

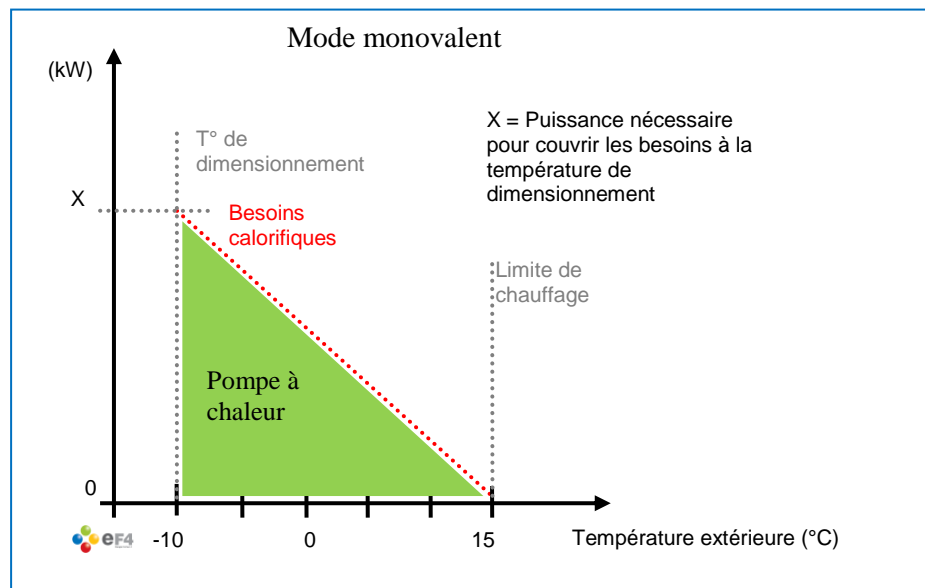
## Modes de fonctionnement des pompes à chaleur

Pour le chauffage d'un bâtiment, il existe quatre modes de fonctionnement. Ceux-ci se différencient par le « système » de production de chaleur prévu pour couvrir les besoins calorifiques du bâtiment. Pour les deux premiers modes (monovalent et mono-énergétique) la pompe à chaleur est le seul système de chauffage utilisé (avec un appoint électrique pour le mode mono-énergétique). Pour les deux modes bivalent (bivalent parallèle et bivalent alternatif) la pompe à chaleur fonctionne soit en parallèle soit en alternance avec une chaudière classique. Les modes bivalents peuvent présenter une solution intéressante dans certains cas, en rénovation notamment (afin d'utiliser des radiateurs existants, par exemple) mais la pertinence d'une telle solution est à étudier au cas par cas (aspect économique, aspect technique, régulation,...).

### 1. Mode monovalent

En mode monovalent, la pompe à chaleur est dimensionnée pour couvrir 100 % des besoins calorifiques. Elle fonctionne seule durant la totalité de la saison de chauffe.

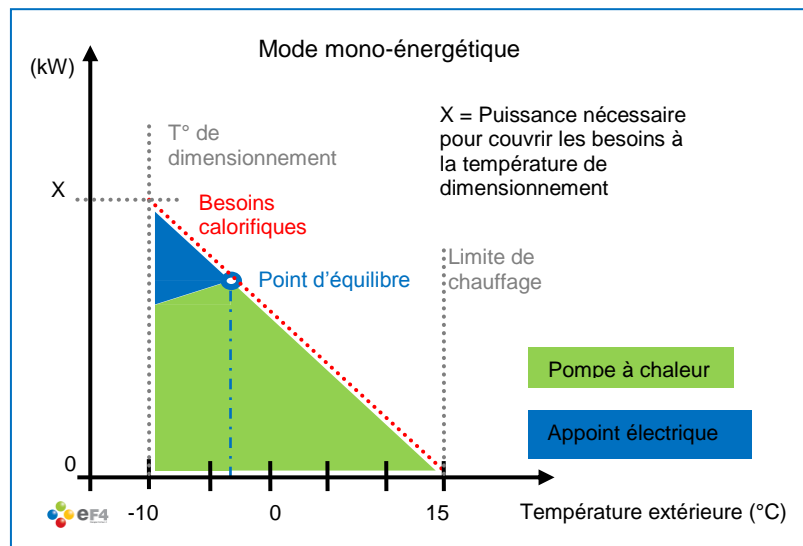
Le mode monovalent est généralement retenu pour l'installation de pompes à chaleur dans les nouvelles constructions présentant une bonne isolation et un système de chauffage à basse température (35 °C).



## 2. Mode mono-énergétique

Par rapport au mode monovalent, le mode mono-énergétique permet de prévoir une pompe à chaleur de moindre puissance et donc moins coûteuse. En effet, en mode monovalent, la pompe à chaleur est dimensionnée pour couvrir 100 % des besoins calorifiques, besoins calculés pour  $-10^{\circ}\text{C}$  extérieur, et est dès lors « surdimensionnée » durant une grande partie de la saison de chauffe.

En mode mono-énergétique, la pompe à chaleur est dimensionnée pour couvrir 75 à 85 % des besoins calorifiques. La puissance de la pompe à chaleur est déterminée pour couvrir 100% des besoins jusqu'à une température extérieure définie par le point d'équilibre. En dessous de cette température, la pompe à chaleur ne permettant plus de couvrir l'entièreté des besoins calorifiques, un appoint électrique (thermoplongeur en aval du condenseur) est utilisé pour combler le manque de puissance fourni par la pompe à chaleur. En pratique, la part de la pompe à chaleur pour assurer les besoins en chauffage sur une saison de chauffe est de l'ordre de 97 %. L'utilisation de l'appoint électrique est donc limitée.



- Détermination du point d'équilibre :

1. Diagramme température/puissance

La performance d'une pompe à chaleur est représentée, dans les catalogues des fabricants, par un diagramme température/puissance. On trouve sur la figure ci-dessous les courbes de performance d'une pompe à chaleur air/eau pour 3 températures de condensation différentes.

2. Besoins calorifiques du bâtiment

La droite représentant les besoins calorifiques (en gris) est déterminée à partir de deux températures de référence. La première est la température de dimensionnement ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) et la seconde est la température de limite de chauffage ( $15^{\circ}\text{C}$ ). Les besoins calorifiques sont déterminés pour ces deux températures. Pour la température de limite de chauffage, les besoins calorifiques sont nuls (0 kW). Par contre à  $-10^{\circ}\text{C}$ , ils dépendent du type de bâtiment (isolation, orientation,...). Les besoins calorifiques doivent être calculés pour la température de dimensionnement.

Pour l'exemple illustré sur la figure ci-contre, les besoins calorifiques calculés à  $-10^{\circ}\text{C}$  sont de 7,8 kW. La droite illustrant les besoins calorifiques du bâtiment peut alors être tracée (7,8kW à  $-10^{\circ}\text{C}$  et 0kW à  $15^{\circ}\text{C}$ ).

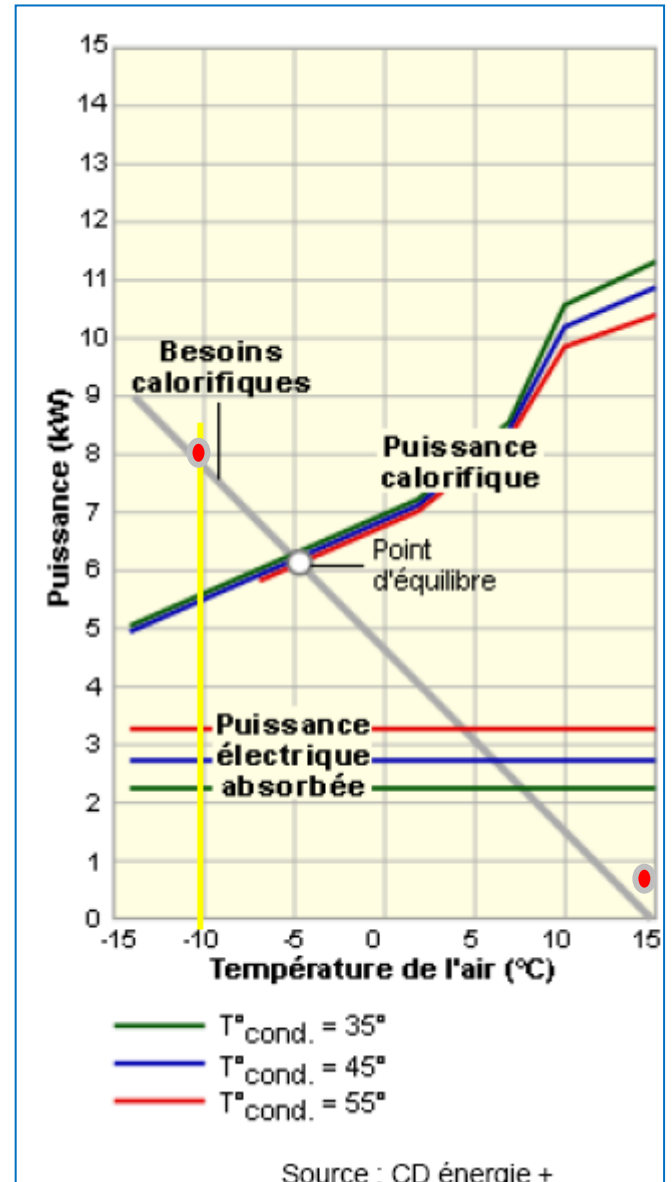
3. Point d'équilibre

Le point d'équilibre est déterminé par l'intersection entre la droite représentant les besoins calorifiques et la courbe de fonctionnement de la pompe à chaleur (donnée dans les catalogues des fabricants). En règle générale, le point d'équilibre se situe entre  $0^{\circ}\text{C}$  et  $-5^{\circ}\text{C}$ .

4. Puissance de la PAC et de l'appoint électrique

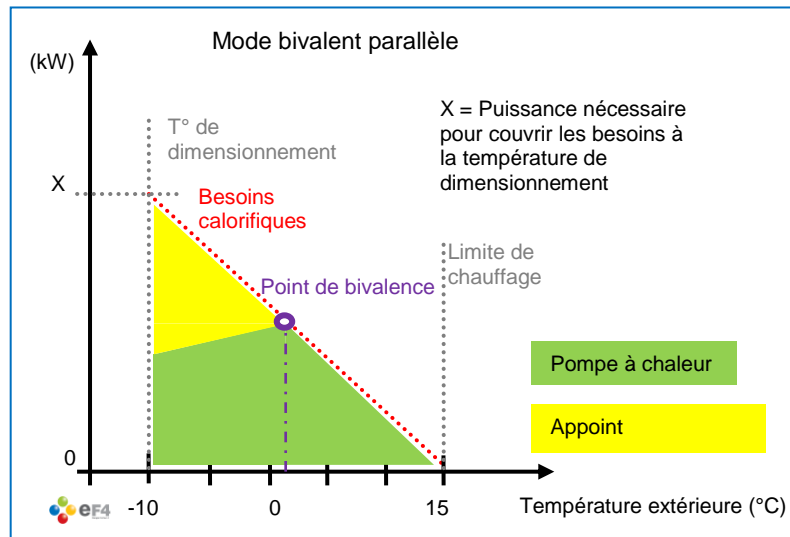
La puissance de la PAC est déterminée pour couvrir 100% des besoins au point d'équilibre. Dans l'exemple, la puissance à prévoir pour la PAC est de 6,2 kW.

La puissance de l'appoint est déterminée par la différence entre les besoins calorifiques à la température de dimensionnement ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) et la puissance fournie par la PAC à cette température. Dans l'exemple, la puissance de l'appoint est de 2,2 kW ( $7,8\text{ kW} - 5,6\text{ kW}$ ).



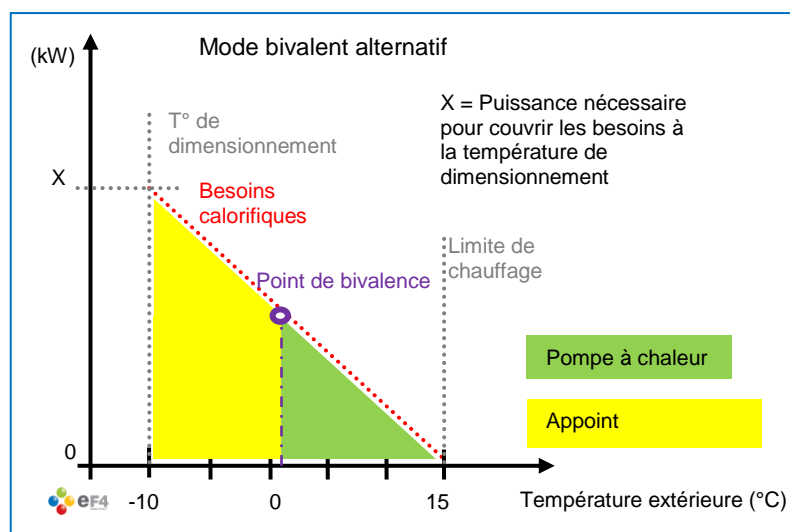
### 3. Mode bivalent parallèle

En mode bivalent parallèle, la pompe à chaleur est dimensionnée pour couvrir 50 à 60 % des besoins calorifiques. La puissance de la pompe à chaleur est déterminée pour couvrir 100% des besoins jusqu'à une température extérieure définie par le point de bivalence. En dessous de cette température, la pompe à chaleur ne permettant plus de couvrir l'entièreté des besoins calorifiques, une chaudière classique est utilisée pour combler le manque de puissance fourni par la pompe à chaleur. En pratique, la part de la pompe à chaleur pour assurer les besoins en chauffage sur une saison de chauffe est de l'ordre de 80%.



### 4. Mode bivalent alternatif

En mode bivalent alternatif, le principe de dimensionnement est le même que pour le mode parallèle à la seule différence qu'en dessous de la température de bivalence, la pompe à chaleur est mise à l'arrêt et les besoins calorifiques sont couverts à 100 % par la chaudière. Dans cette configuration, la pompe à chaleur est moins bien exploitée, mais le système de régulation sera plus simple qu'en mode bivalent parallèle.



## Tableau récapitulatif

Mode de fonctionnement	Production de chaleur	Part annuelle de la PAC pour le chauffage	Fonctionnement
<b>Monovalent</b>	PAC uniquement	100 %	La PAC fonctionne seule et couvre 100 % des besoins calorifiques du bâtiment
<b>Mono-énergétique</b>	PAC et appoint électrique	95...98 %	La PAC fonctionne seule jusqu'à une certaine $t^\circ$ extérieure (point d'équilibre). En dessous de cette $t^\circ$ , la PAC fonctionne avec un appoint électrique en complément
<b>Bivalent parallèle</b>	PAC et chaudière	70...90 %	La PAC fonctionne seule jusqu'à une certaine $t^\circ$ extérieure (point de bivalence). En dessous de cette $t^\circ$ , la PAC fonctionne avec une chaudière en complément
<b>Bivalent alternatif</b>	PAC ou chaudière	50...70 %	La PAC fonctionne jusqu'à une certaine $t^\circ$ extérieure (point de bivalence). En dessous de cette $t^\circ$ , la PAC est mise à l'arrêt et une chaudière est mise en route.

