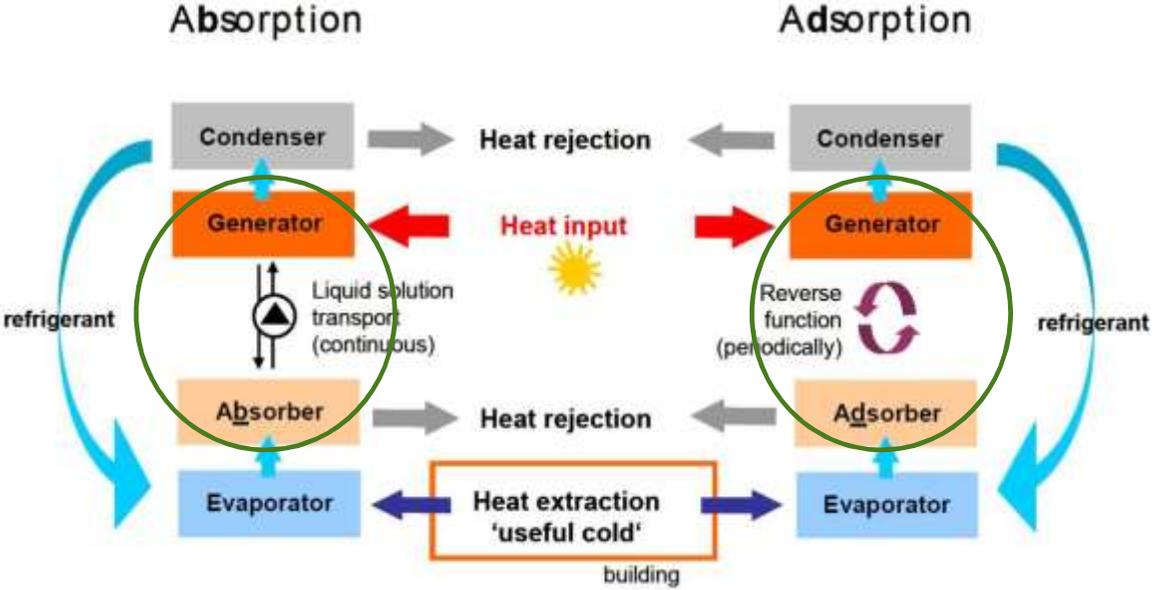


Machines à Sorption

Les acteurs des différentes technologies, principe de fonctionnement, solutions et performances, usages et atouts techniques, économiques et environnementaux

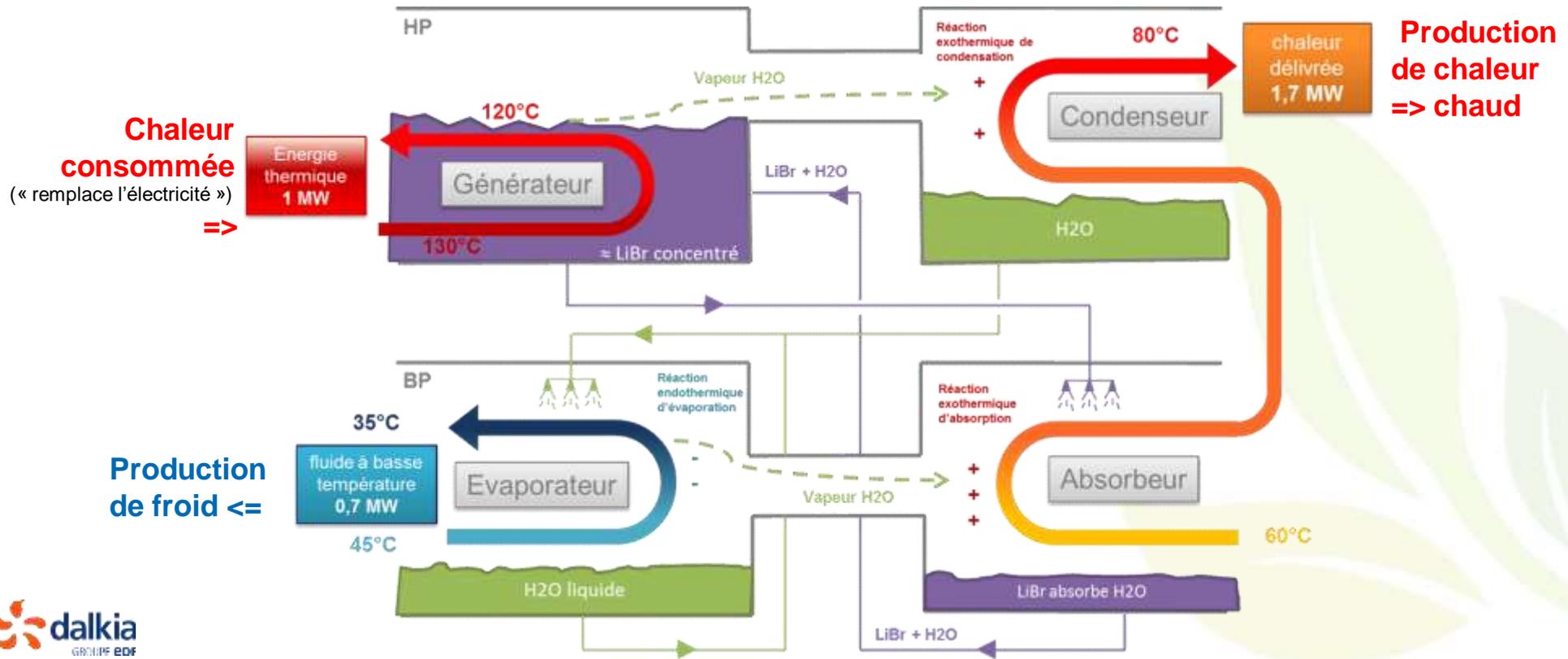


Les acteurs des différentes technologies



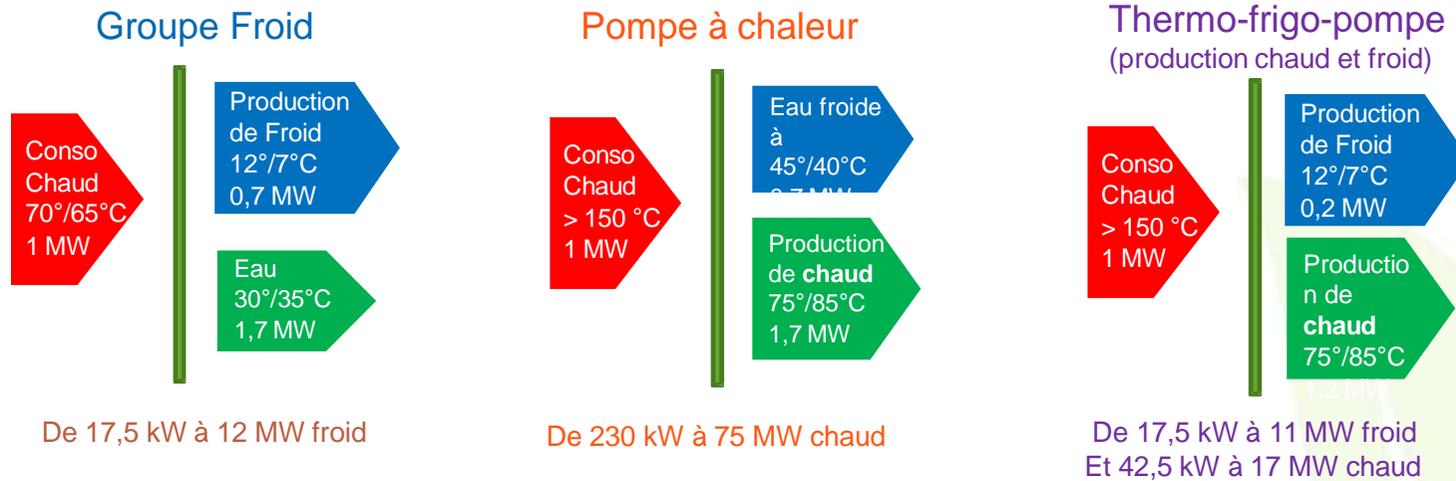
Principe de fonctionnement Absorption

- NB.: Pour l'Absorption, deux couples de fluides sont principalement utilisés :
- **Eau + Bromure de Lithium** ($H_2O+LiBr$), où l'eau est le fluide frigorigène.
 - **Ammoniac (*) + Eau** (NH_3+H_2O), où l'ammoniac est le fluide frigorigène.
- (*) Utilisé pour la production de froid négatif en général.



Solutions et Performances

La machine à absorption est une machine thermique qui peut fonctionner en mode :



Coefficient de performance (COP) associé :

$$\frac{\text{Production froid}}{\text{Conso Chaud}} = 0,7$$

$$\frac{\text{Production Chaud}}{\text{Conso chaud}} = 1,7$$

$$\frac{\text{Puissance froide} + \text{Puissance Chauffage}}{\text{Puissance chaudière}} = \frac{0,2 + 1,2}{1} = 1,4$$

Usages



Production décentralisée de froid
par GF à absorption via
récupération de chaleur fatale.



En réseau ou en industrie

Production de chaleur par PAC
Absorption pour Condensation
dynamique sur chaufferie gaz ou
biomasse



En réseau ou sur chaufferies gaz diffuses

(secteur résidentiel, tertiaire ou industrie)

PAC et GF avec récupération de
chaleur fatale basse température
(STEP, géothermie, TAR) et ENR
(Solaire Thermique)



En réseau, tertiaire ou en industrie

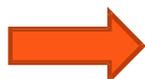
Atouts

TECHNIQUE



Faible consommation électrique donc pas de grosse infrastructure nécessaire, Pas de réglementation contraignante sur les fluides frigorigènes; possibilité de larges delta température sur évaporateur et générateur.

ECONOMIQUE

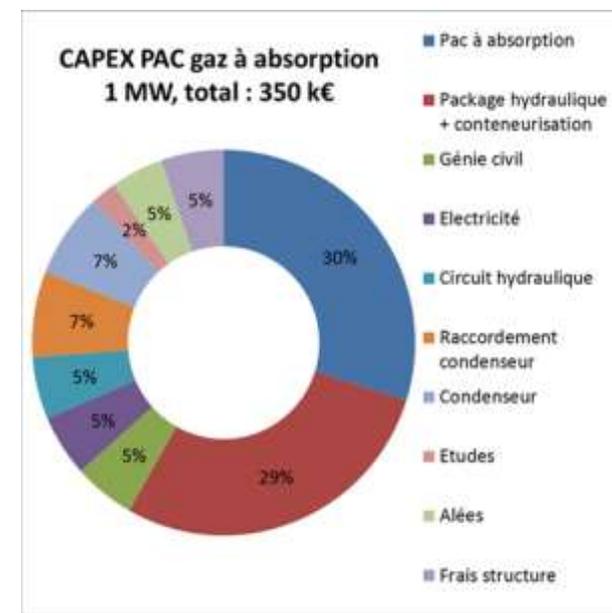


Subventions Fond Chaleur et Fiches CEE (BAR-TH122, BAR-TH150, BAT-TH110, BAT-TH140, IND-UT130, RES-CH108), CAPEX (350 €/kW) et OPEX (6 k€/an) limités

ENVIRONNEMENTAUX



Suivant la source d'énergie permet d'importante baisse d'émission de CO²



Critères de sélections

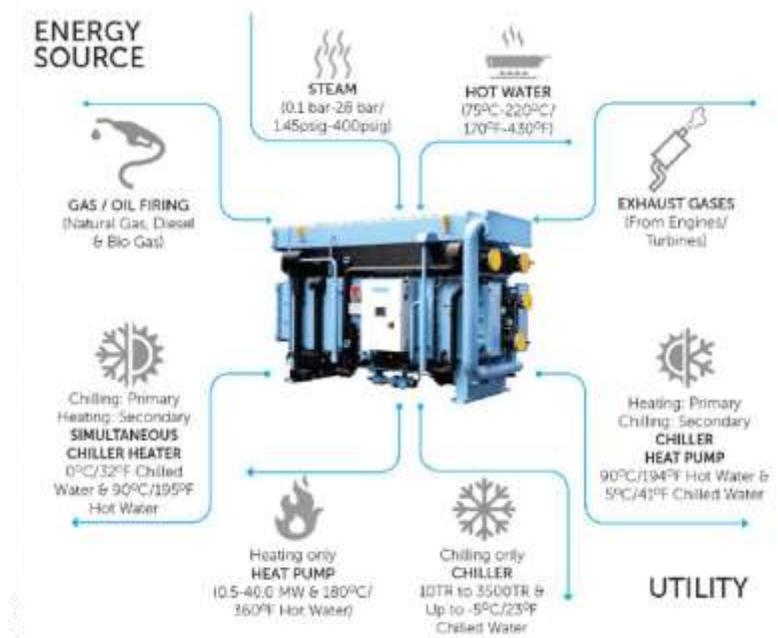
- Puissance?**

Puissance froide souhaitée ou puissance chaude à récupérer
- Source chaude / eau glacée**

Pression et température d'entrée ET sortie pour l'eau glacée : la température d'entrée doit s'entendre comme un minimum possible (la température d'entrée >= température demandée en consultation). Type et pourcentage d'antigel si besoin.
- Énergie motrice au générateur**

Type de source de chaleur ? vapeur ou eau chaude (dans le cas de gaz d'échappements, il faudra le type de groupe électrogène, la température de fumées, la perte de charge maximale admissible dans l'échappement et qualité des gaz de combustion). Pression et température d'entrée ET sortie pour la source de chaleur : préciser les fluctuations maximales possible de la source de chaleur. Type et pourcentage d'antigel si besoin .
- Eau de refroidissement/ Source Froide**

Pression et température d'entrée ET sortie pour l'eau de refroidissement/tour : préciser les fluctuations maximales possibles. Type et pourcentage d'antigel si besoin.



Critères de sélections

Balance
énergétique =
limites de la
sélection



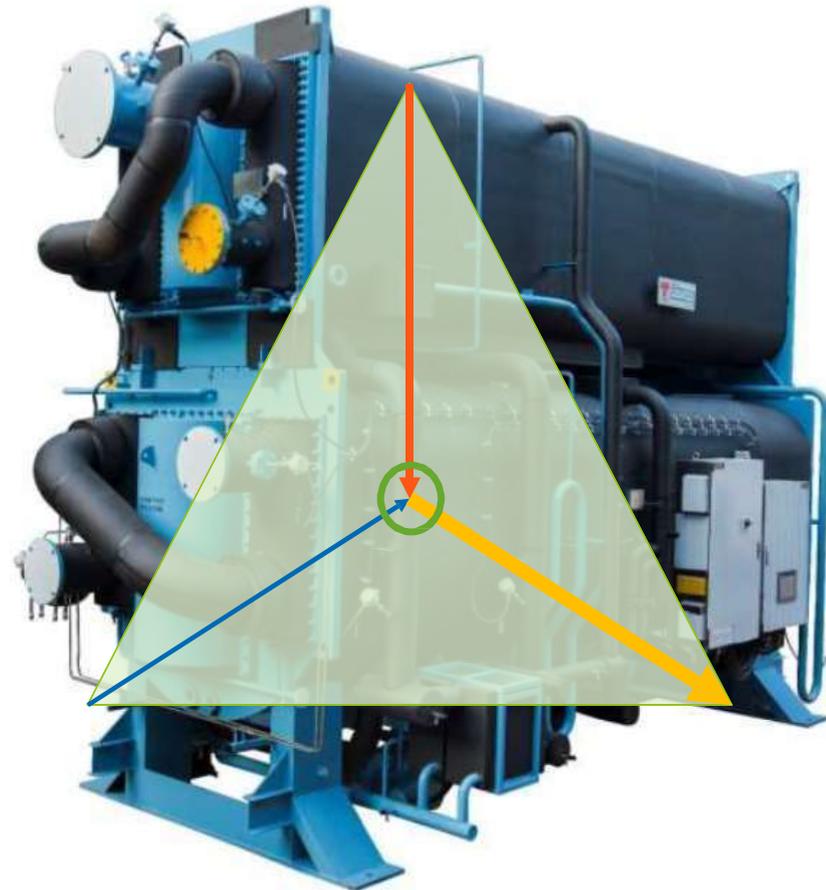
Source chaude /
eau glacée



Énergie motrice
au générateur



Eau de
refroidissement/
Source Froide



Étude de cas: récupération sur réseau de chauffage

Le centre de revalorisation brûle tout au long de l'année les déchets et utilise la chaleur fatale pour alimenter son réseau de chaleur.

Cependant, s'il est aisé de trouver des clients pour revendre cette chaleur en hiver pour des besoins de chauffage ou de process, il en est autrement en été.

Des villes comme Toulouse puis Montpellier ont lancé un programme de refroidissement décentralisé par absorption ce qui permet de maintenir des consommateurs chaud en été. Les sous-stations chauffage sont utilisées pour alimenter les groupes froids absorption qui produisent du froid en ilotage et rejettent les calories dans un aéroréfrigérant.



Étude de cas: récupération sur réseau de chauffage

Dans cette étude de cas, le dimensionnement s'est donc fait en fonction des besoins froids des bâtiments.

Comme toute sélection d'échangeur, les tolérances de calcul sont généralement mentionnées dans les sélections de performance garanties.

Ainsi si on doit avoir différentes conditions de marche (réseau de chauffage urbain à 90°C en hiver et 80°C en été par exemple), il devient important de bien figer plusieurs cas de fonctionnement afin d'avoir une sélection de performance garantie aux différentes sélections.

NOTE: A charge très faible, inférieure à 10-20%, la température de sortie eau glacée peut fluctuer.

Country of Destination	EUROPE				
End User Name	ZAC CARTOUCHERY				
Height Constraint mm	0				
Length Constraint mm	0				
Shipping Data	1 - Piece				
Width Constraint mm	0				
Operating Parameters					
Parameters	UOM	Cool Mode	Simultaneous Mode	Heating Mode	Remark
Commitments to Customer					
Fouling Factor Committed		No			
ARI 500 Committed		No			
F.Loss/Pt Drop Committed		Yes			
Chilled Water/Brine Circuit					
Capacity	TIR	115			404.4kW
Tolerance	%	±10%			
Inlet Temperature	Deg C	15			
Outlet Temperature	Deg C	10			
Volumetric Flow rate	m³/hr	69.7			
Fouling Factor	Metric	Standard			
Passes	Not	2			
Brine & it's %w/w		NA			
Friction Loss	mLC	2.3			
Pressure Drop	mLC	2.6			
Max. All. Working Pr.	tsa(rg)	8			
Nozzle Rating		ASA #150			
Tube MOC		Cu Enhanced			corrugated
Tube Thickness	mm	50			
Cooling Water Circuit					
Inlet Temperature	Deg C	28			
Outlet Temperature	Deg C	35			

Étude de cas: récupération sur réseau de chauffage

Dans le cas de Toulouse, le réseau de chauffage urbain est ancien et bien développé, cependant aucun réseau de froid n'a été mis en place: la solution de produire sur groupe absorption en local à donc aussi permis de ne pas avoir à créer une nouvelle salle des machines pour le réseau de froid, ni de tirer de nouveaux réseaux.



Operating Parameters					
Parameters	UOM	Cool Mode	Simultaneous Mode	Heating Mode	Remark
Cooling Water Circuit					
Volumetric Flow	m ³ /hr	115			
Fouling Factor	Metric	Standard			
Passes	Nos	2/1			2-pass, 1-cond
Bore & It's N/w		NA			
Friction Loss	mLC	2.3			
Flow Sequence		A TO C			
Pressure Drop	mLC	3.1			
Max. All. Working Pr.	(bar/g)	8			
Nozzle Rating		ASA #150			
Abso Tube MOC		Cu Enhanced			Minifinned
Abso Tube Thk.	mm	Std.			
Cond Tube MOC		Cu Enhanced			Kondensated
Cond Tube Thk.	mm	Std.			
LT Hot Water Circuit					
Inlet Temperature	Deg C	95			
Outlet Temperature	Deg C	80			
Volumetric Flow	m ³ /hr	31.4			
Tolerance on Flow %		±10%			
Fouling Factor	Metric	Standard			
Passes	Nos	4			
Bore & It's N/w		NA			
Friction Loss	mLC	2			
Pressure Drop	mLC	2			
Max. All. Working Pr.	(bar/g)	8			
Nozzle Rating		ASA #150			
Tube MOC		SS430Ti ERW - Enhanced			Minifinned with inserts

Étude de cas: récupération sur réseau de chauffage

Dans cette sélection, le groupe absorption développant 404,4kW, consommera 6,9kVA

Pour une puissance au générateur de 546kW, son EER sera donc de 0,74, ce qui représente la capacité de l'échange et de récupération de chaleur fatale.

A préciser que la puissance à dissiper sur les tours adiabatiques sera de +/- 950kW, soit des pompes de refroidissement plus grosses et potentiellement une consommation d'eau à la tour.

Cette « surconsommation » de pompage eau chaude et refroidissement sera toutefois à mettre à la marge car sans le groupe il faudrait évacuer ces calories et consommer plus d'électricité sur le bâtiment (avec un COP de 4 on serait à 100kW).

Operating Parameters					
Parameters	UOM	Cool Mode	Simultaneous Mode	Heating Mode	Remark
LT Hot Water Circuit					
Tube Thickness	mm	1.0			
Control Valve Required		Customer Scope			
Control Valve Type		Electro Pneumatic			
Electrical & Instrument Circuit					
Power Supply	V	3PH, 4W, 415 V, 50Hz			
Tolerance	%	+/-10%V & +/-5%Hz			
Control supply	V	3PH, 110V - 50Hz			
Power Consumption	kVA	6.9			
Area Classification		Safe			
Control Panel		Siemens PLC+Touch Screen HMI			S71200 +TP 700
Control Panel Specs	IP	IP 43 With CRCA Sheet			
Inverter Required		No			
Instruments		Standard			
Switch Gears		Siemens			
Marking		CE			
Connectivity		Modbus			
Units on Operator Interface		SI			
RPMS		No			
Language on HMI		French			
Optional Accesories					
LR Type		Srl. LRI			
Insulation of Machine		Coils & HX in Factory			
Counter Flanges		Yes			
CON Auto-Shut off Valve		No			
Auto Purging		Electrical			
Standby Pumps		No			

Étude de cas: récupération sur réseau de chauffage



Étude de cas: récupération sur bain d'huile

Source de chaleur: Vapeur issue du bain d'huile des pommes de terre

Pression vapeur: 0.0 to 0.3 bar

Gamme de refroidisseur: 50TR to 2000TR

COP: 0.7

Une solution unique développée sur mesure pour récupérer la vapeur basse pression issue des bains d'huile. En effet, une pomme de terre se compose de 75% d'eau qui lorsqu'elle est passée dans un bain d'huile se transforme en vapeur basse pression. Généralement, cette vapeur est relâchée à l'atmosphère.

Cette alternative permet de diriger la chaleur fatale vers un groupe absorption simple effet vapeur afin de produire de l'eau glacée utilisée dans le process (bain froid pour fixer l'amidon), ainsi qu'aux besoins de climatisation.

L'eau de refroidissement, réchauffée au condenseur, est utilisée dans les étapes de lavage.

Un gain énergétique et une limitation de la consommation d'eau sur les sites.



Étude de cas: récupération sur bain d'huile

Le point critique de cette solution a été le traitement des buées chargées en huile et de les diriger vers le générateur à basse pression.

En cas de dépôt de matière organique dans les échangeurs, et au-delà de la perte de qualité d'échange, il pourrait y avoir un développement bactériens et donc un percement de la machine plus ou moins généralisé: défaillance majeure, coût élevé de réparation.

Concernant les autres points de focus, et étant donné la longueur des échangeurs, les sous débits seront dommageables pour les performances, mais les sur débits pourront être catastrophique à cause de la résonance sur les chicanes (exemple de fretting sur chicane/ landing du tube).

NOTE: se conformer au P&ID des constructeurs, sa sélection et ne pas hésiter à discuter de la qualité d'eau en amont des projets.



Étude de cas: PAC/ Condensation de fumées

La biomasse est généralement distribuée pour 40 à 50% d'humidité, ce qui signifie qu'une partie de l'énergie est perdue dans les fumées si on reste sur une combustion standard (fumées à 150°C/ rendement de 90%)

Il est possible d'aller chercher le rendement supérieur de combustion sur une chaudière biomasse en allant condenser les vapeurs dans les fumées (fumées à 28°C/ Rendement de 113%)

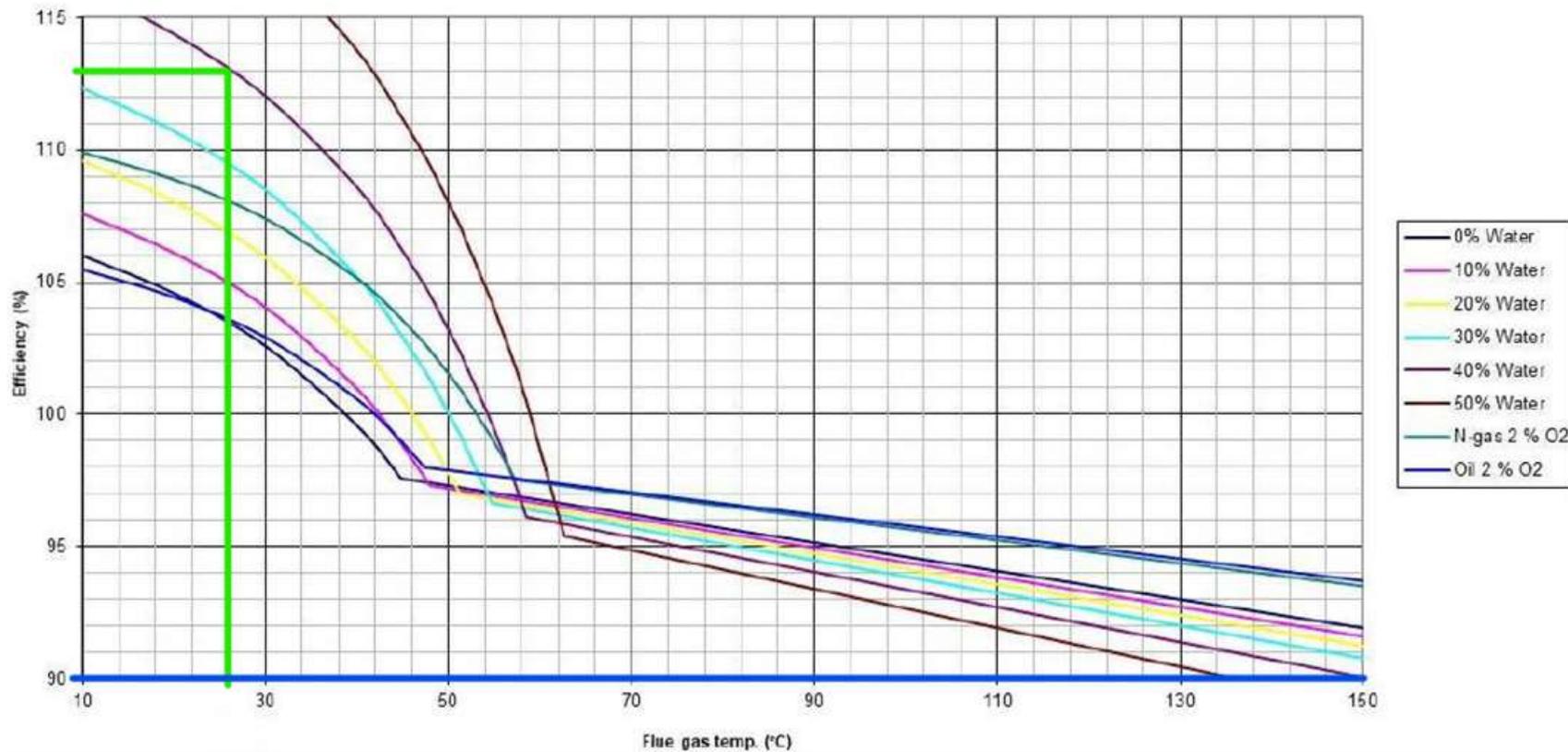
Autrement dit, pour la même quantité de bois, on peut aller chercher plus de puissance à distribuer sur le réseau de chaleur en utilisant les fumées comme source chaude à l'évaporateur et une partie de la chaleur issue de la chaudière au générateur de la PAC absorption.

Attention cependant au traitement des condensats.



Étude de cas: PAC/ Condensation de fumées

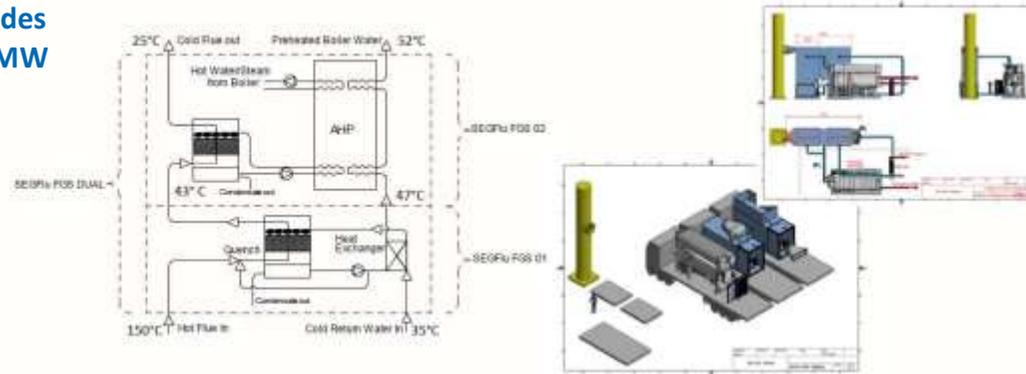
Theoretic boiler efficiency for combustion of wood
 (7 % Oxygen in dry flue gas fraction, 0 °C combustion air, heat loss from boiler surface neglected)



Étude de cas: PAC/ Condensation de fumées



Un standard au Danemark avec des projets de plusieurs dizaine de MW



Un standard au Danemark avec des solutions modulaires selon la puissance.

Ouverture sur la faisabilité de projets (selon constructeurs)

Remote control and data polling

12 / 17 / 2020
15 : 28 : 35

Parameter	Value	Unit	Status
Heat Source Water Inlet	84.2	°C	OK
Heat Source Water Outlet	35.5	°C	OK
District Hot Water Inlet	28.8	°C	OK
District Hot Water Outlet	20.7	°C	OK
Steam Inlet	157.5	°C	OK
HR Inlet	131.3	°C	OK
Generator	137.1	°C	OK
Refrigerant Outlet	48.2	°C	OK
Solar Collector	81.8	°C	OK
V. Abs	69.2	°C	OK
District Solution	73.1	°C	OK
Concentration	55.8	%	OK
Vacuum in mbar(g)	0.5	mbar(g)	OK
Condensate Outlet	55.0	°C	OK
Steam Control Valve Status	ON		OK

HP type II (transformateur de chaleur)



Utilisation en 4 tubes (piscine,...)



Froid négatif jusqu'à -5°C

DESCRIPTION	UNITS	VALUE
Cooling Capacity (±3%)	COP	0.5
	TR	60
	kW	211
A CHILLED WATER CIRCUIT:		
1. Chilled Water Inlet Temperature	°C	4.0
2. Chilled Water Outlet Temperature	°C	-1.0
3. Chilled Water Flow Rate	m ³ /hr	38.2
4. Passes in Evaporator	Nos.	2+2
5. Chilled Water Circuit Friction Loss	K Pa	11.8
6. Glycol in Chilled Water		PG
7. Concentration of Glycol	%	25.0
8. Fouling Factor	m ² °K/kW	Standard
9. Connection Diameter (Indicative)	DN	150.0
10. Maximum Working Pressure	K Pa (g)	785.0

Parameters	Unit	Setting	Min Value
Chilled Water - Boiler Circuit			
Capacity	kW	458	
Tolerance	%	+/-3	
Inlet Temperature	°C	8.0	
Outlet Temperature	°C	3.0	
Minimum Flow rate	m ³ /hr	8.0	
Fouling Factor	m ² /°K/kW	Standard	
Passes	Nos.	3	
Glycol Type		PG	
Glycol Concentration	% by Vol	9	
Pressure Loss	mbar(g)	4.3	
Pressure Drop	mbar(g)	5.2	
Maximum Allowable Working Pressure	mbar(g)	8	
Module Rating		ASH 150	
Tube MOC & Type		Cu Inlet	
Tube Thickness	mm	Standard	
Chilled Water Circuit			
Inlet Temperature	°C	39.0	
Outlet Temperature	°C	45	
Minimum Flow	m ³ /hr	175	
Fouling Factor	m ² /°K/kW	Standard	
Passes	Nos.	2+1	
Glycol Type		PG	
Glycol Concentration	% by Vol	9	
Pressure Loss	mbar(g)	4.4	
Pressure Drop	mbar(g)	5.2	
Maximum Allowable Working Pressure	mbar(g)	8	
Module Rating		ASH 150	
Condenser Tube MOC & Type		Cu Alloy Inlet	
Condenser Tube Thickness	mm	Standard	
Condenser Tube MOC & Type		Cu Alloy Inlet	
Condenser Tube Thickness	mm	Standard	