

Rapport sur une année d'expérimentation des pompes à chaleur "e" électroniques

Meilleure adaptation aux besoins des maisons par régulation de puissance avec le système Digital Scroll: efficacité accrue grâce au détendeur électronique EEV. PAR HANSUELI BRUDERER / HANS HOHL*

Des circuits frigorifiques modifiés, dotés d'un système électronique ultra-moderne, sont utilisés depuis 2008 sur les pompes à chaleur nouvelle génération, les pompes à chaleur type e, électroniques, de la même manière que sur les véhicules novateurs pour procurer une diminution de la consommation de carburant et une aide à la conduite. Le système de régulation de puissance numérique (Digital Scroll) et les détendeurs électroniques (EEV) permettent d'adapter la puissance actuelle des pompes à chaleur aux besoins de chauffage des pièces, ils améliorent le coefficient de performance (COP) grâce à un actionnement très précis du circuit frigorifique et augmentent la température d'eau chaude maxi. pouvant être atteinte dans le ballon d'ECS jusqu'à 5°C de plus grâce à la régulation de la puissance. En outre, des sondes électroniques haute et basse pression sont utilisées pour la première fois dans le circuit frigorifique des pompes à chaleur électroniques; en association avec les sondes miniatures de température du circuit frigorifique, elles assurent une régulation du circuit frigorifique entièrement électronique grâce au système RCD (Refrigerant Cycle Diagnostic). Les pompes à chaleur ainsi conçues du type e sont particulièrement bien adaptées à une utilisation dans les maisons à faible consommation d'énergie ayant des besoins en eau chaude proportionnellement élevés, et elles ouvrent de nouvelles perspectives pour les pompes à chaleur air/eau, car la puissance calorifique disponible en automne et au printemps avec les pompes à chaleur air/eau conventionnelles dépasse de loin les besoins de chauffage.

OBJECTIF ET AVANTAGES

Jusqu'ici, les pompes à chaleur ayant des composants classiques montés dans le circuit frigorifique (processus de pompe à chaleur) étaient dimensionnées pour assurer un état de fonctionnement important, comme le chauffage en hiver par exemple. Elles atteignaient des valeurs optimales pour ce point de fonctionnement. A cause de la capacité d'adaptation limitée des composants aux exigences changeantes de chauffage et de production d'eau chaude, l'objectif était de développer une nouvelle génération de pompes à chaleur basées sur des composants à régulation électronique, appelées pompes à chaleur électroniques. Ce nouveau concept a été présenté pour la première fois à un vaste public au salon pro-

fessionnel HILSA à Bâle en janvier 2008 puis, en référence au détendeur électronique (EEV), à la 9^{ème} conférence internationale sur les pompes à chaleur de l'IEA qui a eu lieu en mai 2008. Les pompes à chaleur électroniques, qui marquent un nouveau chapitre en matière d'innovation technique, à l'instar des pompes à chaleur H conçues pour la rénovation il y a sept ans, peuvent apporter quatre avantages selon l'application. Premièrement, la distribution de chaleur peut être adaptée aux besoins calorifiques de la maison grâce à la régulation de puissance. Cela est particulièrement significatif sur les pompes à chaleur air/eau, comme le montre l'image 1 de manière évidente. Deuxièmement, grâce une adaptation constante dans le circuit frigorifique, les pompes à chaleur électroniques ont de meilleures valeurs COP, qui génèrent un meilleur coefficient annuel de performance. Ce qui implique une consommation d'électricité plus faible. Troisièmement, la modulation de puissance permet d'obtenir une température finale pouvant être jusqu'à 5°C plus élevée juste avant d'atteindre la limite de température supérieure, avec une différence de température plus faible sur l'échangeur de chaleur de la chaudière: par ex. 57°C au lieu de 52°C. Quatrièmement, le système de diagnostic (RCD) du circuit frigorifique assure une fiabilité élevée grâce à la possibilité de surveillance, à la détermination du coefficient annuel de performance et à la télésurveillance via une interface de communication standardisée.

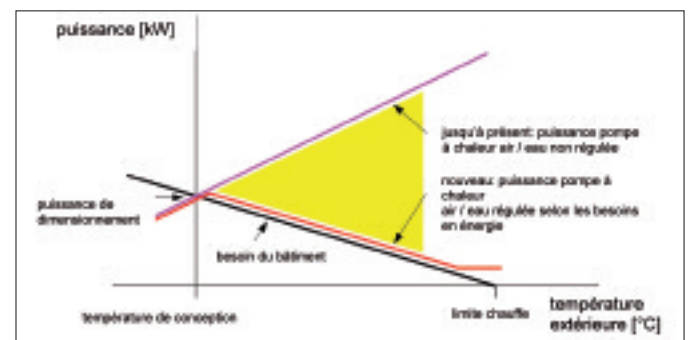


Image 1: Puissance de la pompe à chaleur air/eau non régulée/réglée en fonction de la température extérieure.

Image 7: Local technique comportant une pompe à chaleur électronique air/eau : pour le chauffage des pièces et l'eau chaude, en association avec un capteur solaire. Installation en angle compacte.



PARTICULARITÉ: EEV

La technique numérique et des composants à commande électronique, associés à une surveillance et à un diagnostic systématique des processus, ont été choisis pour servir de base à la nouvelle génération de pompes à chaleur électroniques. L'injection par le détendeur joue un rôle important dans le processus de la pompe à chaleur, le circuit frigorifique. Une surchauffe optimale des fluides gazeux aspirés d'env. 5 K est nécessaire pour assurer un fonctionnement stable, quel que soit l'état du processus. Par rapport à l'injection qui était assurée jusqu'à présent par un détendeur thermostatique, le détendeur électronique (EEV) présente les deux principaux avantages ci-dessous:

l'EEV réagit plus rapidement aux modifications de température du processus et il est capable de maintenir la surchauffe des fluides gazeux aspirés à une valeur constante, par ex. 5 K (voir image 2). La basse pression est enregistrée au moyen d'une sonde de pression haute précision, et la température des fluides gazeux aspirés au moyen d'une sonde miniature de température. Un moteur pas à pas modifie le réglage du détendeur jusqu'à ce que la consigne de surchauffe des fluides gazeux aspirés soit obtenue précisément.

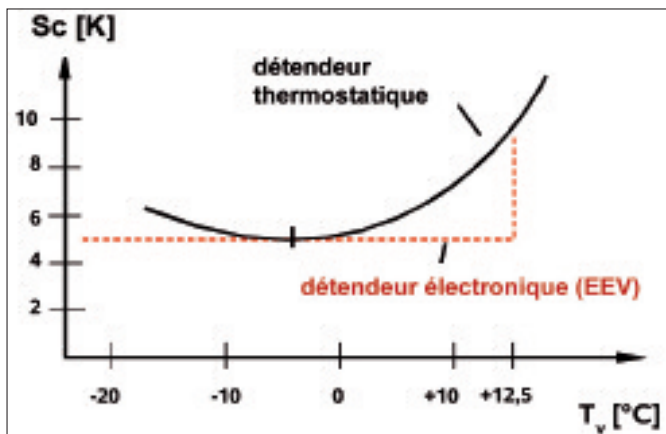


Image 2: Comparaison de l'EEV avec un détendeur conventionnel.

MODULATION DE LA PUISSANCE: AVEC DIGITAL SCROLL

Jusqu'à présent, l'adaptation de la chaleur fournie par les pompes à chaleur aux besoins actuels du bâtiment avec la régulation de puissance n'était pas possible avec les compresseurs Scroll pour des raisons techniques. Le nouveau système mis au point, le Digital Scroll surmonte cet obstacle sans entraver la fiabilité et la caractéristique de la technique Scroll. La régulation de la puissance est obtenue par une variation temporelle et non plus par une variation de la vitesse: la compression n'est pas effectuée en continu, mais par intermittence, par ex. à 50% pour des besoins calorifiques réduits de moitié. La charge partielle est générée par des impulsions temporelles en marche normale et en marche sans

charge. Ces impulsions sont adaptées numériquement aux besoins en l'espace de quelques secondes, comme le montre l'image 3. Avec cette régulation de puissance par modulation de largeur d'impulsion, la charge de consigne est obtenue par la spirale Scroll qui se soulève par intermittence. Exemple d'une largeur d'impulsion de 10 secondes pour une puissance de 50%: la spirale est normalement chargée pendant 5 secondes, puis soulevée pendant 5 secondes (non chargée). Grâce au principe du Digital Scroll, la lubrification du compresseur est toujours optimale. De ce fait, la longévité et l'efficacité constante sont assurées, même après de nombreuses années de fonctionnement avec la modulation de la puissance Digital Scroll.

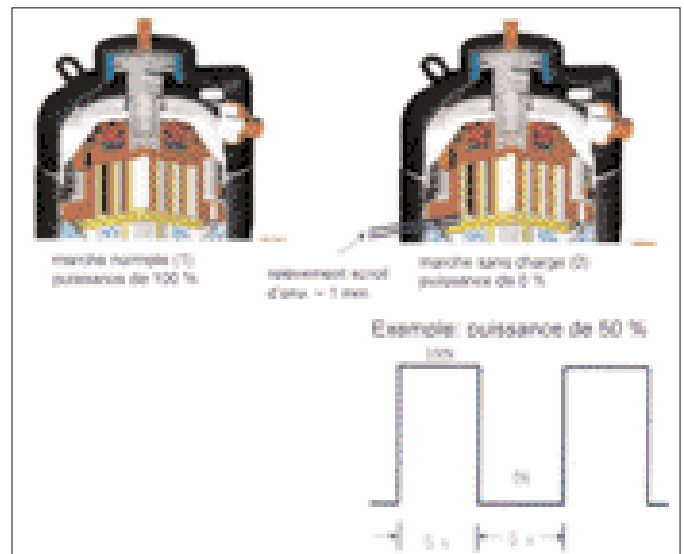


Image 3: Principe de la régulation de puissance avec Digital Scroll.

CARACTÉRISTIQUES DE LA PUISSANCE OPTIMISÉE

L'adaptation de la puissance aux besoins actuels de la maison par la modulation est importante pour les pompes à chaleur air/eau (voir image 1). Elle se produit de la manière décrite ci-dessous en tenant compte des divers aspects du processus: la durée de fonctionnement probable se calcule lorsque la charge de chauffage est faible. Si celle-ci s'avère être trop courte, la régulation de la puissance est initiée avec le système Digital Scroll et la chaleur est produite en charge partielle. Ainsi, on obtient une durée de fonctionnement optimale du compresseur même lorsque la charge de chauffage est faible. Lors de la production d'eau chaude, la modulation commence à quelques Kelvin en dessous de la température de départ maxi pouvant être atteinte, ce qui signifie que la puissance est rétro-réglée jusqu'à 33%. Ainsi, l'écart delta T - eau primaire/eau chaude sanitaire sur le serpentin de l'échangeur de chaleur - diminue et une température d'eau chaude de 5°C plus élevée au maximum peut être obtenue dans le ballon d'ECS. Avec l'énergie géothermique, le détendeur



Image 8: Pompe à chaleur électronique air/eau installée à l'extérieur avec une modulation de puissance de 3-9 kW.

électronique EEV rapproche la température d'évaporation de la température de l'eau glycolée et génère ainsi un meilleur coefficient de performance pour les pompes à chaleur munies de sondes géothermiques, ce qui implique une meilleure efficacité énergétique.

EXPÉRIENCES ET EXEMPLES

En raison de l'aspect contradictoire entre les besoins de chauffage et la caractéristique de puissance (voir image 1), la modulation de puissance pour les petites pompes à chaleur (< 100 kW) s'est portée jusqu'à présent sur les pompes à chaleur air/eau. Le détendeur électronique EEV et la surveillance entièrement électronique du circuit frigorifique avec le système RCD (Refrigerant Cycle Diagnostic) sont également utilisés sur les pompes à chaleur eau glycolée/eau. L'image 4 récapitulative présente le concept de base de la pompe à chaleur électronique modulante air/eau.

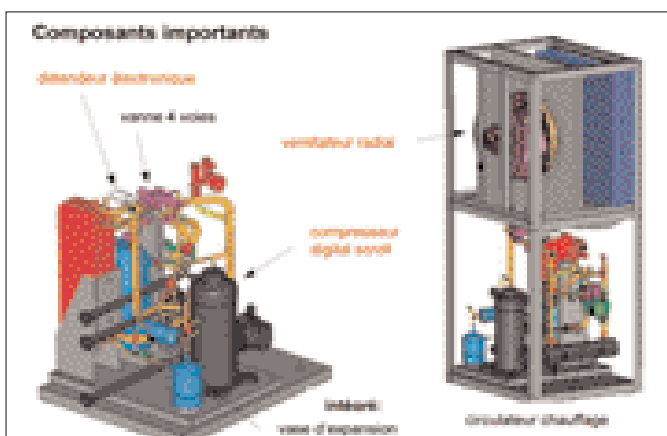


Image 4: Récapitulatif ayant trait à l'utilisation des nouvelles techniques sur les premières pompes à chaleur électroniques.

Le schéma de raccordement standard conformément à l'image 5 (ci-contre) a fait ses preuves en Suisse pour les pompes à chaleur électroniques air/eau à régulation de puissance. En présence d'un climat doux et d'un planchant chauffant ayant des capacités de stockage, il est possible, le cas échéant, de se passer du réservoir tampon miniature qui assure le démarrage lorsque la maison est froide et qui empêche le (faible) refroidissement des radiateurs lors du dégivrage.

Les pompes à chaleur électroniques sont utilisées depuis un an et elles ont passé le premier long hiver 2008/09. Elles ont été utilisées dans toute la Suisse et toute l'Allemagne. L'image 6 répertorie les premiers sites d'utilisation en Suisse en 2008. Les images 7 et 8 présentent des photos d'exemples d'installations réalisées.

PERSPECTIVES

La nouvelle génération de pompes à chaleur électroniques a eu un effet positif, parce qu'elle présente directement à l'utilisateur la quantité d'énergie renouvelable ou les économies réalisées en électricité par le coefficient annuel de performance sur le régulateur de pompe à chaleur, et le mode d'installation éprouvé permet un gain d'espace supplémentaire en cas de la version air/eau.

Le système électronique permet d'obtenir des optimisations supplémentaires, comme l'abaissement de la vitesse du ventilateur la nuit. Grâce à la version double flux du détendeur électronique EEV, les pompes à chaleur électroniques air/eau seront bientôt complétées par la fonction de rafraîchissement actif. La gamme des pompes à chaleur électroniques s'est progressivement étoffée au vu des bonnes expériences obtenues lors de la phase de démarrage.

SITE	TYPE DE POMPE À CHALEUR ÉLECTRONIQUE	APPLICATION
Gommiswald SG	AWC-O air/eau, installée à l'extérieur	Chauffage, eau chaude
Rafz SH	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude, en association avec l'énergie solaire thermique
Dübendorf ZH	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude
Siebnen SZ	AWC-O air/eau, installée à l'extérieur	Chauffage, eau chaude
Dagmersellen LU	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude
Zuchwil SO	AWC-O air/eau, installée à l'extérieur	Chauffage, eau chaude
Brislach BL	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude, en association avec l'énergie solaire thermique
Neuenegg BE	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude
La Joux FR	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude, en association avec un capteur solaire
Lonay VD	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude, en association avec un capteur solaire
Vouvry VS	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude
Turtmann VS	AWC-I air/eau, installée à l'intérieur	Chauffage, eau chaude

Image 6: Exemples de pompes à chaleur électroniques dans différentes régions de Suisse.

