



# CCF – technique pour le tournant énergétique

**Le couplage chaleur-force (CCF) peut être parfaitement intégré dans l’approvisionnement électrique de demain, qui ne sera pas seulement plus volatile, mais également décentralisé. Outre l’électricité tirée de l’énergie solaire et hydraulique, le couplage chaleur-force pourrait fournir une contribution fiable et efficace dans le cadre du tournant énergétique. Les installations de couplage chaleur-force produisent également du courant de qualité supérieure en sus de la chaleur.**

Cette plus-value comparée à la production de chaleur dans des chaudières est le principal argument en faveur du couplage chaleur-force. Les grandes centrales peuvent être remplacées par des installations CCF et des systèmes destinés à produire des énergies renouvelables. Les infrastructures existantes sont également à disposition pour le couplage chaleur-force fonctionnant au gaz. L’approvisionnement en gaz naturel via le réseau de distribution existant est en effet d’ores et déjà garanti dans de vastes régions du pays. Les centrales de chauffage et les caves comptent suffisamment de place à cette fin, et les systèmes et composants ont fait leur preuve.

## **Les assainissements sont particulièrement indiqués**

La modernisation de l’installation de chauffage dans le cadre d’un assainissement est à recommander, ne serait-ce que pour des raisons d’efficacité énergétique. Une occasion idéale pour passer au couplage chaleur-force, une alternative sérieuse à la chaudière,

respectivement à la pompe à chaleur électrique. Il arrive en effet souvent que les bâtiments existants offrent une densité énergétique qui rend particulièrement attractives les installations CCF en cas de longues périodes de chauffage. En outre, la construction existante et l’alimentation en énergie avec raccordement au gaz naturel, la chaufferie, la distribution hydraulique du chauffage et la production d’eau chaude conviennent très bien pour un raccordement à une installation CCF.

## **Décentralisé et orienté vers les besoins**

Le fait que l’offre et la demande ne coïncident souvent pas est une caractéristique clé de la couverture énergétique. La chaleur peut être stockée dans des accumulateurs ad hoc, ce qui peut toutefois induire des coûts considérables, en particulier lorsque les volumes sont importants. C’est pourquoi – et la loi l’exige également d’ailleurs – l’exploitation d’installations CCF s’oriente en général vers le besoin en chaleur et la production de cette dernière.



*Illustration 1: Une centrale thermique (CCF) avec une puissance de 240 kW<sub>el</sub> et 365 kW<sub>th</sub>*

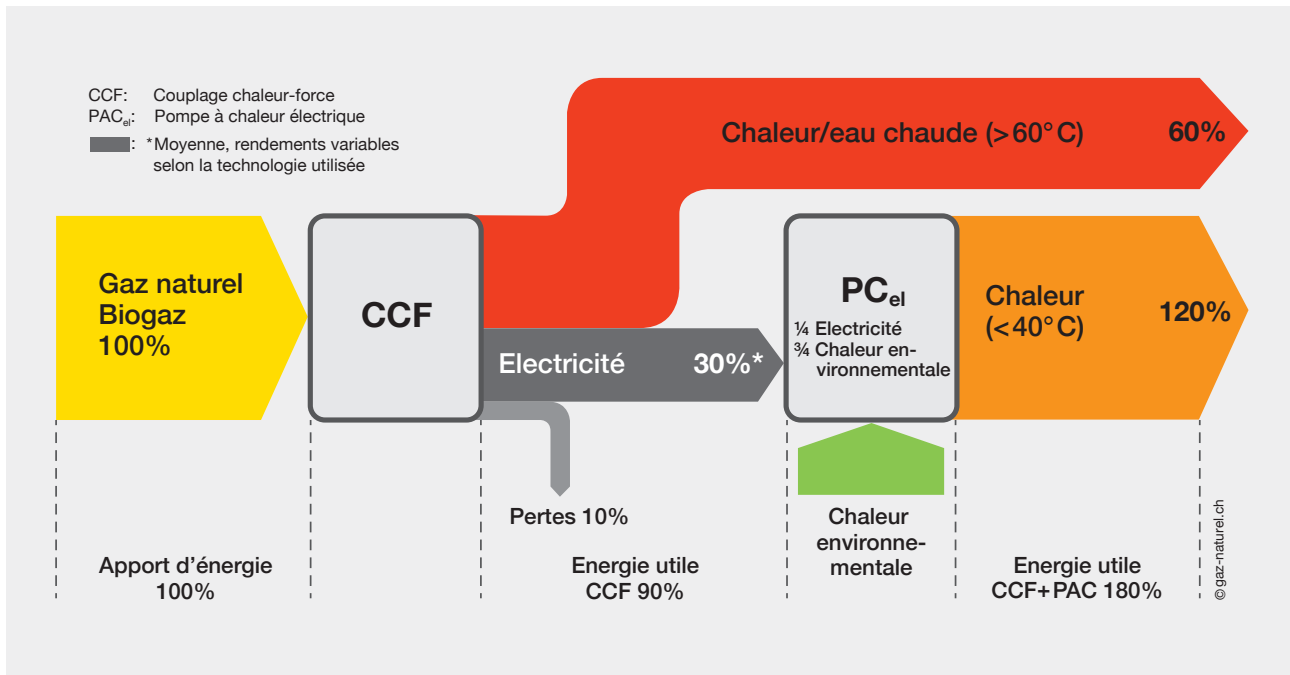


Illustration 2: La combinaison de CCF et de PC permet une utilisation efficace de l'énergie.

### Les installations CCF créent de la plus-value

Sur les 90 pour cent de l'énergie générée, un tiers l'est sous forme de courant. Dans une pompe à chaleur, ces 30 pour cent fournissent 120 autres pour cent en chaleur, ce qui représente un rendement de 180 pour cent de chaleur (Illustration 2). Le courant produit par une installation CCF remplace donc le courant acheté.

### PV en été – CCF en hiver

L'électricité atomique (soit 40 pour cent du mix d'électricité suisse) doit être remplacée d'ici 2035 par des énergies renouvelables. Selon une étude de Prognos, il faut s'attendre durant le semestre d'hiver à un déficit de la couverture en électricité produite en Suisse. Ce déficit pourrait être comblé au mieux par la production de courant décentralisée via des installations de couplage chaleur-force (CCF).

Les développements constatés ces dernières années dans les technologies PV permettent de considérer que le niveau d'efficacité du système pourrait être de 30 pour cent à l'avenir. On suppose que ces modules PV produiraient également un surplus de courant, principalement en été. Contrairement à l'électricité produite par des CCF, celle d'origine photovoltaïque ne peut être planifiée de manière fiable.

En 2035	Eté	Hiver	Année
Consommation CH	27,0 TWh	33,0 TWh	60,0 TWh
Production CH	29,5 TWh	25,5 TWh	55,0 TWh
Excédent d'électricité	+2,5 TWh		
Déficit d'électricité		-7,5 TWh	-5,0 TWh

Source: OFEN/Prognos

Illustration 3: Production et consommation d'électricité en Suisse en 2035 (en TWh).

### Les avantages d'une stratégie CCF-PV:

- La sécurité de l'approvisionnement en chaleur et en électricité s'en trouve améliorée.
- Le réseau de gaz fait également office d'accumulateur de courant, ce qui s'avère très rentable compte tenu de l'infrastructure déjà existante.
- La mise en place d'une installation PV dans une maison équipée d'une installation CCF n'est pas nécessaire. La combinaison de PV et de CCF est en effet déjà réalisée en raison de la convergence des réseaux.
- Etant donné que chaque bâtiment a des besoins en énergie différents (électricité/chaleur), il faut également qu'une couverture fiable soit garantie durant les mois d'hiver.

### L'option «vague électrique»

Une installation de couplage chaleur-force alimentée au gaz naturel représente une option intéressante: elle permet de compléter une production de chaleur avec une pompe à chaleur, un complément appelé «vague électrique». Ce système permet de produire 180 pour cent de chaleur avec un apport de 100 pour cent de gaz naturel, de biogaz respectivement (Illustration 2). La production de chaleur avec trois modules – l'installation CCF, la pompe à chaleur et la chaudière à gaz pour les pointes de consommation – permet d'enclencher les systèmes en fonction du besoin en chaleur. Pour l'exploitation en cascade, il est nécessaire d'avoir une commande centrale qui permet de gérer les trois modules, si possible en connexion avec l'automatisation du bâtiment. Contrairement à la vague mécanique, le «pont» électrique ne nécessite

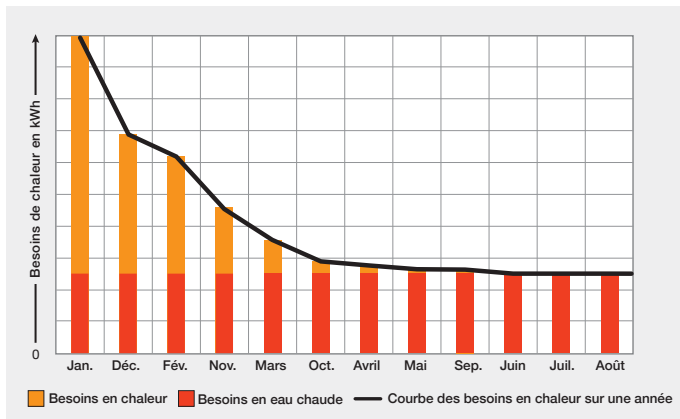


Illustration 4: Courbe annuelle en fonction des besoins en chaleur.



Illustration 5: CCF avec une puissance de 5 kW<sub>el</sub> et 14 kW<sub>th</sub>

Durée d'exploitation en h/a	Catégorie 1		Catégorie 2		Catégorie 3		Catégorie 4		Catégorie 5	
	5 kW <sub>el</sub>	14 kW <sub>th</sub>	20 kW <sub>el</sub>	40 kW <sub>th</sub>	50 kW <sub>el</sub>	70 kW <sub>th</sub>	100 kW <sub>el</sub>	120 kW <sub>th</sub>	220 kW <sub>el</sub>	250 kW <sub>th</sub>
	Production d'électricité et de chaleur en kWh/a									
250	1250	3500	5000	10 000	12 500	17 500	25 000	30 000	55 000	62 500
500	2500	7000	10 000	20 000	25 000	35 000	50 000	60 000	110 000	125 000
1000	5000	14 000	20 000	40 000	50 000	70 000	100 000	120 000	220 000	250 000
1500	7500	21 000	30 000	60 000	75 000	105 000	150 000	180 000	330 000	375 000
2000	10 000	28 000	40 000	80 000	100 000	140 000	200 000	240 000	440 000	500 000
2500	12 500	35 000	50 000	100 000	125 000	175 000	250 000	300 000	550 000	625 000
3000	15 000	42 000	60 000	120 000	150 000	210 000	300 000	360 000	660 000	750 000

Illustration 6: CCF pour produire du courant et de la chaleur en fonction de la puissance et de la durée de fonctionnement.

aucun entretien. La structure modulaire de la production de chaleur présente en outre l'avantage d'être très disponible. Et si par hypothèse – relativement improbable – un système tombe en panne, les deux autres sont pleinement opérationnels.

### Intégrer les installations CCF dans les bâtiments

Les centrales thermiques en montage-bloc offrent des avantages notables, pour autant qu'elles soient correctement intégrées dans la structure des besoins en énergie thermique et électrique. Les CCF peuvent être utilisées pour produire de la chaleur et de l'électricité, ainsi que comme groupe électrogène de secours. Une CCF conçue pour couvrir les besoins en électricité sera également judicieuse lorsqu'elle permet de réduire les coûts élevés du courant. Etant donné que la chaleur doit être utilisée selon les prescriptions légales, un accumulateur de chaleur offre plus de flexibilité, la production de courant étant découplée au niveau temporel du besoin en chaleur. L'accumulateur offre ici une alternative à l'aménagement modulaire mentionné. On prévoira un chauffage d'appoint aussi bien pour une CCF destinée à couvrir les besoins en électricité que pour une installation censée couvrir les besoins en chaleur. De petites CCF (< 20 kW<sub>el</sub>) peuvent également être exploitées en mode monovalent.

Le besoin annuel en chaleur est déterminant pour définir la puis-

sance d'une CCF. La couverture en chaleur d'une installation de ce type se situe entre 30 et 100 pour cent selon sa conception. On représente dans un premier temps la courbe des besoins en chaleur pour une année. Le besoin en chaleur est ensuite réparti dans un ordre décroissant de la consommation (Illustration 4). On peut ensuite, grâce à cette courbe annuelle, utiliser au mieux la CCF en fonction des besoins spécifiques à l'objet concerné.

### Gaz naturel/biogaz –

#### un agent énergétique de qualité supérieure

La force motrice de la chaleur a été affirmée il y a 200 ans déjà par Sadi Carnot: «la chaleur décroissante de haut en bas, comparable à une chute d'eau, meut les machines.» La différence exergétique produit des énergies de diverses valeurs – de la chaleur, mais aussi du courant de qualité supérieure. Cette plus-value comparée à la production de chaleur dans des chaudières est le principal argument en faveur du couplage chaleur-force. Le gaz naturel et le biogaz sont certes des combustibles très répandus, mais ils sont de plus en plus utilisés comme carburant, et pas seulement sur les routes. Le potentiel de ces combustibles écologiques est surtout prometteur pour le futur. Le biogaz et le gaz naturel peuvent en effet être exploités jusqu'au dernier kilowattheure et fournissent ainsi une précieuse contribution au tournant énergétique.

# CCF et PC: Production de courant en propre

L'immeuble locatif Minergie construit en 2012 est exemplaire sur le plan énergétique et le standard d'aménagement remplit les exigences d'un habitat de qualité. Le maître d'ouvrage a donc tout naturellement opté pour un système de chauffage hybride avec CCF (Couplage chaleur-force) et PC (Pompe à chaleur). Le système est réglé de telle sorte que les deux appareils fonctionnent en même temps. Le CCF fournit ainsi le courant pour la pompe à chaleur. En tournant 1500 heures par année, l'installation produit suffisamment de chaleur et d'eau chaude pour tout l'immeuble. Des installations CCF à courtes durées sont également judicieuses lorsqu'elles sont combinées avec une PC comme c'est le cas pour cet immeuble.



**«J'aimerais que mes locataires se sentent bien et qu'ils puissent jouir d'un confort comparable à celui d'un appartement en copropriété.»**  
Willi Rutz, propriétaire

Immeuble locatif à Hüttwilen TG   Minergie N° TG-1634		
Besoin total en énergie	53 117 kWh/a	Chaleur et eau chaude
Production de chaleur par CCF	19 919 kWh/a	1509 heures par an
Production de chaleur par PC	33 198 kWh/a	1509 heures par an
Production de courant par CCF	7847 kWh/a	1509 heures par an
Couplage Chaleur Force (CCF)	5,2 kW <sub>el</sub>   13,2 kW <sub>th</sub>	Dachs G 5.0 de Senertec
Pompe à chaleur (PC)	4,4 kW <sub>el</sub>   22,0 kW <sub>th</sub>	1509 heures par an
Sondes avec répartition sol/eau	2 sondes à 200 m	Sondes enclenchées en parallèle
Réservoir eau chaude	2 sondes à 200 m	Préparé pour des collecteurs solaires
Accumulateur	2 à 1000 litres	Accumulateur enclenché en parallèle
Vecteurs énergétiques	Gaz naturel   Electricité	

