

ISH 2009 : l'avènement de la cogénération !

Cogénération individuelle et collective, chaudières à condensation + zéolithe, piles à combustible : les innovations étaient nombreuses au dernier salon allemand ISH.



Photo Viessmann :
Le cogénérateur *Vitobloc* affiche un rendement global (chaleur + électricité) de 90 %. Il fonctionne au gaz naturel ou au biogaz, avec des puissances jusqu'à 400 kWe et 547 kWth.
Photo DR :
Galileo 1000 N, une pile à combustible, devrait s'installer comme une chaudière gaz et offrir 1 kWe, 2 kWth par la pile et 20 kWth grâce à une chaudière à condensation incorporée.

Les pouvoirs publics allemands souhaitent porter la part de la cogénération dans la production d'électricité en Allemagne de 12 % aujourd'hui à 25 % en 2020, mettant en avant la réduction des pertes d'électricité par l'absence de transport, et le meilleur rendement des cogénérateurs individuels par rapport à des centrales thermiques de grande puissance. Ils soutiennent la mise au point des piles à combustible, des machines à moteur Stirling, encourageant financièrement le développement de la micro-cogénération à l'aide de prêt bonifiés et de réductions d'impôt pour le client final.

Une bonne vingtaine de fabricants présentaient des solutions de cogénération à ISH 2009. Pour le grand tertiaire, Viessmann, Wolf ou Buderus montraient des cogénérateurs monobloc reposant sur des moteurs au gaz naturel, avec des puissances électriques de 60 à 400 kW. La gamme *Vitobloc 200* de Viessmann comporte sept modèles, de 18 kWe/36 kWth à 400 kWe/547 kWth. Dans le contexte énergétique allemand, ils réduisent de 40 % l'énergie primaire consommée et jusqu'à 34 % le CO₂ généré.

Le plus petit modèle (18 kWe/36 kWth) convient pour des immeubles de 30 à 50 logements, en neuf comme en rénovation. Le rendement chauffage de cet appareil atteint 64,3 %, son rendement électrique 32,1 % et son rendement global 96,4 %. Viessmann recommande de l'associer à une chaudière basse température *Vitoplex 200*. Le *Vitobloc* couvre la base des besoins de chaleur et d'électricité du bâtiment, les pointes de besoins électriques sont apportées par le réseau, et les pointes de besoins de chaleur sont prises en charge par la chaudière. Buderus mettait en avant le *Loganova EN20*, un petit cogénérateur monobloc au gaz naturel de 20 kWe/38 kWth. Ses faibles dimensions (l. 750, P. 1800, H. 1200 mm) permettent de l'introduire par des portes de dimensions réduites en rénovation. De son côté, Wolf distribue désormais des cogénérateurs de 50 à 2000 kW.

Fort développement de la micro-cogénération

La grande nouveauté est cependant le développement de la micro-cogénération destinée au marché domestique, avec des puissances électriques de 1 à 3 kW et des puissances chaleur de 4 à 24 kW. À ISH, elle reposait sur trois technologies principales : les piles à combustibles, les cogénérateurs à moteurs à explosion et les chaudières équipées de moteurs Stirling.

Baxi est le seul groupe maîtrisant ces trois technologies de micro-cogénération : le moteur à explosion avec sa gamme *Dachs* à gaz, au fioul ou même à huile végétale (commercialisé en Allemagne depuis près de quinze ans déjà), le moteur Stirling avec son appareil *EcoGen*, et la pile à combustible. Hormis Baxi, seul Vaillant avec son *ecopower*, sur le marché depuis environ sept ans, possède une réelle expérience de commercialisation de micro-cogénération. Il s'agit d'un moteur à explosion classique fonctionnant au gaz naturel, au biogaz, au fioul ou à l'huile végétale. L'*ecopower* se présente comme une chaudière au sol et offre une puissance électrique modulante de 1,3 à 3 kW, une puissance chaleur de 4 à 8 kW, avec un rendement global de 90 %. À 2 m, sa pression acoustique est inférieure à 50 dB(A). Vaillant a annoncé à ISH un partenariat avec Honda pour renforcer son offre en micro-cogénération individuelle en Europe.



Bien que les deux fabricants aient été avares de détails, il semble qu'il s'agisse également d'un cogénérateur à moteur à explosion, environ deux fois moins encombrant que l'*ecopower*, dont la puissance électrique est de 1 kW pour une puissance thermique de 3,25 kW, avec un rendement global de 85 %. La chaleur est seulement récupérée sur les gaz d'échappement et non sur le refroidissement du moteur, mais il est très probable que cela changera à terme pour améliorer la puissance thermique et le rendement global de l'appareil. Selon le président de Honda Motor Europe, environ 80 000 machines de ce genre sont déjà installées au Japon.

Le moteur Stirling est pour demain

Seul Hoval commercialise réellement une machine à moteur Stirling. Un grand nombre de fabricants de chaudières – Baxi, Vaillant, De Dietrich, Buderus, Viessmann, etc. – montrent des prototypes depuis cinq à six ans déjà. À ISH, ils promettaient leur commercialisation pour 2009-2012. Quatre ou cinq conceptions de machines de micro-cogénération avec moteur Stirling existent, dont quatre étaient exposées à ISH. La première, mise au point par le Néo-Zélandais WhisperGen (devenu Whisper Tech), repose sur un moteur Stirling à quatre pistons. L'entreprise a créé une usine à Tolosa (Espagne) en partenariat avec la coopérative Mondragon, pour une capacité de production annuelle de 30 000 moteurs Stirling. Baptisée « Efficient home energy » (EHE), cette joint-venture a déjà noué des partenariats en Hollande et en Allemagne. Pour la France, EHE négocie un accord avec une « grande entreprise », dont elle n'indique ni le nom, ni l'activité, mais il s'agit certainement d'un distributeur d'énergie. Le but est de mettre en field-test 100 à 200 machines WhisperGen en France en 2009, puis de lancer la commercialisation dans le courant de l'année 2010.

Plusieurs fabricants de chaudières, dont Baxi, Buderus, Vaillant, Viessmann et De Dietrich, ont adopté la conception du Britannique Microgen. Cette démarche commune de plusieurs constructeurs explique que tous les systèmes présentés se ressemblent énormément. Il s'agit d'une chaudière à

condensation modulante à laquelle est adjoint un moteur Stirling avec son propre brûleur gaz. L'architecture permet de faire fonctionner les deux parties indépendamment ou en complément l'une de l'autre. La difficulté technique semble être d'obtenir une durée de vie pour le moteur Stirling comparable à celle de la chaudière murale gaz actuelle, avec un coût non prohibitif. De Dietrich et Viessmann indiquent une commercialisation en 2011, Vaillant évoque 2010, Buderus 2012. Baxi, toujours plus optimiste, annonce la commercialisation de son modèle *Ecogen* (1 kWe et 6 à 24 kWth) pour la fin 2009. La troisième technologie proposait à ISH une machine plus volumineuse que celle de Whisper Tech et de Microgen, dont les puissances annoncées sont 3 kWe et 15 kWth.

Enfin, Sunmachine exposait une solution fondée sur un moteur Sterling dit « Alpha », avec deux cylindres (chaud et froid) alimentés par une chaudière à granulés de bois. Cette machine est déjà distribuée en France. C'est un appareil compact au sol (H. 800, P. 1500, l. 1 200 mm), avec une puissance électrique de 1,5 à 3 kW et une puissance chauffage de 4,5 à 10,5 kW. Le rendement électrique est de 20 à 25 %, tandis que le rendement global atteint 90 %. Une version gaz est prévue pour 2010.

Hoval de son côté commercialise une solution Stirling de 1,1 kWe associée à ses chaudières bûches ou à ses chaudières à granulés. Dans les deux cas, le moteur Stirling est extérieur à la chaudière. Le foyer est modifié pour permettre l'introduction du moteur en face du brûleur, au fond de la chambre de combustion.

De nouveaux efforts sur les piles à combustible

Depuis septembre 2008, le projet allemand « Callux » (www.callux.net), cofinancé par les pouvoirs publics et l'industrie, soutient le développement des piles à combustibles à hauteur de 80 millions d'euros et planifie les étapes jusqu'à leur commercialisation en 2015.

Stiebel Eltron et Hoval ont dévoilé à ISH leur démarche conjointe avec Hexis, pour fabriquer et commercialiser la pile à combustible *Galileo 1 000 N*. Sa puissance électrique devrait

RÉDUIRE LE BRUIT DES CANALISATIONS

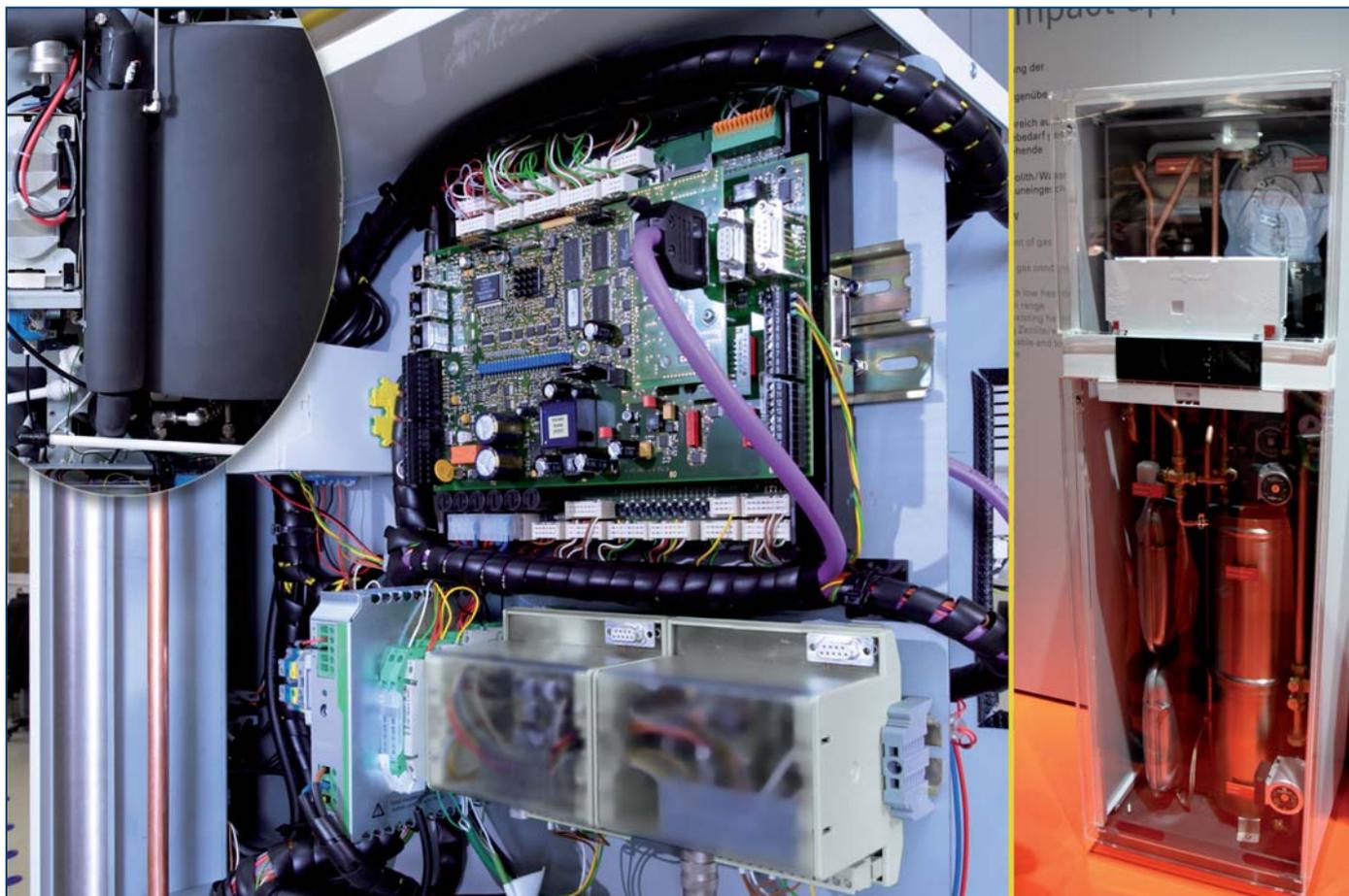
Plusieurs fabricants, dont Armacell et Missel Schwab, montraient à ISH des solutions d'isolation à la fois thermique et phonique pour des canalisations d'évacuation des eaux vannes, eaux usées et eaux pluviales. Composé de mousse de polyéthylène (PE), le revêtement *Tubolit AR Fonoblok* d'Armacell empêche la transmission des bruits solidiens de chute d'eau aux murs, aux plafonds et aux locaux adjacents, réduisant le niveau de pression acoustique de 15 dB(A) par rapport à un tube non isolé. Dans bien des cas, cependant, cela ne suffit pas ; en effet, à cause de leur faible poids, les canalisations en matières plastiques vibrent plus facilement que les tubes de fonte également utilisés en

évacuations. Armacell a donc développé le *Tubolit AR Fonowave*, qui réduit la pression acoustique de 11 dB(A) par rapport au *Fonoblok*. Selon Armacell,



Photo Armacell : Gamme *Tubolit AR Fonowave*, pour l'isolation thermique et phonique des canalisations en matières plastiques.

ce résultat est obtenu à la fois par une innovation dans l'expansion de la mousse de PE et grâce aux « ondes » imprimées à la mousse côté canalisation. Cette gaine est proposée en 9 mm d'épaisseur seulement pour des canalisations du DN 50 au DN 125 en matières plastiques ou multicouches, et doit être distribuée dans toute l'Europe depuis mai 2009. Outre le bruit, Missel Schwab insistait pour sa part sur la protection des canalisations contre l'incendie. Sa nouvelle manchette *BSM-F30* incombustible affiche un point de fusion à 1000 °C et un degré CF 1/2h. Missel Schwab la recommande pour la protection des traversées de mur des canalisations du DN 50 au DN 100.



Photos Baxi Innotech:
Baxi Innotech, filiale du groupe Baxi, est sans doute le plus avancé dans la mise au point d'une pile à combustible. Il s'agit de la génération *Gamma 1.0* en pré-série de production.

Photo DR:
Chaudière à condensation à zéolithes.

atteindre 1 kW, pour une puissance chaleur de 2 kW, avec un rendement électrique de 30 à 35 % et un rendement global (chaleur + électricité) supérieur à 90 %. Cette pile est associée à une chaudière à condensation de 20 kW en complément. Elle comporte un échangeur de chaleur à plaques pour récupérer sa chaleur et un onduleur pour transformer le courant continu qu'elle produit en 400 V AC à 50 Hz. Dans le cadre du projet Callux, 200 *Galileo 1000 N* vont être installées d'ici 2012 en Europe et monitorées.

Pour l'instant, 12 systèmes sont en production en Allemagne, et 15 en field-test. Les trois industriels estiment que ces machines, qui s'installeront comme une chaudière à gaz, devraient satisfaire 60 à 90 % des besoins en énergie primaire d'une famille, et entraîner une réduction d'émission de CO₂ de 15 à 50 % par rapport à une chaudière gaz et à une production d'électricité centralisée.

Baxi Innotech est le plus avancé dans la mise au point d'une pile à combustible commercialisable. Il présentait à ISH sa première pré-série de production *Gamma 1.0*. La génération *Gamma 1.0* est capable de couvrir la totalité des besoins de chaleur d'une famille et 75 % de ses besoins en électricité. L'appareil se compose de trois parties : la pile à combustible proprement dite, un stockage d'énergie qui permet d'utiliser de la chaleur même en l'absence de production d'électricité, et un régulateur électronique qui optimise la gestion de la production de chaleur et d'électricité en fonction des besoins. L'utilisateur peut même afficher les valeurs (électricité produite et consommée, chaleur produite, etc.) sur son téléviseur.

Une durée de vie encore limitée

Gamma 1.0 produit 1 kWe pour 1,7 kWth avec une modulation de puissance de 30 à 100 %, un rendement électrique de 30 % et un rendement global supérieur à 85 %. En l'absence d'une production et d'un réseau de distribution publique d'hydrogène, *Gamma 1.0* est alimentée en gaz naturel qui passe à travers un réformeur pour en extraire l'hydrogène nécessaire à la pile à combustible. En tenant compte de la chaudière à condensation de 15 ou 20 kW incorporée sous la jaquette de l'appareil, le rendement global dépasse 90 % selon la norme PREN 50465. Il s'agit là d'un projet de norme CEN/Cenelec – au stade du vote final – intitulé « Fuel Cell Gas Heating Appliances » (piles à combustible à gaz destinées au chauffage). Il concerne les appareils destinés à une installation intérieure, dont la puissance de production électrique est inférieure ou égale à 11 kW et dont l'alimentation en gaz est inférieure à 70 kW. Il porte sur leur marquage, leur conception, leur fabrication, la sécurité d'emploi, les exigences fonctionnelles et les méthodes de test. 35 appareils *Gamma 1.0* sont en test pour l'instant, 45 autres seront installés d'ici juin 2009. Baxi vise comme objectif une durée de vie de 20 000 heures de fonctionnement pour la pile, soit environ quatre ans. D'autres participants au projet Callux exposaient l'état de leurs développements à ISH. Vaillant entend profiter de ce projet pour porter la durée de vie de ses piles à combustible à 13 000 heures de fonctionnement et pour augmenter significativement le nombre de cycles marche/arrêt qu'elles seront



Comment fonctionne une machine à zéolithe ?

Dans une chaudière à zéolithe, un processus répétitif est généré : l'eau est adsorbée par la zéolithe, puis libérée par apport de chaleur depuis un corps de chauffe à condensation (désorption). Dans tout le texte qui suit, les termes condenseur et évaporateur se réfèrent à l'eau contenue en circuit fermé dans

le module zéolithe sous une pression inférieure à la pression atmosphérique.

Le cœur de la machine est le module à zéolithe, composé de deux parties : l'évaporateur ou accumulateur de chaleur à zéolithe (module 2 : adsorption), et le circuit condenseur à zéolithe (module 1 : désorption). Le fonctionnement comporte une phase de désorption et une phase d'adsorption :

■ au cours de la phase de désorption, on assèche la zéolithe grâce à l'alimentation en chaleur du circuit par la chaudière à condensation (140 °C) : l'eau contenue dans la zéolithe s'évapore dans la partie inférieure

(module 1). Là, un circuit permet sa condensation, fournissant donc un apport de chaleur vers le circuit de chauffage et de production d'eau chaude. La chaleur cédée au circuit de chauffage dans le condenseur réduit la température du module 1 à 40 °C. Cette réduction de température du circuit zéolithe permet qu'il soit ensuite alimenté par la réaction d'adsorption (module 2), qui produit de la chaleur à une température de 90 °C. À l'issue

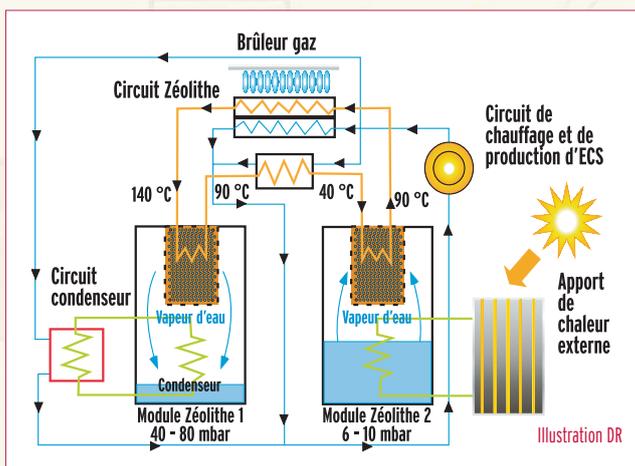
de la phase de désorption, la zéolithe est entièrement asséchée, le module est commuté hydrauliquement : la pression et la température descendent ;

■ dès que la température dans le module évaporateur (adsorption) est parvenue sous la température de la source de chaleur externe (un circuit de

panneaux solaires, par exemple), le circulateur du circuit de chaleur externe se met en fonctionnement : l'eau s'évapore dans le module 2, monte vers la zéolithe et est adsorbée par elle. Le processus d'adsorption libère davantage de chaleur qui contribue à son tour au chauffage et à la production d'ECS.

Le module à zéolithe est donc alimenté par deux sources de chaleur à des températures différentes (chaudière à condensation + apport externe). En retour, la chaleur utile pour le chauffage et la production d'ECS est produite de deux manières : par le circuit condenseur (> 100 °C) et par l'adsorption

(90 °C). On génère un processus cyclique : lorsqu'une partie se trouve en mode désorption/condensation, l'autre est en phase adsorption/évaporation. Quand toute l'eau est évacuée de la zéolithe dans le module 1, la désorption s'arrête, en même temps que l'adsorption dans le module 2 qui n'est plus alimenté en vapeur d'eau. Les fonctions des modules zéolithe sont inversées hydrauliquement toutes les 20 minutes, grâce à des vannes d'inversion.



capables de supporter. Elco, la marque allemande de Ariston Thermogroup qui possède notamment Chaffoteaux en France, vise 40 000 heures de durée de fonctionnement pour son projet de pile à combustible. Elle n'y est pas encore, mais pense pouvoir atteindre son but en 2012. Quatre machines sont en field-test pour l'instant. Cette pile a été présentée à un groupe de distributeurs d'énergie, dont GDF en France et Centrica en Grande-Bretagne. Ils participeront à des field-tests plus étendus et à sa commercialisation.

L'émergence des chaudières à zéolithe

Après la cogénération omniprésente, on voyait à ISH de nombreuses machines à zéolithes. Il s'agit d'un nouveau type d'appareil qui devrait être commercialisé par les grands constructeurs de matériels de chauffage entre début 2010 et fin 2012. Avec une composition proche de celle de l'argile, la famille des zéolithes compte 48 versions naturelles et environ 200 synthétisées à partir de l'alumine et de la silice. Selon Vaillant, les zéolithes synthétiques se négocient entre 1 et 2 euros pour des livraisons à la tonne. Dans ces machines, on fait appel à la capacité d'adsorption eau/zéolithe. Une des propriétés essentielles des zéolithes est d'attirer très fortement les molécules d'eau en produisant en même temps de la chaleur. Ces machines sont constituées d'une source de production de chaleur (une chaudière gaz à condensation), d'un module

à zéolithe composé de deux parties, désorption et adsorption (voir schéma ci-dessus), et d'une seconde source de chaleur extérieure : des panneaux solaires chez Viessmann, des capteurs à eau glycolée enterrés chez Vaillant. Ce dernier élabore également un capteur spécifique soleil + air extérieur/fluide caloporteur.

Le ratio apport extérieur/puissance utile est de 25 % environ : pour une installation qui restitue une puissance de 10 kW, l'apport de chaleur extérieur (solaire, etc.) doit atteindre 2 à 3 kW. C'est cet apport externe et le processus d'adsorption, dans le cycle désorption/adsorption, qui fournissent à l'appareil son surcroît de rendement par rapport à une chaudière à condensation classique. Comme une machine à zéolithe offre une température de sortie de 75 °C environ, la production d'ECS peut être assurée en toute sécurité, sans complément d'énergie pour les montées en température des cycles anti-légionelles. Les caractéristiques de température des machines à zéolithe permettent de les utiliser tant en construction qu'en rénovation, s'il est possible de trouver une source de chaleur externe commode.

À ISH, Vaillant et Viessmann paraissent les plus avancés. La machine Vaillant offre une puissance chauffage de 1,5 à 10 kW, avec un rendement nominal de 135 % sur PCI et un rendement d'exploitation annuel de 130 %. Comme le rendement théorique maximum d'une chaudière à condensation est de 111 %, ce nouvel appareil représente un progrès significatif.

Pascal Poggi