

Planification énergétique territoriale, novembre 2024

# Module 5 : Production de chaleur et de froid

## Domaines d'application et caractéristiques

Des outils pour un approvisionnement en chaleur et en froid adapté à l'avenir  
Information pour les autorités communales et les professionnels

## Mentions légales

**Editeur** : SuisseEnergie pour les communes

**Première impression** : février 2011 ; révision : février 2019 ; révision : 2024

**Mandataire** : PLANAR AG für Raumentwicklung, 8055 Zurich ;

**Soutien** : Brandes Energie AG, econcept AG ; Planair

**Groupe d'accompagnement Révision 2024** : cantons d'Argovie, canton de Berne, canton de Zurich, ville de Schaffhouse, ville de Bienne, ville de Zurich, Office fédéral du développement territorial (ARE), Office fédéral de l'énergie (OFEN), Réseaux thermiques suisses

Cette étude a été réalisée sur mandat de SuisseEnergie.  
Les auteurs sont seuls responsables de leur contenu.

## Module 5 en bref

### Modes de production de chaleur et de froid

Pour l'approvisionnement en chaleur et en froid, non seulement les différentes sources énergétiques, mais également les différents modes de production sont d'une grande importance pour une production aussi efficace que possible.

On peut distinguer les types de production de chaleur suivants en termes d'application, d'utilisation et d'impact sur l'environnement :

- Pompes à chaleur (PAC)
- Chaudières
- Utilisation de l'énergie solaire
- Couplage chaleur-force

Pour exploiter les réseaux thermiques de manière efficace et économique, il est possible d'utiliser et de combiner différents systèmes de production de chaleur tels que le couplage chaleur-force, les pompes à chaleur à plusieurs niveaux et le chauffage au bois. Les réseaux thermiques permettent également d'alimenter simultanément en chaleur et en froid les zones qui en ont besoin.

### Couplage de secteurs

Le couplage des secteurs est une condition préalable à la décarbonation de l'approvisionnement en énergie. Des garanties d'emplacement sont nécessaires pour les installations correspondantes.

### Informations complémentaires et liens

- Bases des réseaux thermiques Module 7
- Annexe séparée pour les modules 1 à 10

## Table des matières

<b>1.</b>	<b>Types de production de chaleur .....</b>	<b>4</b>
1.1	Pompe à chaleur (PAC).....	4
1.2	Chaudières.....	6
1.2.1	Chaudières à bois.....	6
1.2.2	Centrales thermiques au bois .....	6
1.2.3	Chaudières fossiles .....	6
1.3	Utilisation de l'énergie solaire .....	7
1.3.1	Couplage chaleur-force .....	9
1.4	Combinaisons de sources de chaleur (systèmes bivalents) .....	10
<b>2.</b>	<b>Types de production de froid .....</b>	<b>11</b>
2.1	Différents types de production de froid.....	11
<b>3.</b>	<b>Couplage de secteurs .....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Source.....</b>	<b>14</b>



- Dans un réseau thermique ou pour la production d'eau chaude il convient, pour des raisons d'efficacité, d'utiliser des pompes à chaleur couplées en série ou des pompes à chaleur avec des compresseurs à deux étages (y compris couverture de pointe, systèmes bivalents).
- Les pompes à chaleur qui tirent leur énergie du sol, des eaux de surface et souterraines ou des eaux usées peuvent également être utilisées pour refroidir les bâtiments en été.

### Efficacité opérationnelle et coefficient de performance annuel

Le terme de coefficient de performance annuel (COP) est utilisé pour mesurer l'efficacité d'une installation de pompe à chaleur. Le COP correspond au rapport entre l'énergie produite par an (chaleur dégagée) et l'énergie fournie par an (électricité). Plus le COP est élevé, plus la pompe à chaleur (PAC) est efficace. Une efficacité de fonctionnement élevée est réalisable si la température de départ dans le système de chauffage est la plus basse possible et si la source de chaleur présente une température élevée constante pendant les mois d'hiver importants pour le chauffage.

### Domaines d'application des pompes à chaleur (PAC)

Source de chaleur PAC	Domaine d'utilisation
<b>Eaux usées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Utile à partir d'une puissance de chauffage de 150 kW (bivalent)</li> <li>– Utilisation de la chaleur résiduelle des eaux usées brutes ou épurées en cas de débit constant des eaux usées (au moins 10 l/s) et de refroidissement admissible en amont de la STEP.</li> <li>– En cas de faible production d'eaux usées, il est possible, le cas échéant, d'utiliser la chaleur des eaux usées brutes, même en cas de faible quantité, au moyen d'accumulateurs journaliers et de pompes à chaleur (PAC). Les quantités d'eaux usées sont soumises à de fortes variations au cours de la journée. Pendant la nuit et jusqu'au pic du matin (besoin(s) en chaleur le plus élevé), la quantité d'eaux usées est à chaque fois la plus faible. L'utilisation d'accumulateurs journaliers permet d'absorber ces fluctuations.</li> </ul>
<b>Géothermie non profonde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systèmes généralement très efficaces ; régénération des sondes géothermiques recommandée (stockage saisonnier)</li> <li>– Sondes géothermiques possibles uniquement en dehors des nappes phréatiques et des zones karstiques (autorisation cantonale)</li> </ul>
<b>Eaux souterraines (eau de source et eau potable)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Judicieux à partir d'une puissance de chauffage de 20 kW (respecter les prescriptions des cantons concernant la puissance minimale).</li> <li>– Captages uniquement avec concession cantonale</li> </ul>
<b>Eaux de surface</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Judicieux à partir d'une puissance de chauffage de 20 kW (respecter les prescriptions des cantons concernant la puissance minimale).</li> <li>– Captages uniquement avec concession cantonale</li> </ul>
<b>Air ambiant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Seules les petites installations sont judicieuses (basses températures de l'air extérieur pendant la période de chauffage ; les PAC air-eau ont un COP plus bas ; tenir compte des problèmes de bruit).</li> </ul>

Tableau 1 : Différents domaines d'utilisation des sources de chaleur pour les pompes à chaleur (PAC)

## Glossaire

Systèmes mono et bivalents : les systèmes de production de chaleur sont différenciés en fonction du nombre de générateurs de chaleur utilisés. Si un système doit fournir la puissance de chauffage nécessaire dans tous les états de fonctionnement possibles, on parle de systèmes monovalents. Dans le cas des systèmes bivalents, des producteurs supplémentaires sont connectés en alternance ou en parallèle pour couvrir les charges de pointe.

## 1.2 Chaudières

La chaleur est produite par la combustion de combustibles tels que le bois énergie - bûches, copeaux de bois ou pellets - ainsi que le fioul ou le gaz. En raison de la nocivité de la plupart des combustibles pour le climat et de la rareté du bois-énergie de ces sources énergétiques, celles-ci doivent être utilisées en premier lieu pour des processus à haute température dans l'industrie et ne peuvent être utilisées pour produire du chauffage et de l'eau chaude qu'en l'absence d'alternatives.

### 1.2.1 Chaudières à bois

Pour la planification énergétique territoriale, ce sont principalement les centrales de chauffage au bois ainsi que les installations de chauffage à copeaux de bois qui sont importantes, car elles servent à l'approvisionnement du réseau thermique avec la source énergétique renouvelable qu'est le bois. Les grandes installations de chauffage au bois ont l'avantage de pouvoir être exploitées plus efficacement que les petites installations et d'émettre spécifiquement moins de polluants. Le dimensionnement approprié des installations est une condition préalable importante (voir QM Chauffages au bois 2022) :

- Le domaine d'utilisation optimal des chauffages au bois est la chaleur de process. Dans des cas exceptionnels, les chauffages au bois conviennent également à l'approvisionnement en chaleur (chaleur ambiante et eau chaude) de bâtiments moins bien isolés. Les chauffages à copeaux de bois sont plutôt utilisés dans les immeubles collectifs ou les écoles ; pour les petits bâtiments et les maisons individuelles, les chauffages automatiques à pellets font leurs preuves.
- La combustion est neutre en CO<sub>2</sub> ; en revanche, d'autres polluants atmosphériques sont également émis - poussières fines, oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et monoxyde de carbone (CO). Il peut être nécessaire d'éviter les zones polluées.
- L'énergie du bois est aujourd'hui la deuxième source énergétique renouvelable la plus utilisée en Suisse, après l'énergie hydraulique. Le potentiel du bois-énergie en Suisse est déjà exploité à 7/8 et la tendance est à la hausse. Le potentiel résiduel de bois-énergie est donc limité. Les réserves sont disponibles de manière différente selon les régions. Il est donc recommandé aux personnes investissant dans de grandes installations utilisant du bois-énergie de s'assurer au préalable de la quantité de bois-énergie dont elles ont besoin (OFEV 2024b).
- L'utilisation du bois-énergie fait partie intégrante de la gestion durable des forêts. En outre, elle permet d'augmenter la valeur ajoutée régionale. Comme par le passé, la priorité est donnée à la valorisation matière plutôt qu'à la valorisation énergétique.

### 1.2.2 Centrales thermiques au bois

Comme les centrales de chauffage au bois doivent également utiliser une grande partie de la chaleur générée par la production d'électricité, il n'existe que peu de sites où les conditions sont réunies pour une exploitation rentable des centrales de chauffage au bois.

### 1.2.3 Chaudières fossiles

Les chauffages au mazout ou au gaz naturel émettent de nombreux gaz à effet de serre. Les chauffages fossiles doivent donc être limités à des applications spéciales, comme les processus à haute température instables et, le cas échéant, à la redondance, à la couverture de pointe des réseaux thermiques et à la sécurité d'approvisionnement des infrastructures critiques. En outre, il convient de réduire autant que possible la couverture de pointe en optimisant l'exploitation et en stockant la chaleur. La technique de combustion a été constamment améliorée au cours des dernières années. L'utilisation de la chaleur des gaz de combustion dans la chaudière à condensation permet d'augmenter le rendement en conséquence.

Dans la mesure du possible, le mazout et le gaz naturel doivent être remplacés par des sources énergétiques renouvelables ou du gaz renouvelable. Des couvertures de pointe renouvelables peuvent être réalisées, entre autres, avec du biogaz, des chaudières à électrodes (courant, électricité), de l'hydrogène, du méthanol ou du bois.

### Production de chaleur par les chaudières

Combustibles	Domaine d'utilisation	Valeurs caractéristiques pour la planification	Émissions
<b>Copeaux de bois</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Centrale de chauffage avec réseau thermique</li> <li>– (à partir de 150 kW jusqu'à 10 MW) et chaleur destinée aux processus industriels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Contenu énergétique : 500 à 1'100 kWh/Sm<sup>3</sup></li> <li>– Les installations présentent une plage de puissance variable</li> <li>– Souvent des systèmes bivalents avec une chaudière supplémentaire au mazout ou au gaz</li> <li>– Les installations sont réalisées avec un stockage et, en général, un dépoussiéreur de particules fines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Combustion neutre en CO<sub>2</sub> (11 g CO<sub>2</sub>/kWh)</li> </ul>
<b>Pellets</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normalement maisons individuelles et habitations collectives</li> <li>– (15 à 70 kW)</li> <li>– grandes installations avec réseau thermique (jusqu'à 1 MW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Contenu énergétique : environ 3'300 kWh/Sm<sup>3</sup></li> <li>– Volume de stockage nécessaire inférieur à celui des chaudières à copeaux de bois</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– presque neutre en CO<sub>2</sub></li> <li>– Incinération (28 g CO<sub>2</sub>/kWh)</li> </ul>
<b>Gaz renouvelables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Seulement en cas d'absence d'alternative pour :</li> <li>– Chaleur de process</li> <li>– Sécurité d'approvisionnement des infrastructures critiques (p. ex. hôpitaux)</li> <li>– Couverture de pointe et sécurité d'approvisionnement du réseau thermique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rendement élevé grâce à la technique de combustion par condensation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Émissions de CO<sub>2</sub> élevées :</li> <li>– Biogaz 124 g CO<sub>2</sub>/kWh,</li> </ul>

Tableau 2 : Production d'énergie par les foyers (équivalents CO<sub>2</sub> du KBOB 2023)

### 1.3 Utilisation de l'énergie solaire

L'énergie solaire peut être utilisée pour produire de la chaleur à l'aide de capteurs solaires installés sur le toit ou sur la façade d'un bâtiment. La chaleur obtenue peut être utilisée aux fins suivantes :

- Mise à disposition d'eau chaude sanitaire : indépendamment de l'état d'isolation du bâtiment, le chauffage de l'eau chaude sanitaire peut être réalisé à l'aide de capteurs solaires. Il est recommandé de faire appel à une deuxième source de chaleur en plus de l'énergie solaire pendant les mois d'hiver afin de garantir la mise à disposition tout au long de l'année.
- Régénération des sondes géothermiques (en tant qu'accumulateur saisonnier) et de l'accumulateur en fosse : la régénération des sondes géothermiques et de l'accumulateur en fosse permet, en été, d'évacuer dans le sol la chaleur excédentaire de l'installation solaire. Cela permet d'une part d'obtenir des températures plus élevées en hiver à partir de la sonde géothermique et d'autre part d'éviter un refroidissement du sous-sol au fil des années d'exploitation.

- Appoint au chauffage : l'appoint au chauffage par une installation solaire - complétée par un accumulateur largement dimensionné - est particulièrement approprié dans les bâtiments bien isolés. L'utilisation de l'énergie solaire à des fins de chauffage peut être combinée avec tous les systèmes de chauffage. Les avantages de la chaleur solaire peuvent être exploités de manière optimale, en particulier en combinaison avec des réseaux thermiques, avec la source énergétique biomasse. Si la surface de capteur et l'accumulateur sont correctement dimensionnés, les besoins estivaux en chaleur peuvent être entièrement couverts par le solaire thermique. Les rendements peuvent être optimisés par des températures de fonctionnement basses.
- Fonctionnement estival des réseaux thermiques : intégrés dans un réseau thermique, les capteurs solaires permettent de mettre hors service l'installation de chauffage primaire pendant les mois d'été.
- Mise à disposition de chaleur de process : environ la moitié de tous les processus de production ne nécessite que des températures allant jusqu'à 250 °C. Cette énergie peut être fournie par la chaleur du soleil. Les installations actuelles se trouvent principalement dans l'industrie alimentaire et des boissons, dans l'industrie textile et chimique ainsi que dans les processus de lavage simples, comme les stations de lavage de voitures. Mais le solaire thermique est également souvent utilisé dans les piscines en plein air (Swissolar 2024).

La quantité d'énergie solaire produite dépend entre autres des facteurs suivants :

- Ensoleillement local : l'ensoleillement local dépend de la position du soleil, des conditions météorologiques, de l'altitude du site et de la pollution atmosphérique. En Suisse, les valeurs les plus faibles sont obtenues dans les régions basses, plus brumeuses et plus nuageuses, et les plus élevées dans les régions des hautes Alpes.
- Orientation des capteurs solaires : selon l'orientation des capteurs solaires (angle d'inclinaison et orientation) et le rayonnement solaire local, il est possible d'obtenir des rendements énergétiques plus ou moins élevés (figure 2).

Sur le rayonnement solaire disponible, environ 60 % du rayonnement incident peut être utilisé pour la production de chaleur, selon le type d'installation.

#### ORIENTATION OPTIMALE DES CAPTEURS SOLAIRES

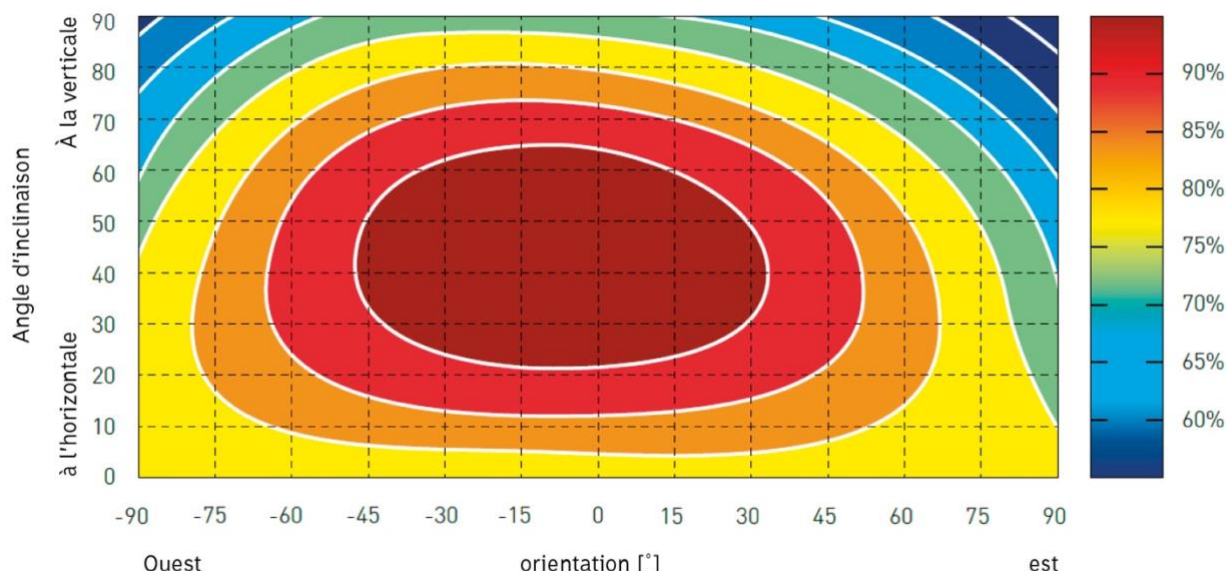


Figure 2: Orientation et rendement des installations photovoltaïques (Swissolar 2024)



### Régénération des sondes géothermiques

Dans les régions où plusieurs sondes géothermiques sont placées très près les unes des autres, le sol peut se refroidir au fil des ans et nuire à l'efficacité de l'installation. Pour éviter le refroidissement du sol, les sondes peuvent être régénérées pendant les mois d'été. Cela peut se faire par free-cooling (fonctionnement des pompes de circulation du système de chauffage uniquement) ou par stockage actif de la chaleur (par ex. de capteurs solaires) dans les sondes (SuisseEnergie 2024a). La norme SIA 384/6:2021 régit la conception et la régénération des sondes géothermiques.

### Surface nécessaire pour les capteurs solaires

Indépendamment de son emplacement en Suisse, 1 m<sup>2</sup> de surface de capteur permet de couvrir annuellement jusqu'à 60 % des besoins en eau chaude d'une personne, en fonction des besoins(s) en chaleur, de l'orientation, de l'inclinaison et de l'efficacité. Si le chauffage doit également être soutenu, il faut alors prévoir une surface de capteur nettement plus grande ainsi qu'une capacité de stockage plus importante. Les installations de capteurs solaires utilisées pour l'eau chaude et le chauffage des locaux couvrent généralement au moins 30 % des besoins(s) en chaleur annuels. (cf. tableau 4) (Swissolar 2024)

Type de placement	Plateau suisse	Région alpine
<b>Taux de couverture élevé (au moins 60 %)</b>	350 kWh à 450 kWh	400 kWh à 500 kWh
<b>Taux de couverture moyen (30 à 60 %)</b>	400 kWh à 550 kWh	500 kWh à 600 kWh
<b>Préchauffage (moins de 30 %)</b>	450 kWh à 650 kWh	600 kWh à 700 kWh

Tableau 4 : Production annuelle d'énergie par m<sup>2</sup> de capteur solaire (Swissolar 2015)

#### 1.3.1 Couplage chaleur-force

Les installations de couplage chaleur-force (CCF) produisent de l'électricité via un processus de combustion et fournissent en même temps de la chaleur résiduelle utilisable. L'exploitation d'un CCF en fonction de la chaleur est particulièrement intéressante en hiver, lorsque la demande en chaleur et en électricité est la plus élevée. Les installations CCF sont adaptées à l'approvisionnement de base dans le réseau thermique ainsi qu'à la couverture d'un besoin en en charge constante toute l'année pour les gros consommateurs (tableau 3). Une exploitation rentable dépend d'un nombre d'heures de fonctionnement élevé (supérieur à environ 4000 h/a).

#### Domaines d'application pour les installations de CCF

Installations CCF	Combustible	Applications possibles
<b>Centrale de thermique (CPC)</b>	– Turbine à vapeur utilisant du gaz renouvelable, des ordures ménagères, du bois-énergie	– Centrale de chauffage au bois avec réseau thermique – Récupération de chaleur à partir de l'usine de traitement des ordures ménagères
<b>Centrale de cogénération (CCF)</b>	– Turbine à gaz à gaz renouvelable/gaz liquéfié – Moteur à combustion avec gaz renouvelable, biocarburant	– Réseau thermique, entre autres pour les ensembles résidentiels – Chaleur de process (éventuellement en combinaison avec un groupe électrogène de secours) – Grands bâtiments individuels

Tableau 3 : Domaines d'application des installations de CCF

#### **1.4 Combinaisons de sources de chaleur (systèmes bivalents)**

Dans les régions où une seule source énergétique renouvelable ne suffit pas à assurer l'approvisionnement en chaleur tout au long de l'année ou dans les installations où la rentabilité n'est pas assurée, il est possible d'envisager une combinaison de plusieurs sources de chaleur. Des exemples de telles combinaisons dans le passé sont l'utilisation des eaux souterraines, des eaux usées ou des eaux fluviales en combinaison avec des copeaux de bois ou du gaz naturel et du biogaz comme couverture de pointe. Il est important de mettre à disposition un volume de stockage suffisant.

## 2. Types de production de froid

### 2.1 Différents types de production de froid

Il existe différentes méthodes de production de froid. Elles peuvent être divisées en systèmes passifs et actifs.

Nom	Description	Domaine d'utilisation / restrictions
<b>Production passive de froid</b>		
<b>Free-Cooling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le free-cooling consiste à utiliser les températures ambiantes pour obtenir un refroidissement de l'air ambiant sans utiliser d'énergie.</li> <li>– Un exemple de free-cooling est d'ouvrir la fenêtre la nuit.</li> <li>– Source énergétique : Air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Universel</li> <li>– Une température ambiante fraîche est nécessaire.</li> </ul>
<b>Geo-Cooling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le géocooling utilise la différence de température entre la température ambiante et la nappe phréatique, le sol ou l'eau du lac pour évacuer passivement la chaleur. Ce procédé ne nécessite que peu de courant pour la pompe de circulation, car le transfert s'effectue via un échangeur thermique (SuisseEnergie 2024e).</li> <li>– Sources énergétiques appropriées : géothermie, eaux souterraines et eaux de surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bâtiments avec chauffage par le sol</li> <li>– Puissances de refroidissement limitées en cas de températures extrêmes ou de besoins de refroidissement élevés (en particulier pour les eaux souterraines et de surface)</li> <li>– Particulièrement adapté aux bâtiments qui disposent déjà d'une pompe à chaleur (pas de coûts d'investissement supplémentaires, régénération des sondes géothermiques).</li> </ul>
<b>Production active de froid</b>		
<b>Pompes à chaleur à compression (PAC)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lorsqu'une pompe à chaleur fonctionne de manière réversible, il est possible de produire du froid au lieu de la chaleur en cas de besoin de refroidissement. La même source de chaleur que pour le chauffage est alors utilisée.</li> <li>– Le système est fondamentalement conçu pour le chauffage.</li> <li>– Sources énergétiques appropriées : géothermie, eaux souterraines et lacustres, en partie eaux usées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bâtiments avec chauffage par le sol</li> <li>– Particulièrement adapté aux bâtiments qui disposent déjà d'une pompe à chaleur (pas de coûts d'investissement supplémentaires).</li> <li>– Domaine d'application optimal lors de l'utilisation de la chaleur résiduelle produite pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire ou pour la régénération de sondes géothermiques.</li> </ul>
<b>Installations split (climatiseurs)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Une installation split dispose d'un compresseur et d'un évaporateur situés à l'extérieur et d'une sortie de froid située à l'intérieur.</li> <li>– Le système est conçu pour le refroidissement.</li> <li>– Source énergétique : Air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– L'unité extérieure génère du bruit, ce qui peut être particulièrement problématique dans les zones résidentielles à forte densité de population.</li> <li>– L'installation de l'unité extérieure nécessite un espace suffisant à l'extérieur.</li> </ul>
<b>Froid par absorption</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le système de réfrigération par absorption utilise la chaleur pour évaporer un fluide frigorigène et produire ainsi du froid. Aucun compresseur n'est utilisé.</li> <li>– Sources énergétiques appropriées : chaleur résiduelle à haute température (p. ex. chaleur résiduelle des UIOM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La chaleur utilisée doit être à haute température (120 °C à 180 °C).</li> <li>– Ce système n'est utile qu'en cas d'excédent de chaleur, car le rendement est plutôt faible.</li> </ul>

Outre les systèmes décentralisés décrits, les réseaux thermiques peuvent également distribuer du froid. La chaleur résiduelle générée par la production de froid peut alors être utilisée dans le réseau de chaleur parallèle, ce qui permet d'éviter les pertes d'énergie et d'utiliser l'énergie disponible de manière optimale.

### 3. Couplage de secteurs

Le couplage de secteurs désigne le lien entre les secteurs énergétiques du courant, de la chaleur et de la mobilité. Le couplage de secteurs joue un rôle important dans la décarbonation de l'approvisionnement en énergie.

Stratégie thermique de la Confédération : "Les pompes à chaleur sont d'ores et déjà une technologie clé du couplage sectoriel et, dans le secteur industriel notamment, les gaz renouvelables et les combustibles synthétiques prennent de plus en plus d'importance. La décarbonation entraîne une électrification accrue du système énergétique grâce à la diffusion croissante des pompes à chaleur et de la mobilité électrique. Dans ce contexte, les secteurs énergétiques du courant, de la chaleur et des transports doivent être étroitement liés et gérés de manière intelligente. Ce n'est qu'ainsi que les énergies renouvelables pourront être utilisées de manière optimale, intégrées le plus efficacement possible dans le système énergétique et que les émissions de CO<sub>2</sub> pourront être réduites dans tous les domaines." (OFEN 2023a).

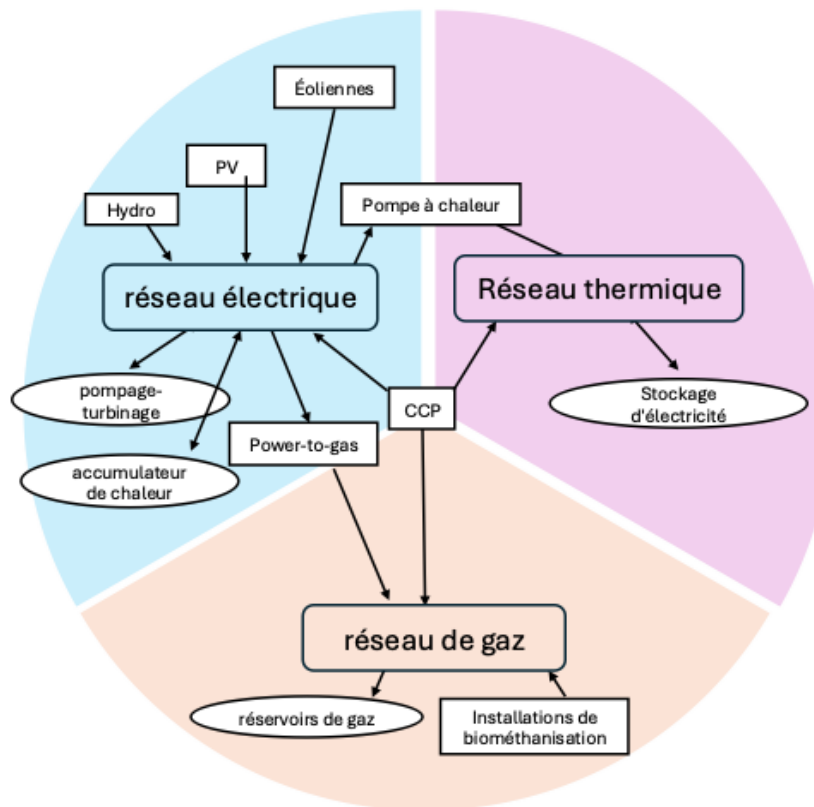


Figure 2: Représentation graphique du couplage sectoriel des réseaux énergétiques (sur la base du centre de recherche Réseaux énergétiques FEN, PLANAR 2024)

Dans le cadre de la planification énergétique territoriale, des sites appropriés pour des installations CCP ou Power-to-Gas doivent être identifiés. Le plan énergétique permet également de garantir l'emplacement dans le plan directeur communal.

## 4. Sources

- Office fédéral de l'énergie (OFEN) (2023a). Stratégie thermique 2050. Berne, Suisse. Disponible sur : <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/74920.pdf> (consulté le [17.07.2024]).
- Office fédéral de l'environnement (OFEV) (2023) : L'énergie du bois. Disponible sur : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/holzverwendung/holzenergie.html> (consulté le [17.07.2024]).
- SuisseEnergie (2024a) : Grâce à une installation solaire, votre pompe à chaleur géothermique consomme moins de courant, électricité. Disponible sur : <https://www.energieschweiz.ch/stories/ratgeber-erdwaermepumpe/> (consulté le [17.07.2024]).
- SuisseEnergie (2024e) : Géothermie : l'énergie de la terre. Disponible sur : <https://www.energieschweiz.ch/erneuerbare-energien/erdwaerme/> (consulté le [22.08.2024]).
- Centre de recherche sur les réseaux énergétiques FEN (2024) : Planification du système. Disponible sur : <https://www.fen.ethz.ch/de/> (consulté le [26.07.2024]).
- Swisssolar (2015) : Capteurs solaires. Aide au dimensionnement. SuisseEnergie, Berne, Suisse.
- Swisssolar (2024) : Application Solaire thermique ou Chaleur solaire. Disponible sur : <https://www.swisssolar.ch/de/wissen/solartechnologien/solarwaerme/anwendung> (consulté le [17.07.2024]).
- QM Chauffages au bois (2022) : Manuel de planification. QM Chaufferies. 3ème édition.