

Résumé, juin 2005

Potentiel énergétique des pompes à chaleur combinées au couplage chaleur-force

Pour une réduction maximale des
émissions de CO₂ et pour une produc-
tion de courant fossile avec réduction
des émissions de CO₂ en Suisse

Mandant:

Direction de la section Energies renouvelables, Office fédéral de l'énergie OFEN, 3003 Berne

Auteur:

OFEN, F. Rognon, responsable du domaine chaleur ambiante, CCF, froid

Groupe d'accompagnement:

Groupe d'accompagnement du domaine chaleur ambiante, CCF, froid

Office fédéral de l'énergie OFEN

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. 031 322 56 11, fax 031 323 25 00 • Média/Documentation: tél. 031 323 22 44, fax 031 323 25 10
office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/ofen

1. Résumé

En Suisse, la chaleur basse température utilisée pour le chauffage de locaux et la production d'eau chaude provient à 80% par combustion. En 2000, il y avait en Suisse un million de chaudières à gaz ou mazout, qui génèrent environ la moitié des 41,1 millions de tonnes de CO₂ du pays.

Or il existe une solution plus efficace: la pompe à chaleur (PAC). Elle utilise l'énergie renouvelable ambiante (sol, nappes souterraines, eaux lacustres et fluviales, air extérieur) et la restitue à un niveau utilisable. La source de chaleur est constamment renouvelée par le rayonnement solaire, les précipitations et la géothermie.

Grâce à l'énorme potentiel de notre environnement, on peut, en l'état actuel des choses, remplacer la moitié des chaudières par des pompes à chaleur, ce qui correspond à 90 PJ/a de chaleur utile ou 500'000 installations.



Fig. 1: Flux d'énergie des chaudières à combustible fossile

L'électricité d'entraînement des pompes à chaleur provient du remplacement des chauffages électriques et des chaudières par des installations à couplage chaleur-force (CCF) qui exploitent pleinement la chaleur. Le courant nécessaire peut ainsi être entièrement produit sans nécessiter la construction de nouvelles installations de production d'électricité.

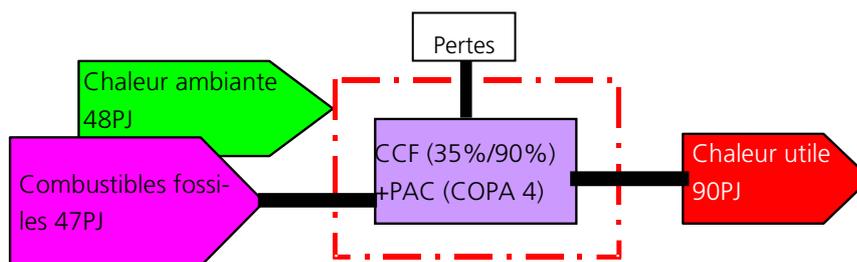


Fig. 2: Flux d'énergie des pompes à chaleur combinées à des installations à couplage chaleur-force

Avec le courant issu du couplage chaleur-force on diminue de moitié l'utilisation de combustibles et les émissions de CO₂. Si l'on considère l'ensemble des émissions de combustibles en Suisse, de 24,3 millions de tonnes de CO₂, la réduction est de 5 millions de tonnes de CO₂, soit 21% des émissions actuelles.

L'électricité d'entraînement peut également provenir de nouvelles centrales à cycle combiné (CCC), avec ou sans utilisation de chaleur. Dans ce cas, la réduction de combustibles et de polluants est plus importante qu'avec un CCF conventionnel. En cas d'utilisation partielle ou totale de la chaleur par la centrale, cette réduction est encore supérieure.

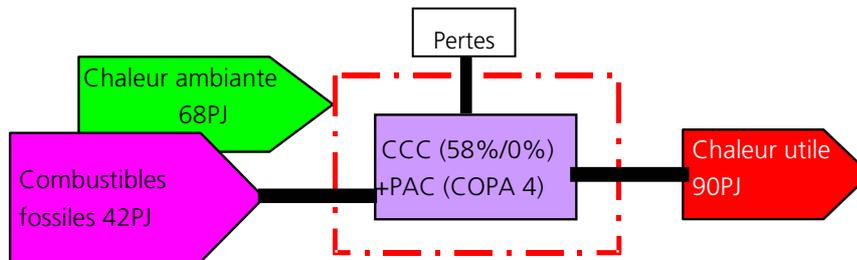


Fig. 3: Flux d'énergie des pompes à chaleur combinées à une (ou plusieurs) centrale(s) à cycle combiné: la totalité du courant actionne des pompes à chaleur.

Autre possibilité: maintenir les émissions de CO_2 au même niveau tout en produisant du courant fossile. Les quantités de CO_2 éliminées grâce au remplacement des chaudières à gaz ou mazout permettent de compenser la production de courant fossile.

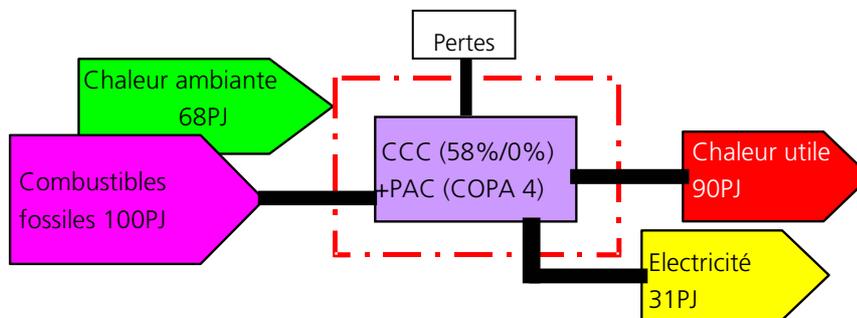


Fig. 4: Flux d'énergie des pompes à chaleur combinées à une (ou plusieurs) centrale(s) à cycle combiné: 42% du courant actionne des pompes à chaleur.

Les émissions de CO_2 restent identiques mais 31 PJ/a, soit 8,6TWh/a, d'électricité sont produits, ce qui représente 15% de la consommation nationale en 2004.

Les potentiels énergétiques et la réduction des émissions de CO₂ se présentent comme suit:

Potentiels (chiffres arrondis!)	Technique (possible du point de vue techni- que)	Réalizable (qui peut être assumé par le marché)	
		2050	d'ici 2010
Energie ambiante (PJ/a)	176	72	10
Contribution aux objectifs de SuisseEnergie (%)	1630%	712%	93%
Chaleur utile produite (PJ/a)	220	90	14.4
Proportion chaleur utile CH	80%	33%	7%
Réduction CO ₂ , nette (t)	12'200'000	5'000'000	800'000
Contribution à la réduction CO ₂ des combustibles (%)	50%	21%	3%
Contribution à la réduction CO ₂ de toute la Suisse (%)	30%	12%	2%

Tableau 1: Potentiels de la chaleur ambiante et de la chaleur utile qui peut en être dégagée grâce aux pompes à chaleur. La production d'électricité d'entraînement est prise en compte dans la réduction des émissions de CO₂.

Converti en nombre d'unités (les chiffres indiqués sont des potentiels, pas des objectifs!):

Potentiels (chiffres arrondis!)	réalisable sur le plan éco- nomique	
	2050	d'ici 2010
Nombre potentiel de PAC par an	40'000	15'000
Part de marché potentielle par an	80%	30%
Nombre potentiel de PAC cumulé	500'000	130'000
Proportion potentielle du parc de chauffage CH	50%	13%

Tableau 2: Potentiels de la chaleur ambiante et de la chaleur utile qui peut en être dégagée grâce aux pompes à chaleur, convertis en nombre d'unités. La production d'électricité d'entraînement est prise en compte dans la réduction des émissions de CO₂.

Extraits des annexes :

- Chiffres de consommation d'électricité

Ce sont surtout des pompes à chaleur électriques qui seront installées. L'évolution la plus récente tend également dans cette direction, notamment avec les pompes à chaleur à effet magnéto-calorique. Nous souhaitons ci-après rappeler quelques chiffres pour la consommation d'électricité.

	TWh/a	En % de la consommation 2003 de la CH
Consommation de toutes les PAC 2000	0.61	1.1
Consommation de toutes les PAC 2003	0.69	1.2
Consommation de toutes les PAC 2004	0.70	1.2
Consommation potentielle de toutes les PAC 2010	1.22	2.2
Consommation potentielle de toutes les PAC 2050	5.0	10.0
Consommation chauffages électriques	3.0	5.5
Consommation brûleurs à gaz/mazout	0.6	1.1
Consommation installations de froid (climatisation, refroidissement...)	5.5	9.1
Consommation appareils ménagers	7.1	12.9
Réfrigérateurs et congélateurs	2.5	4.5
Lave-vaisselle	0.4	0.7
Machines à laver	0.6	1.1
Sèche-linge	0.4	0.7
Machines à café	0.4	0.7
Consommation pour éclairage	5.8	10.5
Consommation pour bureau, communications	1.5	2.7
Consommation électronique de loisirs	1.2	2.2

Tableau 3: consommation d'électricité dans certaines catégories, selon l'OFEN

Les pompes à chaleur utilisent relativement peu d'électricité: fin 2003, elles consommaient à peu près autant que les machines à laver. Fin 2050, les PAC consommeront environ les 2/3 de la consommation de tous les appareils ménagers, si le potentiel est entièrement exploité. L'augmentation de la consommation causée par la mise en service de nouvelles pompes à chaleur peut en grande partie être compensée par le remplacement des chauffages électriques. A terme, il est possible d'augmenter l'efficacité des appareils ménagers et des installations de froid de 25% environ en moyenne.

- Liste des abréviations

a, /a	an, par an
A/E	air/eau
CCC	centrale à cycle combiné (centrale avec turbine à gaz et à vapeur)
CCF	couplage chaleur-force
CH	Suisse
COPA	coefficient de performance annuel
CORE	Commission fédérale pour la recherche énergétique
E/E	eau/eau
ECS	eau chaude sanitaire
el	électrique
équiv.	équivalent
g	gramme
GWh	gigawattheure
h	heure
kW	kilowatt
PAC	pompe à chaleur
PJ	pétajoule
S/W	sol/eau
T	tonne
TAG-TAV	turbine à gaz et à vapeur
th	Thermique
TJ	térajoule
TWh	térawattheure

- Vue d'ensemble marché du chauffage 2000 et 2003

Données tirées des statistiques relatives aux énergies renouvelables de l'OFEN, 2003 et procal (www.procal.ch/statistik.html)

Remarque: environ 80% des chaudières remplacent des chaudières existantes

CHAUFFAGES		2000	2003	2003
Chaudière à mazout	conv.	21200	17000	40%
	à condensation	0	950	2%
Chaudière à gaz	toutes	12770	14510	34%
Chaudière à combustible solide	toutes	950	860	2%
Pompe à chaleur		7164	8732	20%
Chaudière à bois	pellets	330	617	1%
	automatique<50kW	67	136	0%
	automatique>50kW	258	134	0%
TOTAL		42739	42939	
CHAUFFE-EAU		2000	2003	
Boiler à gaz	tous	990	870	
Chauffe-eau	tous	28185	28510	
Chauffe-eau instantané		2300	2000	
Pompe à chaleur	toutes	244	400	
TOTAL		31719	31780	

TOTAL chauffages + chauffe-eau	74458	74719
--------------------------------	-------	-------

- Vue d'ensemble agents énergétiques des chauffages dans les bâtiments, selon recensement de la population 2000.

Bâtiments selon mode de chauffage et principal agent énergétique					
Données issues de: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/bau-_und_wohnungswesen/gebaeude_und_wohnungen/blank/kennzahlen0/gebaeude/heizung.html					
	Année	1990	1990	2000	2000
		absolu	en %	absolu	en %
Principal agent énergétique		1990		2000	
	Mazout	756'001	58,7	814'827	56,0
	Bois	221'910	17,2	189'571	13,0
	Pompe à chaleur	24'744	1,9	60'109	4,1
	Electricité	155'020	12,0	166'248	11,4
	Gaz	110'149	8,6	200'187	13,8
	Chaleur à distance	14'280	1,1	20'593	1,4
	Charbon	5'241	0,4	1'057	0,1
	Capteur solaire	375	0,0	944	0,1
	Autres	366	0,0	964	0,1
		1'288'086		1'454'500	