



La cohabitation entre les fluides

1) Pas de cohabitation (on met tous les œufs dans le même panier)

Le fait que la combustion soit mieux connue et considéré comme un système plus simple que le chauffage thermodynamique explique la raison pour laquelle les pompes à chaleur en substitution de chaudière ne se généraliseront que progressivement dans la prochaine décennie. Cela est pourtant techniquement possible et se pratique maintenant pour la maison individuelle. (Et ceci avec l'eau et avec l'air). On ne profite pas assez de la complémentarité des techniques et de l'amélioration des performances que procure la présence de plusieurs combustibles au sein d'une même chaufferie. Cette absence de concurrence entre les fluides explique pourquoi les frais d'exploitation sont si élevés et trop dépendants de l'énergie primaire choisie.

Quelques comparaisons sans cohabitation

Solutions	Remarques - Avantages/inconvénients
Bois seul	Combustible bon marché permettant d'obtenir un kWh thermique économique sur le long terme. Avec les pellets, une chaufferie bois peut fonctionner en automatique avec une autonomie de fonctionnement comparable à une chaufferie conventionnelle fioul ou gaz. L'intérêt écologique existe du fait du recyclage des cendres et d'une moindre émission en CO ₂ . Un traitement de l'air de combustion doit être prévu. À éviter en ville
Fioul seul	Fluide trop cher en raison des frais engendrés par la réduction du CO ₂ et de l'évolution probable du prix du fioul qui va résulter de sa raréfaction
GAZ seul	Solution envisageable à moyen terme mais coûteuse à long terme à cause du prix du combustible (indexé sur le fioul). Pour les gros immeubles, une solution avec un minimum de 2 chaudières est à privilégier pour assurer une meilleure répartition de la puissance pouvant faciliter la dissociation sanitaire/chauffage. De plus la notion de stand-by est assurée ce qui est rassurant en cas de panne sur une chaudière. Il est envisageable d'assurer un dépannage du sanitaire et du chauffage à partir d'une seule chaudière. (inertie thermique de l'immeuble). Bien que certaines chaufferies fournissent l'eau chaude du sanitaire en instantanée sans que la chaufferie ne soit forcément surdimensionnée la solution avec ballons d'eau chaude sanitaire et production en semi instantanée est toutefois le plus souvent adoptée.
Electricité seule	Mauvais rendement avec l'effet joule mais bilan CO ₂ excellent et amélioration de notre indépendance énergétique. Solution inenvisageable en PAC à compresseur <i>air eau</i> en zone* H1 (la région la plus froide de France) pour les raisons suivantes : -Formation de glace dans le cas de la PAC <i>air eau</i> (givrage) -Absence de stand-by en cas de panne -Rendement moins bon par hiver rigoureux (sauf avec PAC <i>eau eau</i>) <i>Solution envisageable</i> : En zone H3 (Région méditerranéenne) avec la pompe aérothermique. En zone H 2 (Région sud-ouest de la France) avec la PAC aquathermique.

Chauffage Urbain

Il y a deux types de chauffage urbain en France.

1) Avec un bilan CO₂ moyen en utilisant deux combustibles complémentaires l'un de l'autre: les ordures ménagères et un combustible fossile (gaz ou fioul), la plus grande partie de l'énergie, environ 65 %, étant fournie par la combustion des ordures,

2) Avec aucun combustible et un bilan CO₂ excellent en utilisant la géothermie profonde.

Les Lutins thermique et:

Avantages : Circuit hydraulique plus simple que les solutions PAC + GAZ ci-dessous. Garantie de résultats assurée par l'exploitant qui assure la livraison de l'eau chaude et l'entretien de la chaufferie.

Inconvénients : Un abonnement annuel lié à l'entretien des tuyauteries et la dépendance de l'utilisateur concernant la tarification de l'exploitant (Par exemple des sociétés telles que la compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU), IDEX ou Dalkia. Le chauffage urbain à Créteil en banlieue parisienne est par exemple assuré à 50% par cette dernière société qui puise l'eau chaude dans le dogger à 1800 m de profondeur. Pour plus de détails sur ces deux modes de chauffage urbain voir les **deux premières colonnes du tableau page 235.**

2) On choisit la cohabitation avec une solution mixte

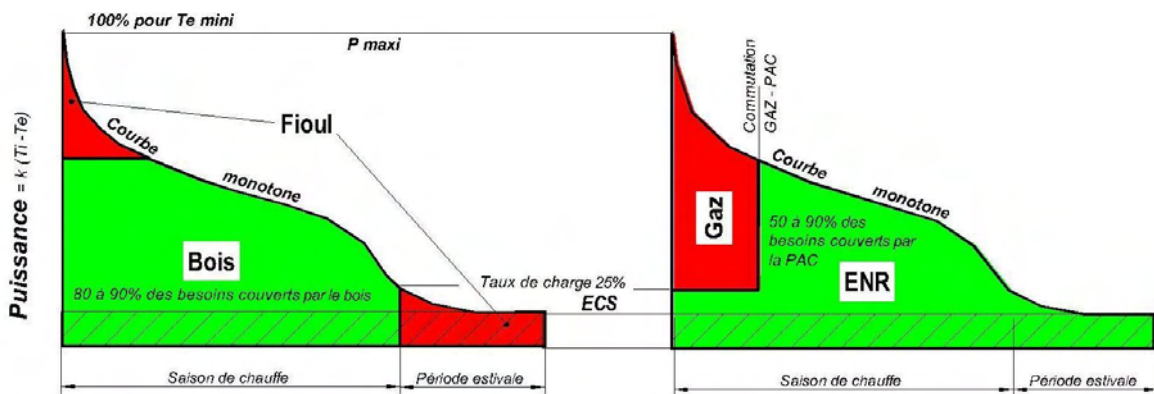
Lorsque qu'un ingénieur en génie climatique associe la combustion et l'électricité dans un même générateur de chaleur afin de bénéficier de leur complémentarité selon les saisons, de multiples possibilités se présentent : Tout d'abord du fait du NB de combustibles disponibles avec la combustion à savoir ; le charbon, le fioul, le gaz et le bois pour ne citer que les quatre principaux consommables en allant du plus au moins mauvais pour notre environnement. La cohabitation entre les fluides pourrait être une voie pour que notre société reste moins longtemps dépendante des dérivées du pétrole en raison de la fiscalité très importante appliqué sur ces combustibles et ceci qu'il s'agisse du gaz ou du fioul. Leur abandon pourtant rendu inéluctable en raison des frais d'exploitation de plus en plus élevés ne pourra se faire que progressivement. Mais l'usage de ces fluides fossiles va devenir de plus en plus dissuasif et il est important de savoir que l'on peut dès à présent profiter de leurs avantages complémentaires en mixant deux combustibles différents au sein d'une même chaufferie.

Fluides	Remarques - Avantages/inconvénients	
Fioul + électricité	<i>Solution à éviter.</i> La régulation d'une chaudière à gaz moderne avec des prises d'informations sur machine moderne est mieux adaptée à l'implantation ultérieure d'une pompe à chaleur à la technique avancée que l'est une ancienne chaudière au fioul.	
GAZ + électricité	Ce type de chaufferie peut assurer à la fois le chauffage et la production de l'ECS. La PAC à compresseur et la combustion du gaz sont utilisés conjointement ce qui améliore le rendement global de l'installation. On réduit ainsi le prix du kWh thermique en commutant d'un fluide sur l'autre en fonction de la courbe monotone et du niveau de température nécessaire pour assurer le besoin thermique. Solution intéressante dans l'individuel en banlieue ou en zone péri-urbaine avec l'air et en zone urbaine dans le collectif avec l'eau	Avantages : Bilan CO₂ intéressant. Economies importantes sur l'achat de combustible. On choisit le mode de marche le plus intéressant selon la saison. On minimise autant que faire se peut le coût que représente le complément gaz. La chaudière à gaz sert de secours en cas d'incident sur la PAC et inversement (standby) Inconvénients : Les systèmes mettant en jeu une PAC sont plus complexes et demandent des connaissances pluridisciplinaires. Voir http://www.infoenergie.eu/hybride-daikin.jpg pour l'individuel et propositions de circuit hydraulique pages 314 et 403 pour le collectif
Bois + électricité	Solution envisageable en zone rurale non desservie par le réseau gazier. Cette solution associant la combustion des pellets et le chauffage thermodynamique aérothermique est comparable à celle de la figure de droite de la page précédente (La combustion du gaz étant remplacée par la combustion du bois (Pellet pour automatiser)).	Alternative à la solution ci-dessus pour les zones non desservies par le gaz et ne disposant pas d'une ressource aquatique à proximité cette solution présente les 3 avantages suivants : Bilan CO ₂ intéressant, économie intéressante sur l'achat de combustible fossiles et stock de pellets réduit

Les Lutins thermique et:

Le mixage du tableau précédent montre que la combinaison de plusieurs fluides, en commutant d'un fluide sur l'autre en fonction de la courbe monotone, est parfaitement envisageable et intéressante. Un avantage complémentaire de cette mixité est le fait que ces chaufferies hybrides peuvent générer de l'énergie renouvelable représentée en vert sur les deux figures ci-dessous. Une comparaison objective de la qualité de l'énergie renouvelable produite par chacune de ces deux solutions n'est pas simple. Les *EnR* développées par le chauffage thermodynamique de la figure de droite sont d'une qualité supérieure dans la mesure où le bois, une fois coupé pour la combustion, n'absorbe plus le CO₂ qu'il absorbait avant la coupe. Côté chauffage thermodynamique et particulièrement dans le cas de la PAC aquathermique sur nappe libre la qualité des *EnR* est excellente puisque d'une part elle refroidit l'eau en augmentant sa teneur en oxygène, facteur favorable à la vie aquatique et que d'autre part avec un COP amélioré (Voir page 78) elle diminue d'autant le besoin en électricité.

Une des deux techniques peut se substituer à l'autre, fonctionner en alternance ou simultanément les flux thermiques s'additionnant selon le besoin thermique. Il ne s'agit pas ici de faire la compétition entre le bois et le fioul, ou entre le gaz et l'électricité. Il s'agit seulement de mieux utiliser ces fluides dans le contexte de la courbe monotone de leur coût respectifs et de leur disponibilité. De plus, en cas de défaillance de l'un des deux systèmes on améliore la pérennité du chauffage (notion de stand-by). On estime qu'en prévoyant une pompe à chaleur ne délivrant que la moitié voire le tiers de la puissance maximum utile en hiver sur le chauffage, la PAC délivre plus de 80 % du besoin thermique annuel global. Les techniques de dégivrage ont progressées mais plutôt que de faire fonctionner les PAC *air eau* à des températures externes descendants jusqu'à -10°C on préfère éviter les cycles de dégivrage gourmands en énergie le gaz assurant le chauffage au plus froid de l'hiver. Les deux figures ci-dessous illustrent comment cela peut se faire en zone rurale en combinant le fioul et le bois (Figure de gauche) ou le gaz naturel et l'électricité en zone urbaine (Figure de droite).



Courtesy **WEYA**

La solution proposée par l'auteur dans ce site

- La figure de gauche est une solution envisageable en zone rurale dans les zones non distribuées par le réseau gazier. Elle utilise la combustion seule en faisant cohabiter le fioul et le bois au sein d'une même chaufferie. Dans ces mêmes zones et lorsqu'elles sont éloignées des rivières c'est probablement la cohabitation dans la même chaufferie du bois et de l'électricité avec la PAC aérothermique qui pourrait faire son apparition
- La figure de droite, envisageables dans les zones rurales alimentée en gaz naturel, fait dans le cas de la cohabiter le gaz et l'électricité au sein d'une chaufferie en associant la combustion et le chauffage thermodynamique.

Pour chacune de ces deux solutions, on privilégie autant que faire se peut le fluide le moins onéreux ou le plus écologique. Ces deux solutions moins émettrices de CO₂ conduisent à un ROI voisin de 6 à 7 ans pour des chaufferies d'une puissance supérieure à 100 kW. La surface verte en mode chauffage thermodynamique n'est pas que de l'énergie renouvelable, environ 20% de cette surface représentant l'apport d'énergie électrique externe qu'il faut fournir pour assurer le fonctionnement de la pompe à chaleur lorsqu'elle a un COP de 5 (Pour 50% avec un COP de 2. (Voir conservation de l'énergie page 158))