



# Systemes efficients et énergies renouvelables

Forum Technologie et Énergie



**BDH**

Bundesindustrieverband Deutschland  
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.

**ISH**

## Préface

Le forum des technologies du bâtiment et de l'énergie a lieu pour la 5e fois à Francfort lors de l'ISH 2013 sous la responsabilité de la BDH et du salon de Francfort. L'ASUE, le BWP, le DEPV, le DVGW, le FGK, le HEA, le HKI e IWO soutiennent à nouveau cet événement central du salon leader international ISH. À cela s'ajoutent pour la première fois l'Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz, geea (l'alliance pour l'efficacité énergétique des bâtiments), qui promeut la haute efficacité pour tous les corps de métier dans le secteur du bâtiment, ainsi que la Deutsche Energie-Agentur, dena (agence allemande pour l'énergie) et la commission Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik dans l'association déclarée DIN.

De nouveau, le forum des technologies du bâtiment et de l'énergie de l'ISH se trouve sous l'égide du Ministère Fédéral de l'Environnement, de la Protection de la nature et de la Sécurité nucléaire, BMU. Par la prise en charge de ce patronage, la politique souligne de manière impressionnante la grande importance de l'ingénierie de systèmes modernes pour des objectifs ambitieux de climat et de protection des ressources aux niveaux européen et national. Le forum présente le stand de l'ingénierie de systèmes du monde entier sur une surface de 450 m<sup>2</sup>. Avec le soutien de partenaires du secteur de l'énergie, l'exposition montre le potentiel d'une utilisation efficace des sources d'énergie fossiles et l'importance croissante des énergies renouvelables sur le marché des sources de chaleur. Les partenaires du forum des technologies du bâtiment et de l'énergie et le Ministère misent sur la double stratégie visant efficacité et énergies renouvelables. Par cela, d'énormes potentiels d'économie d'énergie et de réduction du CO<sub>2</sub> sont exploités selon un ordre de grandeur allant jusqu'à 50 % d'économie dans le domaine du bâtiment. Les technologies de pointe allemandes y apportent une contribution centrale.

Le salon mondial ISH avec ses 200 000 visiteurs professionnels représente une plate-forme d'informations pour les décideurs européens mais aussi de plus en plus extra-européens. Le forum des technologies du bâtiment et de l'énergie met l'accent sur les visiteurs professionnels qui veulent être informés de manière condensée et neutre sur l'état de la technique, les innovations et les concepts de modernisations. C'est pourquoi, la présente brochure centrale est disponible en allemand, anglais, italien, espagnol, français, russe et chinois. L'ensemble des documents visuels et conférences seront présentés en allemand et en anglais.



Iris Jeglitza-Moshage  
Senior Vice President,  
Messe Frankfurt Exhibition



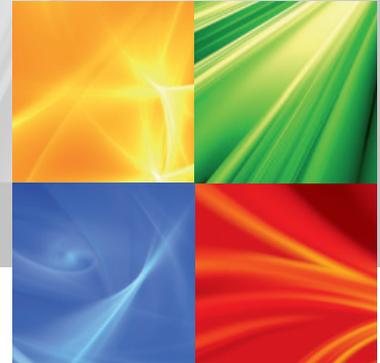
Andreas Lücke M.A.  
Directeur principal BDH



## Table des matières

Préface .....	2
Table des matières .....	3
<b>Conditions-cadres en UE</b>	
BDH : l'association pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables .....	
Alliance solide pour l'efficacité et les énergies renouvelables .....	6
La biomasse sous forme de gaz – le biogaz naturel .....	12
Combustibles liquides issus de la biomasse .....	14
Biomasse bois .....	16
L'avenir avec le pétrole & le gaz .....	18
<b>Exemples de modernisation</b>	
Consultation énergétique et certification énergétique .....	22
Systèmes de chauffage modernes .....	24
Système de chaudières à condensation au gaz avec héliothermie .....	28
Système de chaudière à condensation avec aération de logement en maison multifamiliale .....	30
Système de chaudière à condensation au mazout .....	32
Système d'installation de chauffage multivalente .....	34
Système de pompe à chaleur air-eau .....	36
Système de pompe à chaleur salée-eau .....	38
Système de chaudière à bois-pellets avec service d'eau chaude solaire .....	40
Système de chaudière à carburateur au bois avec service d'eau chaude solaire .....	42
Minisystème de cogénération d'électricité et de chaleur en maison multifamiliale .....	44
<b>Technologies/Produits</b>	
Principe d'utilisation du pouvoir calorifique (gaz) .....	48
Principe de l'utilisation du pouvoir calorifique (fioul) .....	50
Principe de la pompe à chaleur .....	52
Variantes de pompes à chaleur .....	54
Installations solaires thermiques .....	56
Installations solaires thermiques : Composants .....	58
L'énergie du bois .....	60
L'énergie du bois .....	62
Le chauffage producteur de courant .....	64
Pompe à chaleur à gaz .....	66
Distribution de chaleur .....	68
Chauffage/Refroidissement par surfaces étendues .....	70
Radiateurs .....	72
Systèmes de ventilation pour habitation .....	74
Systèmes de ventilation avec récupération de la chaleur/de l'humidité dans l'habitation .....	76
Technologie d'accumulation .....	78
Installations d'échappement – Systèmes à emploi flexible pour beaucoup de domaines d'utilisation .....	80
Systèmes de cuve .....	82
Technologie de régulation et de communication intelligente .....	84
<b>Grandes puissances</b>	
Systèmes de chauffage à grande échelle .....	88
<b>Gestion de l'énergie/systèmes de fourniture d'énergie innovants</b>	
Smart Grid/Smart Home .....	92
Avec le gaz vers un avenir renouvelable .....	94
<b>Normalisation</b>	
Normalisation dans le domaine de la technique de chauffage et de ventilation .....	98
BDH Membres .....	100





BDH : l'association pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables

Alliance solide pour l'efficacité et les énergies renouvelables

La biomasse sous forme de gaz – le biogaz naturel

Combustibles liquides issus de la biomasse

Biomasse bois

L'avenir avec le pétrole & le gaz





# ALLIANCE SOLIDE POUR L'EFFICIENCE ET LES ÉNERGIES

Un sujet de premier ordre unit les partenaires du Forum de la Technologie et de l'Énergie : l'efficacité et le renforcement des énergies renouvelables. Les sources d'énergie fossiles continueront de jouer à l'avenir un rôle majeur dans la mise à disposition d'énergie sur le marché de la chaleur et du froid. Le consensus existant entre les partenaires souligne que le rôle des énergies renouvelables sur le marché de la chaleur et dans le secteur de la

climatisation croîtra de façon soutenue et progressive. Le Forum de la Technologie et de l'Énergie constate une forte interdépendance entre tous les types d'énergie – renouvelables ou fossiles – et une ingénierie des systèmes efficace, ceux-ci permettant d'atteindre un optimum énergétique durant l'exploitation de ces types d'énergie. Les partenaires et leur rôle en détail :



pour l'industrie du gaz

**BDH**

Bundesindustrieverband Deutschland  
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.

pour l'efficacité et les  
énergies renouvelables



pour les pompes à chaleur



pour l'efficacité énergétique, les  
énergies renouvelables et les  
systèmes énergétiques  
intelligents



pour le bois et les granulés de bois  
ainsi que pour les installations  
techniques correspondantes



pour la normalisation



pour l'industrie du gaz  
et les législateurs



pour le génie climatique et les  
systèmes de ventilation



pour l'efficacité de l'énergie dans  
les bâtiments



pour l'industrie de l'électricité



pour des chaudières individuelles  
efficaces



pour l'industrie du fioul

**BDH**  
2012

102 entreprises  
2 associations

<b>Parts de marché:</b>	90 % en Allemagne 60 % dans l'UE
<b>Chiffre d'affaires:</b>	12,7 mrd. d'euros dans le monde entier
<b>Effectifs:</b>	67 400 dans le monde entier
<b>R &amp; D:</b>	508 mio. d'euros dans le monde entier

<b>Produits et Systèmes:</b>	Générateurs de chaleur pour gaz, fioul et bois Pompes à chaleur Solaire thermique et photovoltaïque Systèmes de distribution et de transfert de chaleur Systèmes d'aération et de désaération Technique de climatisation Technique d'échappement Installations à cogénération d'électricité et de chaleur Accumulateurs et systèmes de réservoir Chaudières à grande capacité et Technique de mise à feu jusqu'à 36 MW
------------------------------	--

Le Forum de la Technologie et de l'Énergie est placé sous la responsabilité du BDH et de Messe Frankfurt. Le parrainage est assumé par le ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la nature et de la Sécurité nucléaire, BMU.

## BDH : Fédération pour l'Efficiency et les Énergies renouvelables

Le BDH regroupe 104 entreprises qui fabriquent des systèmes ou composants efficaces de réchauffage, de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation dans les bâtiments et intègrent pour ce faire les énergies renouvelables. Les membres du BDH adoptent une position de leaders internationaux pour les systèmes de 4 kW à 36 mégawatts.

Ils représentent quelque 60 % du marché européen dans le domaine de l'approvisionnement en chaleur des bâtiments et dans le domaine de la chaleur industrielle. Ils réalisent à l'échelle mondiale un chiffre d'affaires de 12,7 Md. d'euros et emploient près de 67 400 personnes.

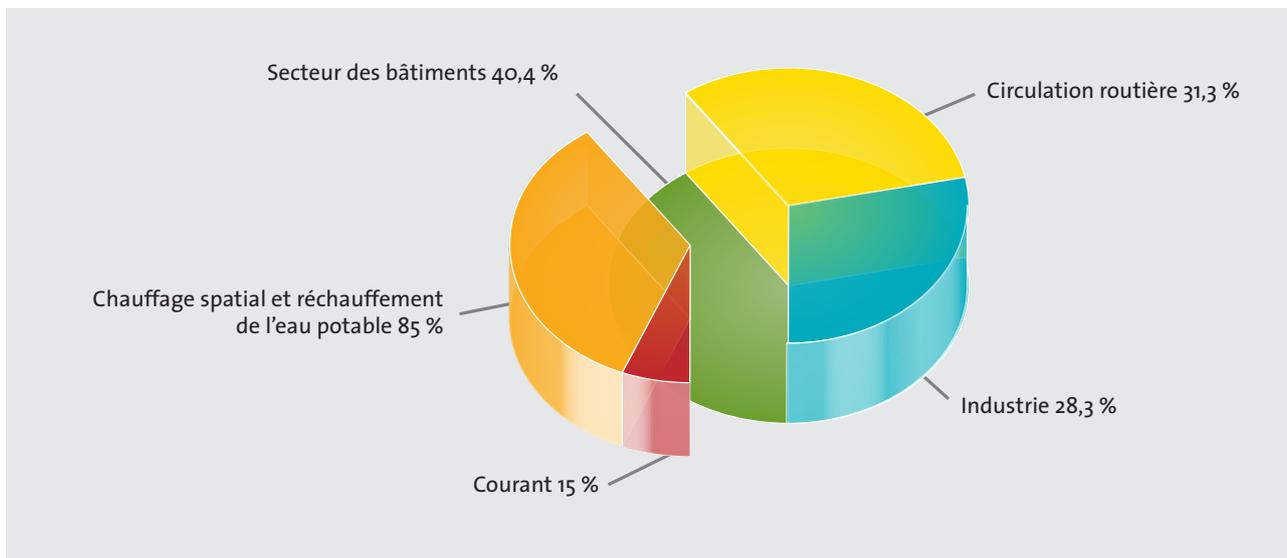


Fig. 1 : Consommation finale d'énergie par secteurs au sein de l'UE

## Focus sur le secteur le plus consommateur d'énergie en Europe

Selon le livre vert de l'UE, plus de 40 % de la consommation finale d'énergie en Europe proviennent du marché de la chaleur. De cette part, environ 85 % sont imputés au réchauffage des bâtiments et à la production d'eau chaude sanitaire. Cela correspond à 33 % de la consommation finale d'énergie.

Selon le livre vert, l'efficacité énergétique des bâtiments en Europe est très faible. Si l'efficacité énergétique était doublée grâce à des mesures mises en œuvre sur les installations techniques ou une amélioration énergétique de l'enveloppe des bâtiments,

il serait possible d'économiser environ 20 % de la consommation finale d'énergie en Europe. Aucun autre secteur consommateur d'énergie en Europe ne présente un tel potentiel d'économies. La solution réside en grande partie dans le domaine des installations techniques. C'est ici que se révèlent d'énormes défis dans le domaine de la modernisation énergétique des techniques de chauffage en Europe. En ce qui concerne la chaleur industrielle jusque 36 mégawatts aussi, il est possible d'économiser rien qu'en Allemagne 18 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an. C'est aussi pour ces importantes approches et solutions technologiques que l'ISH propose la plateforme centrale d'information et de consultation.

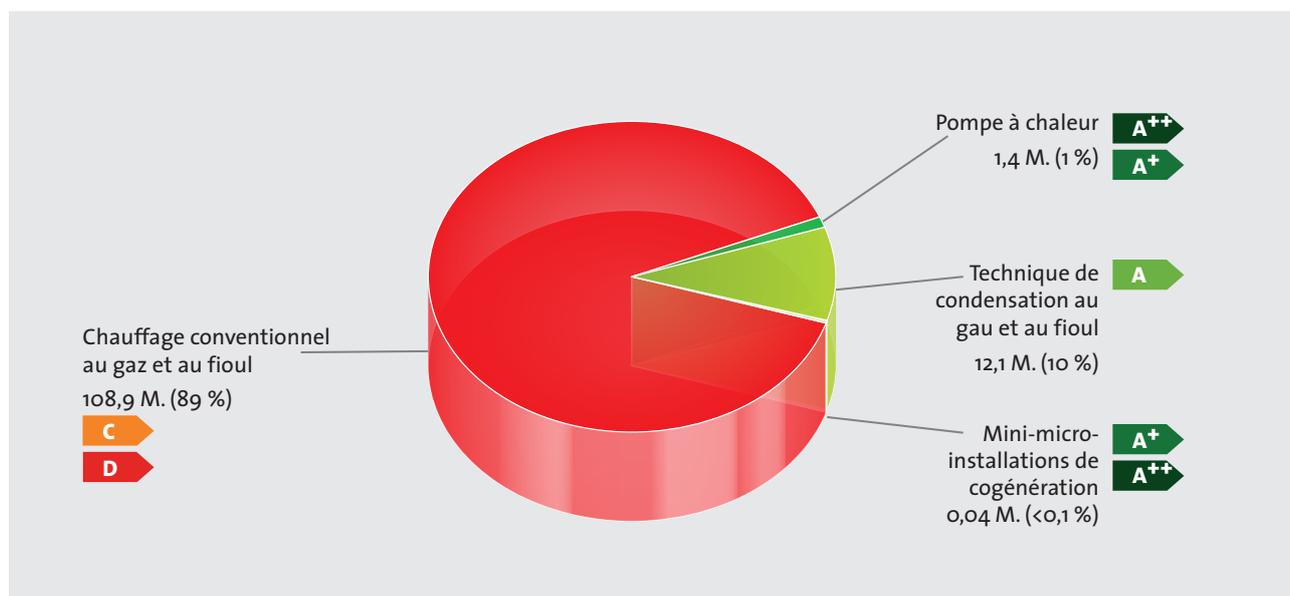


Fig. 2 : Nombre d'installations en Europe, env. 122,4 M.

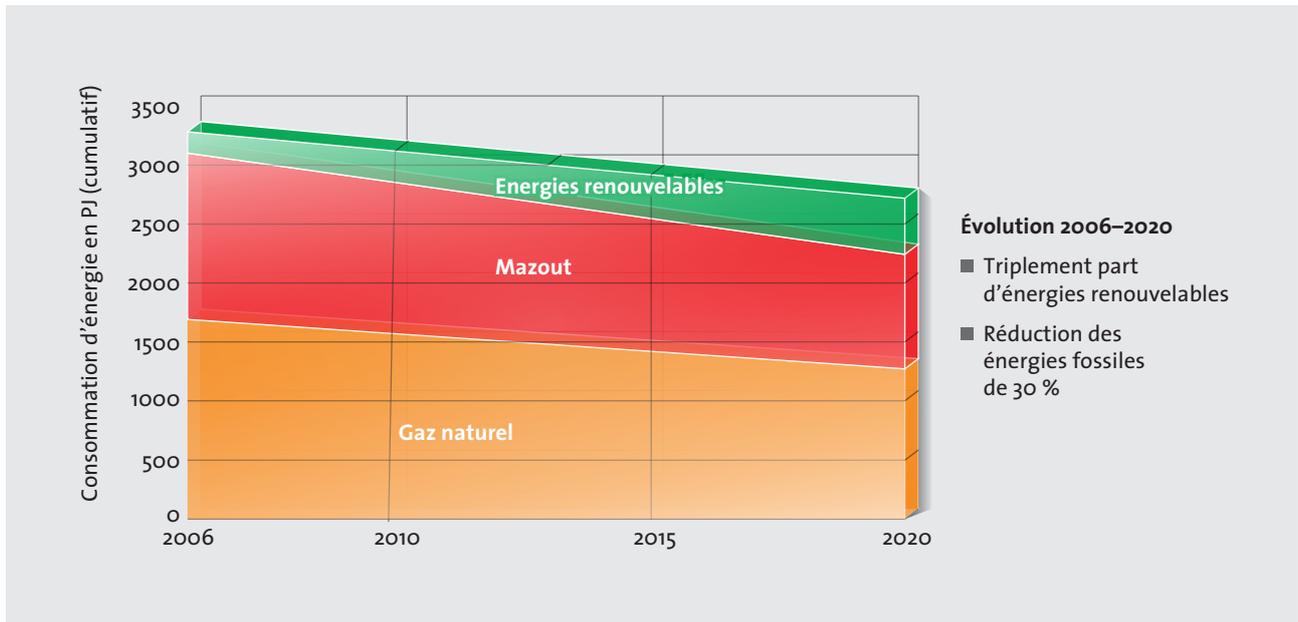


Fig. 3 : Consommation d'énergie de chauffage selon les sources d'énergie (Prévisions BDH)

La figure 3 présente les objectifs pour le gaz naturel, le fioul et les énergies renouvelables à l'exemple de l'Allemagne (prévisions BDH). Les consommations des sources d'énergie fossiles sont en nette régression en raison des gains d'efficacité. Les énergies renouvelables prennent de l'importance grâce au renforcement de la production de chaleur solaire, de chaleur ambiante et de géothermie ainsi qu'à l'exploitation accrue de la biomasse.

La double stratégie, alliant efficacité et énergies renouvelables, qu'accompagne l'accélération de la modernisation énergétique offrent des avantages économiques solides et constituent en même temps la clé qui permettra d'atteindre les objectifs énergétiques et de protection climatique. L'application de systèmes efficaces et des énergies renouvelables dans le stock immobi-

lier ainsi que l'optimisation des installations de chaleur industrielle ont un effet positif sur l'économie nationale en générant une croissance et des emplois supplémentaires dans le secteur artisanal, l'industrie et le commerce.

Les économies d'énergie soulageront les citoyens qui verront diminuer les coûts de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire. Jusqu'à 100 M. de tonnes de CO<sub>2</sub> économisés par an servent la protection climatique. 18 % de la consommation énergétique allemande constituent la plus grande contribution possible à la protection d'importance stratégique des ressources.

### Progrès technologique pour plus d'efficacité et d'énergies renouvelables

Au cours des 30 dernières années, d'importants investissements dans la recherche et le développement réalisés par l'industrie allemande ont permis d'atteindre plus de 30 % d'augmentation potentielle de l'efficacité non seulement sur les générateurs de chaleur mais aussi dans le domaine de la climatisation et de la ventilation.

Si l'on ajoute au calcul les énergies renouvelables, on obtient une augmentation de l'efficacité de quelque 40 %. Ainsi, en cas de recours à la technique de condensation, les degrés d'utilisation se heurtent désormais à leurs limites physiques.

Pour ce qui est du recours à la géothermie et à la chaleur ambiante, on constate une grande part d'énergies renouvelables utilisées conjointement à l'utilisation efficace de l'électricité nécessaire.

Les chaudières à bois modernes à faibles émissions ainsi que les installations décentralisées de cogénération complètent la

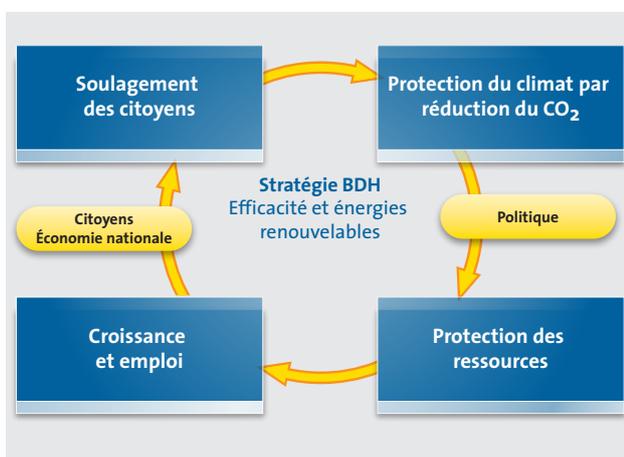


Fig. 4 : Situation gagnant-gagnant grâce à une modernisation accélérée d'ici 2020

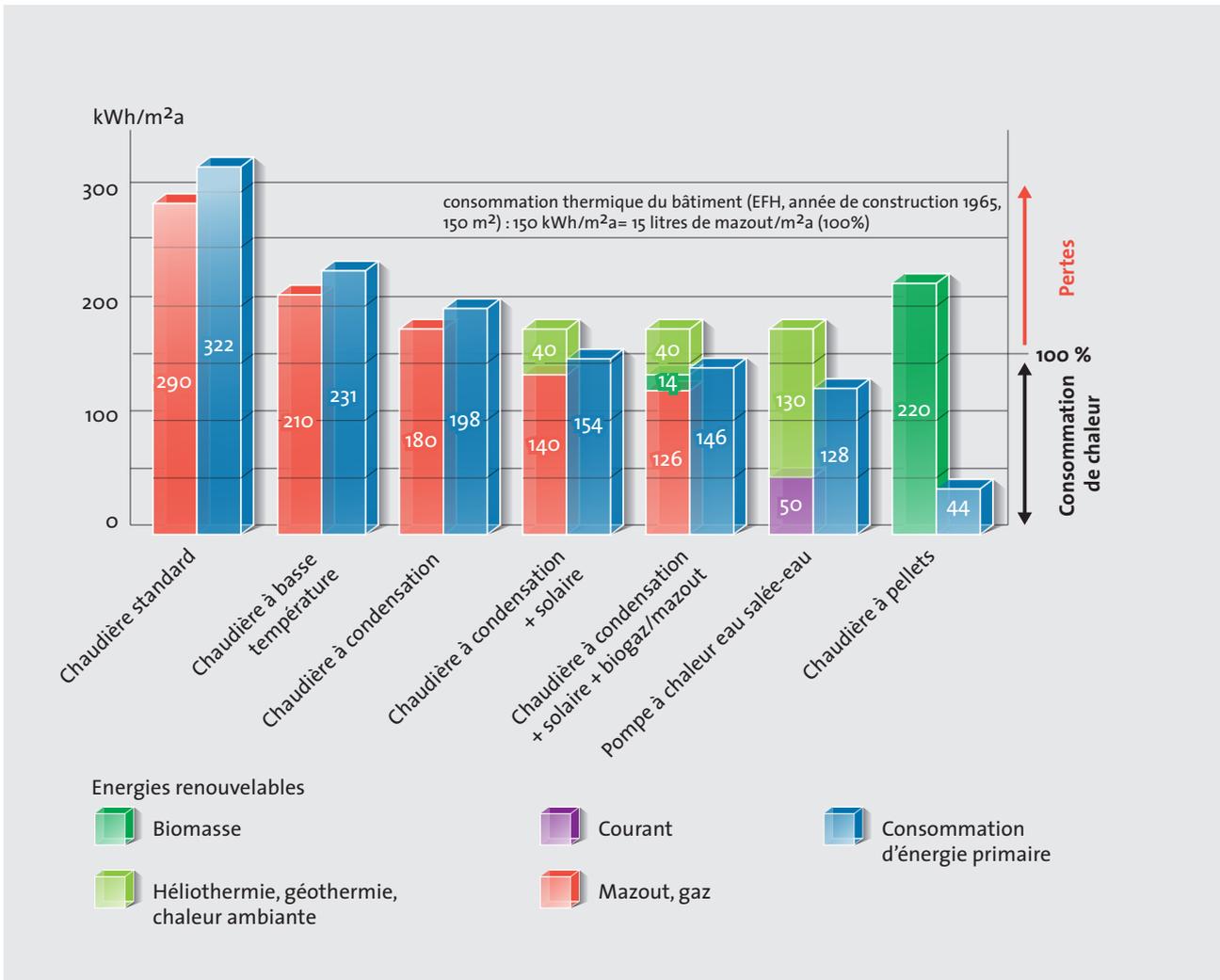


Fig. 5 : Besoins en énergie finale et en énergie primaire dans un bâtiment existant typique

### La branche analyse:

- ▶ Blocage de modernisation nuit à la protection des ressources et du climat
- ▶ Locataires et propriétaires peuvent économiser 50 % des frais d'énergie
- ▶ Conditions cadres politiques sont insuffisantes

### La branche propose:

- ▶ de doubler le tempo de modernisation
- ▶ d'accroître la part des énergies renouvelables sur le marché thermique
- ▶ d'optimiser les conditions cadres politiques
- ▶ d'augmenter et de maintenir les subventions
- ▶ d'utiliser le biomazout et le biogaz naturel sur le marché thermique comme par exemple installations à cogénération de chaleur et d'électricité ou chaudières à condensation avec héliothermie



gamme de produits. Ceci conduit à un excellent bilan énergétique. Grâce à l'emploi supplémentaire du solaire thermique – présent dans quasiment tous les systèmes existants en place –, il est possible de substituer jusque 20 % d'énergie fossile.

## L'Europe pour l'efficacité et les énergies renouvelables

En 2007, l'Union européenne se fixait déjà des objectifs ambitieux de politique énergétique et environnementale :

- réduction de 20 % des gaz à effet de serre d'ici 2020 (objectif porté à 30 % en 2010) par rapport à 1990
- augmentation de 20 % de la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie d'ici 2020
- accroissement de 20 % de l'efficacité énergétique d'ici 2020

Depuis 2007, l'UE élabore des stratégies pour tous les domaines tenant de l'énergie, à savoir le transport, l'industrie, la gestion de l'énergie et le secteur du bâtiment. Des directives et prescriptions européennes correspondantes doivent être appliquées et utilisées à l'échelle nationale. Pour le plus gros secteur consommateur d'énergie en Europe, c'est-à-dire le secteur du bâtiment, quatre directives en tout sont applicables.

## Directives UE et leur importance pour le marché de la chaleur

L'Energy Performance of Buildings Directive, appliquée en Allemagne sous la forme du décret sur les économies d'énergies (EnEV), comprend la détermination de règles minimales de qualité énergétique et de consommation d'énergie primaire des bâtiments. Elle présuppose un certificat de performance énergétique pour les bâtiments ainsi qu'une inspection régulière des installations.

## Directive sur l'efficacité énergétique

Par le biais de la directive, les fournisseurs d'énergie (gaz naturel, fioul, électricité) doivent parvenir à réaliser chez leurs clients des domaines privé et public des économies d'énergie avec différents pourcentages par an.

## Directive on Ecodesign requirements for Energy relevant Products, ErP, and Labelling-Directive

Dans le cadre de sections nommées « lots », tous les générateurs de chaleur doivent remplir des critères d'écodesign et, de manière analogue aux appareils électriques, obtenir un étiquetage-énergie destiné aux utilisateurs finaux et établi sur la base de critères d'efficacité énergétique.

Ceci est valable aussi bien pour le réchauffage de bâtiments que pour la production d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments. Cet instrument aura de fortes répercussions sur l'évolution du marché et sur les technologies de l'efficacité.

L'état de la technique doit au moins être caractérisé par un A et les systèmes recourant de plus aux énergies renouvelables par un A+ ou un A++.

Un « package label », se présentant sous la forme d'un étiquetage de l'emballage portant le marquage correspondant, doit permettre aux fournisseurs (industrie et commerce) ainsi qu'aux artisans de configurer des systèmes de chauffage – alliant par ex. technique de condensation et technologie solaire. La notation peut atteindre A+++.

Les mois et années à venir représentent l'un des plus grands défis pour l'artisanat et l'industrie dans ce domaine. Pour que cet instrument exerce un effet positif, les étiquetages produit et installateur doivent être lancés sur le marché aussi tôt que possible par l'intermédiaire des milieux spécialisés.

Avec une organisation et une mise en application correctes du système d'étiquetage, les technologies de l'efficacité et des énergies renouvelables décrites dans cette brochure tireront un profit sans réserve.

## Les perspectives du marché européen

L'Europe dispose d'un cadre juridique, tel que la directive sur les ERP et l'étiquetage et l'EPBD, qui octroie aux systèmes clairement efficaces des avantages face aux techniques non efficaces. C'est ainsi qu'au cours des dernières années, en Europe du Sud, la technique de condensation a pu atteindre des parts assez considérables (entre 20 % et 30 % contre presque 0 % il y a cinq ans).

De même, les pompes à chaleur air/eau et saumure/eau enregistrent depuis des années en permanence des taux de croissance importants, notamment en Europe centrale et du Nord. L'utilisation du solaire thermique reste sur la voie de la croissance avec comme première région l'Allemagne. Les chaudières de chauffage central pour biomasse solide gagnent en importance avec tout en Allemagne, en Autriche et en Suisse.

En somme, le cours de l'UE vers une plus grande efficacité dans le domaine des bâtiments est irréversible. Le grand encombrement des mesures de modernisation relevé dans tous les pays entrave toutefois la réalisation des objectifs de la Commission pour 2020. Par conséquent, l'industrie exige en harmonie par ex. avec le Gouvernement fédéral allemand une politique plus stimulante pour inciter les investisseurs à mettre en œuvre leurs projets de modernisation en retard.

## Forte croissance sur les marchés extra-européens

En particulier la Russie et la Chine enregistrent des taux de croissance élevés dans le domaine du bâtiment. L'industrie européenne du chauffage, avec ses technologies de l'efficacité pour les bâtiments neufs et l'assainissement, profite fortement de cette dynamique.



Fig. 6 : Conditions générales pour le marché UE de la chaleur



## Biogaz issu de la biomasse

Le biogaz apparaît si un matériau organique, appelé biomasse, se décompose à l'abri de l'air. Les bactéries anaérobies qui peuvent vivre sans oxygène en sont responsables. La biomasse comprend notamment des résidus contenant une biomasse fermentescible, comme les boues d'épuration, les déchets biodégradables, le fumier ou les parties de végétaux. Le biogaz est composé principalement du méthane et du dioxyde de carbone.

**LE BIOGAZ NATUREL PEUT ÊTRE  
INTÉGRÉ DANS LE RÉSEAU DE GAZ,  
ET AUGMENTE L'EMPLOI DES ÉNER-  
GIES RENOUVELABLES**

Pour la production d'énergie, seul le méthane reste précieux : plus sa teneur est élevée, plus le biogaz est riche en énergie. En revanche, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau ne sont pas utilisables. Le biogaz est produit dans les grandes installations de fermentation dans lesquelles des micro-organismes transforment la biomasse pour faire apparaître un biogaz en tant que déchet de métabolisme. Pour utiliser ce gaz à des fins de chauff-

fage ou pour la production de courant, il est séché, filtré puis désulfuré. On lui enlève également les gaz présents au niveau de traces.

## Cycle de vie fermé des matériaux

La préparation du biogaz comprend surtout la réduction des parts de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{O}_2$ . Un procédé de préparation courant est le lavage de gaz de fumées avec lequel le  $\text{CO}_2$  est séparé de façon à ce que la part de méthane augmente dans la matière première. Derrière un tel lavage de gaz de fumées se trouve un processus d'absorption avec eau ou lessive spéciale. L'adsorption du changement de pression – un procédé d'adsorption avec charbon actif – est un autre procédé de nettoyage. Il existe en outre d'autres procédés comme la séparation de gaz cryogéniques, réalisée à l'aide du froid. Dans leur développement se trouve actuellement une séparation des gaz grâce à une membrane, afin de rendre le biogaz utile à différentes applications.

Avant l'alimentation dans le réseau de gaz naturel, le biogaz doit être condensé à la pression de service correspondante et préparé à la qualité du réseau. Une forte compression est également nécessaire même pour l'utilisation en tant que carburant. Si le biogaz doit être employé comme carburant, l'hydrogène sulfuré ainsi que l'ammoniaque doivent être enlevés avant le

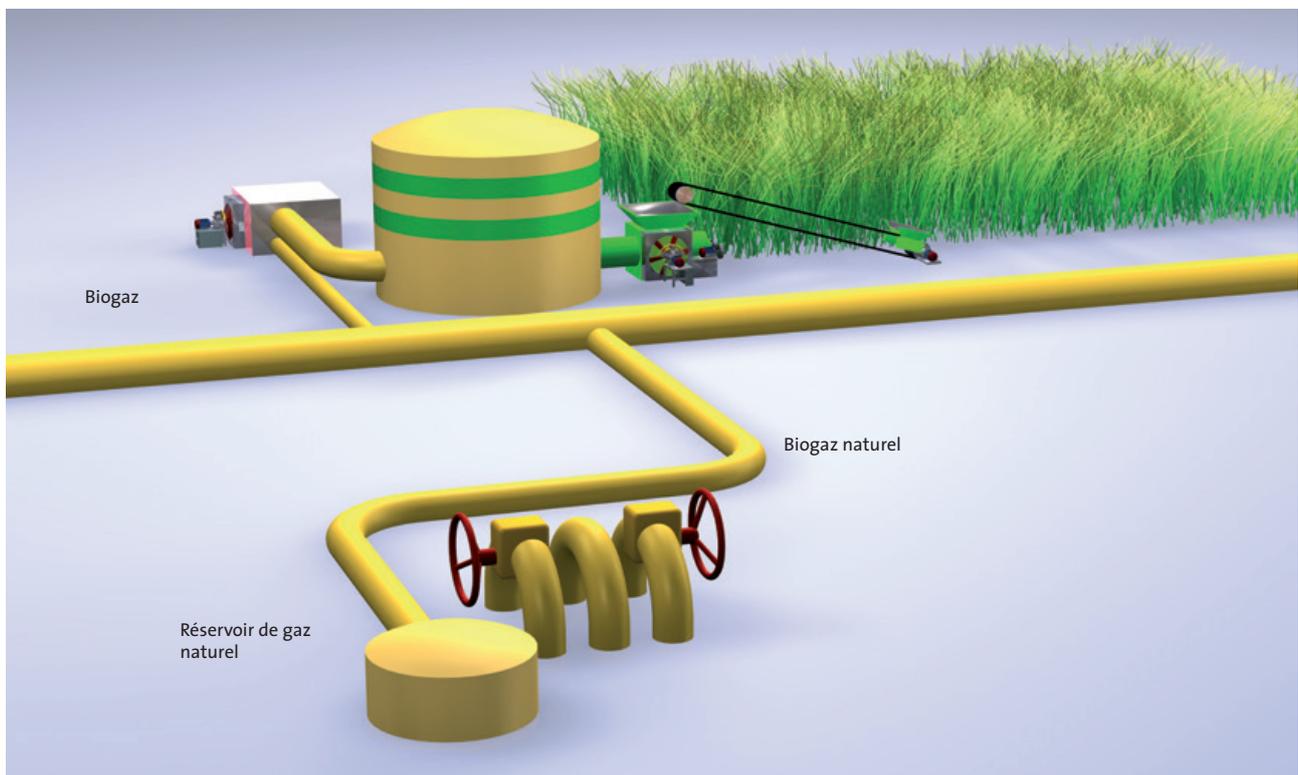


Fig. 7 : Voies de production et de transport de biogaz ou de biogaz naturel

processus de combustion, afin que les moteurs à gaz ne subissent aucun dégât. La biomasse restante issue de la fermentation convient très bien comme fumier biologique, si bien que l'on obtient un cycle fermé de vie des matériaux.

## Utiliser les structures existantes

Depuis 2007 déjà, le biogaz est mélangé au gaz naturel traditionnel et est intégré dans les réseaux de gaz naturels. On parle alors de biogaz naturel. Il parvient aux utilisateurs via l'infrastructure existante. Parce que le biogaz naturel présente les mêmes critères de qualité que le gaz naturel, il peut de même être intégré de manière flexible, par exemple dans les chaudières gaz à condensation, dans les installations de cogénération et de groupes de secours ou en tant que carburant dans les véhicules fonctionnant au gaz naturel. En cas de voiture au gaz naturel, le biogaz naturel diminue sensiblement les émissions de CO<sub>2</sub> jusqu'à 65 %.

Par l'augmentation de l'alimentation en biogaz, les consommateurs de gaz naturel optent de plus en plus pour les énergies renouvelables. Jusqu'à 100 milliards de kWh de biogaz naturel pourraient être produits d'ici 2030, ce qui correspond à un dixième environ de la consommation de gaz naturel de 2005.

## Mix énergétique du futur

Le biogaz possède une haute efficacité de surface. Il est possible de produire continuellement du biogaz toute l'année et de l'accumuler aussi simplement que le gaz naturel.

En raison de l'indépendance du vent ou du rayonnement solaire, le biogaz jouera à l'avenir un rôle important dans le mix énergétique.

De plus, le biogaz est neutre en CO<sub>2</sub>. Lors de sa combustion, autant de dioxyde de carbone est libéré que ce que la biomasse en a extrait avant de l'atmosphère. Le biogaz diminue parallèlement la dépendance face aux importations de sources d'énergie fossiles et renforce l'économie régionale. L'économie allemande du gaz s'est tenue d'ajouter environ 20 % de biogaz naturel au gaz naturel qui est employé en tant que carburant, d'ici 2020.

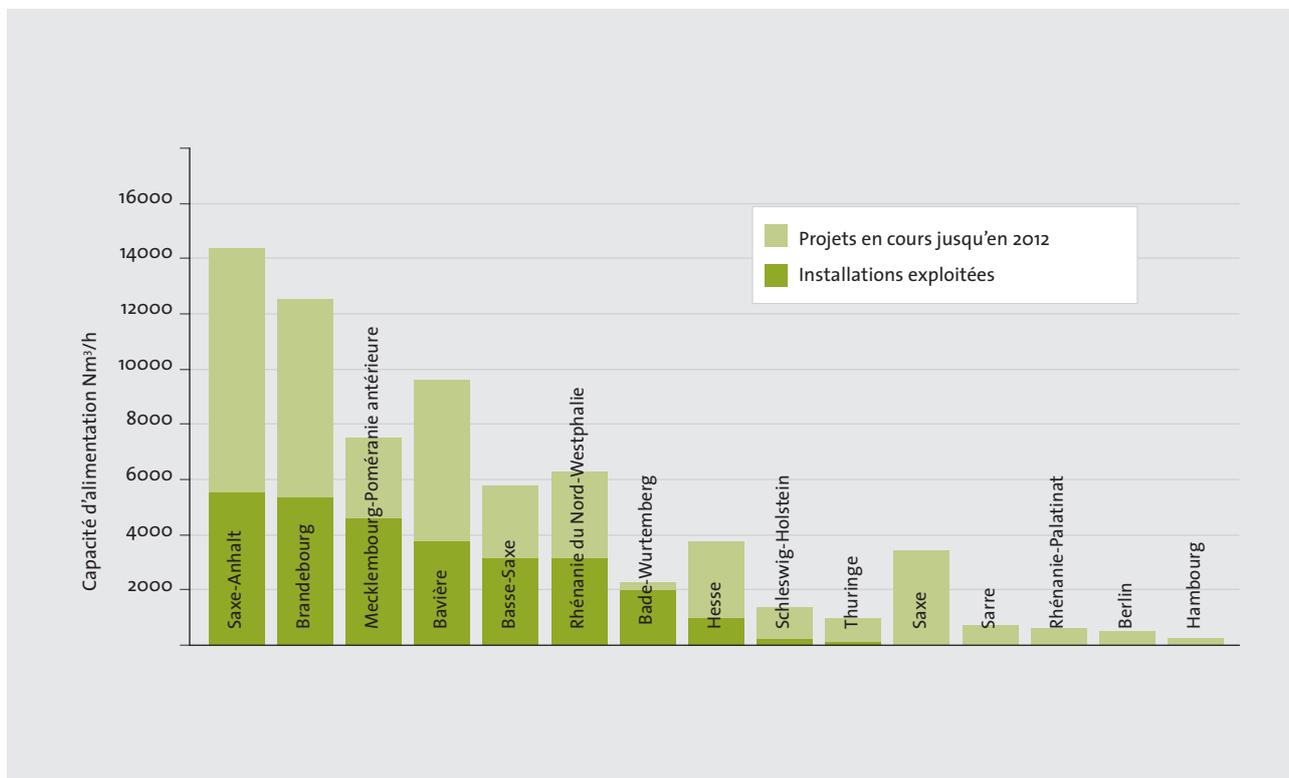


Fig. 8 : Systèmes d'alimentation de biogaz en Allemagne, situation : novembre 2010



## Les plantes livrent un combustible liquide

De nombreuses plantes riches en énergie et contenant de l'huile, comme le colza ou le tournesol, peuvent être utilisées à des fins énergétiques, c'est à dire pour la production de courant, de chaleur et de carburant. C'est pourquoi, les combustibles liquides issus de la biomasse sont dès à présent régulièrement ajoutés aux sources d'énergie conventionnelles.

## LE FIOUL BIO CONTRIBUE À LA RÉDUCTION DU BESOIN EN FIOUL

Un exemple en est ce qu'on appelle le « fioul bio », disponible sur le marché depuis quelques années : le fioul bio est un fioul pauvre en soufre auquel sont ajoutés au moins 3 % en volume d'un combustible liquide issu des matières premières renouvelables – actuellement il s'agit en général de biodiésel.

## Haute efficacité et durabilité

Le fioul bio peut nous aider de manière décisive à réduire le besoin en huile minérale, à baisser les émissions de gaz à effet de serre et à économiser les ressources. Une culture durable des matières premières et une utilisation la plus efficace possible, sont la condition préalable à l'obtention d'un fioul bio. Pour cela, l'augmentation de l'efficacité est encore et toujours une priorité même devant la propagation du fioul bio sur le marché des sources de chaleur. Car seules les technologies de chauffage très efficaces combinées aux énergies renouvelables, peuvent permettre d'atteindre les objectifs ambitieux de protection climatique. De plus, les matières premières renouvelables ne sont pas à disposition en quantité illimitée. Elles ne

doivent donc pas être gaspillées dans des installations de chauffage inefficaces.

L'économie de l'huile minérale revendique expressément les objectifs de la réglementation sur les critères de durabilité : les biocomposants doivent être produits et certifiés selon des normes écologiques et sociales reconnues. Deux aspects sont essentiels à cela : d'une part, la production de plantes énergétiques ne doit pas être en concurrence avec la production d'aliments – notre biocarburant ne doit pas être responsable d'une augmentation du prix d'un aliment de base pour la population dans les pays producteurs. D'autre part, l'utilisation de biocomposants doit entraîner à la fin de l'ensemble du processus de production une diminution effective des émissions de gaz à effet de serre.

## EMHV en tant que biocomposant dans le fioul

Il existe différentes façons de produire des combustibles liquides issus de la biomasse. En effet, on utilise aujourd'hui en tant que « biocombustible de première génération » des huiles à base de plantes ainsi que des huiles végétales améliorées (appelées ester méthylique d'huile végétale, abréviation « EMHV »). Les « biocombustibles de deuxième génération » sont des huiles végétales craquées et hydrogénées, des graisses animales (appelées huiles végétales hydrogénées, abréviation « HVH »), et des huiles synthétiques issues de la biomasse (appelées Biomass-to-Liquids, abréviation « BtL »).

Actuellement, l'EMHV est principalement employé en tant que biocomposant du fioul bio – mieux connu par les consommateurs sous le nom de « Biodiésel ». Les éléments contenant de l'huile issue des plantes comme le colza ou le tournesol, sont pressés, fondus ou extraits par solvants puis raffinés. Les propriétés de l'EMHV sont semblables à celles du fioul pauvre en soufre. Techniquement, un mélange apte à la combustion composé d'un fioul traditionnel pauvre en soufre et d'un bio-

Produit	Matière première	Graines et fruits oléagineux (p. ex. colza, tournesol)	Graisses animales, huiles alimentaires usées	Toutes les plantes, déchets, purin
Huile végétale				
EMHV				
Huiles végétales hydrogénées (HVH)				
BtL (Biomass-to-Liquids – deuxième génération)				

Fig. 9 : Matières premières possibles pour biocombustibles liquides

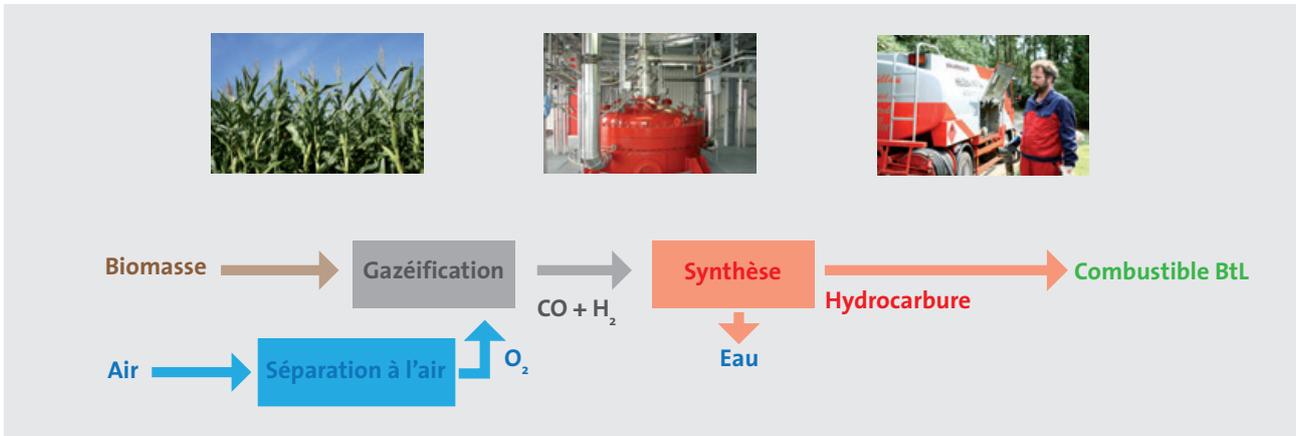


Fig. 10 : Fabrication de combustibles BtL

composant comme l'EMHV, est relativement rapide et facile à produire. Les propriétés de l'EMHV sont normalisées dans DIN EN 14214 / version nov. 2012. Dès à présent, des fiouls bio sont proposés sur le marché des sources de chaleur avec un mélange d'EMHV. Selon la norme, la désignation du fioul bio est « huile de chauffage extra légère A bio ». Le « A » signifie ici « alternative ».

### Utilisation dans les chauffages au fioul

Des vastes recherches ont été entreprises pour permettre une intégration stable des biocombustibles liquides dans les six millions de chauffage au fioul d'Allemagne. Grâce au fioul bio, le consommateur peut aujourd'hui augmenter rapidement et sans grands investissements sa part d'énergies renouvelables lors de la fourniture d'énergie.

Un fioul pauvre en soufre avec jusqu'à 10,9 % vol. d'ester méthylique d'huile végétale (EMHV), peut être intégré selon les données de l'industrie des appareils de chauffage sans limitation de la sécurité de fonctionnement dans une installation à huile. Toutefois, l'emploi d'un fioul pauvre en soufre avec plus de 5 % vol. d'EMHV, peut rendre nécessaire des mesures particulières sur l'installation à huile, en raison des matériaux utilisés.

Les données du producteur sont ici déterminantes. De plus,

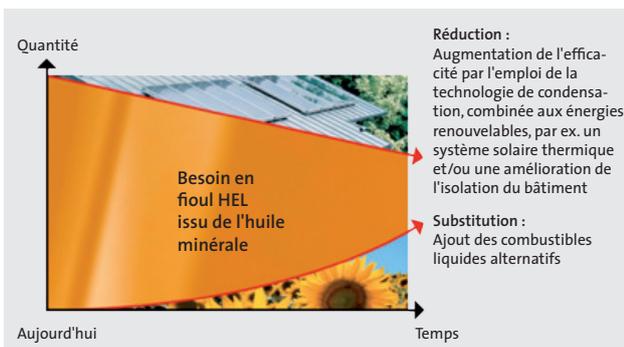


Fig. 11 : Perspectives d'avenir pour les combustibles liquides

l'Institut pour la chaleur et la technique du fioul (Institut für Wärme und Oeltechnik ou IWO) a élaboré des indications d'installation importantes avec l'activité d'artisanat dans le secteur du chauffage.

### Combustibles liquides de deuxième génération

Les huiles végétales craquées et hydrogénées et graisses animales représentent une nouvelle technologie pour produire un combustible liquide à partir de la biomasse. Il en résulte un biocombustible très pur (appelé huile végétale hydrogénée, abréviation HVH) sans soufre ni arôme.

Un autre procédé utilise les huiles ou graisses, et transforme les plantes complètes comme la paille, les déchets de bois, ou les plantes énergétiques, pour produire un combustible liquide de manière synthétique (Biomass-to-Liquids, BtL). Pour cela, la biomasse est transformée en gaz de synthèse par gazage, puis fluidifiée (procédé Fischer-Tropsch). Il en résulte un biocombustible très pur sans soufre ni arôme.

Cette technologie présente, face aux procédés de fabrication susmentionnés quelques avantages : D'une part, l'ensemble de la biomasse est utilisée, et non pas seulement ses composants contenant de l'huile. De plus, le rendement à l'hectare des plantes énergétiques augmente de cette manière. De plus, lors du processus de production, des propriétés spéciales sont produites si bien que non seulement des combustibles de haute qualité sont formés mais aussi des combustibles qui correspondent exactement à l'application ultérieure.

D'après les connaissances actuelles, ces combustibles de deuxième génération devraient pouvoir être intégrés sans problème aux chauffages au fioul existant et simplement combinés aux combustibles conventionnels. Jusqu'à présent, aucune capacité de production considérable n'a toutefois été enregistrée pour les biocombustibles liquides de deuxième génération. Leur terrain d'action se réduit actuellement au domaine du carburant, car il y a un devoir d'utilisation des biocomposants dans le carburant.

## Le bois est en vogue

La ressource énergétique du bois est de plus en plus attractive : le bois présente un très bon écobilan et un développement de prix presque constant. De plus, le bois est un combustible régional et renouvelable – il permet de courts trajets de transport, des lieux de travail locaux et une création de richesse à l'intérieur du pays. Il existe donc de bonnes raisons à ce que presque 20 % des ménages en Allemagne aient opté pour une production de chaleur à partir du bois. Un cinquième de ces utilisateurs dispose même d'un chauffage central au bois qui sert parallèlement aussi à réchauffer l'eau potable.

**PRESQUE 20 % DES MÉNAGES EN ALLEMAGNE UTILISENT LE BOIS POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR**

Pas étonnant : les foyers modernes automatisés proposent une manipulation actuelle qui n'a jamais été aussi confortable. Le bois n'a vraiment presque plus rien à envier aux combustibles traditionnels du fioul et du gaz en matière de confort.

## Bon pour la forêt – bon pour le climat

Chaque année, plus de 380 millions de m<sup>3</sup> de bois produits durablement arrivent sur le marché en provenance des forêts européennes. 40 % de ce bois est utilisé en Europe pour sa chaleur produite.

Ainsi, l'utilisation du bois est d'une part bonne pour l'entretien et la protection des forêts : seule une forêt bien soignée est stable et résistante face aux influences environnementales. L'augmentation de l'emploi du bois en tant que combustible évite ainsi une transmission – écologiquement non avantageuse – des fonds boisés.

D'autre part, l'utilisation du bois est également favorable au climat. En effet, en tant que matière première renouvelable, le bois est neutre en CO<sub>2</sub> : lors d'une combustion, seule la quantité de CO<sub>2</sub> qui a absorbée l'arbre durant sa croissance, est libérée.

## Granulés, bois de chauffage et copeaux de bois

Les installations de chauffage modernes traitent la ressource énergétique du bois sous forme de granulés, copeaux de bois ou bois de chauffage.

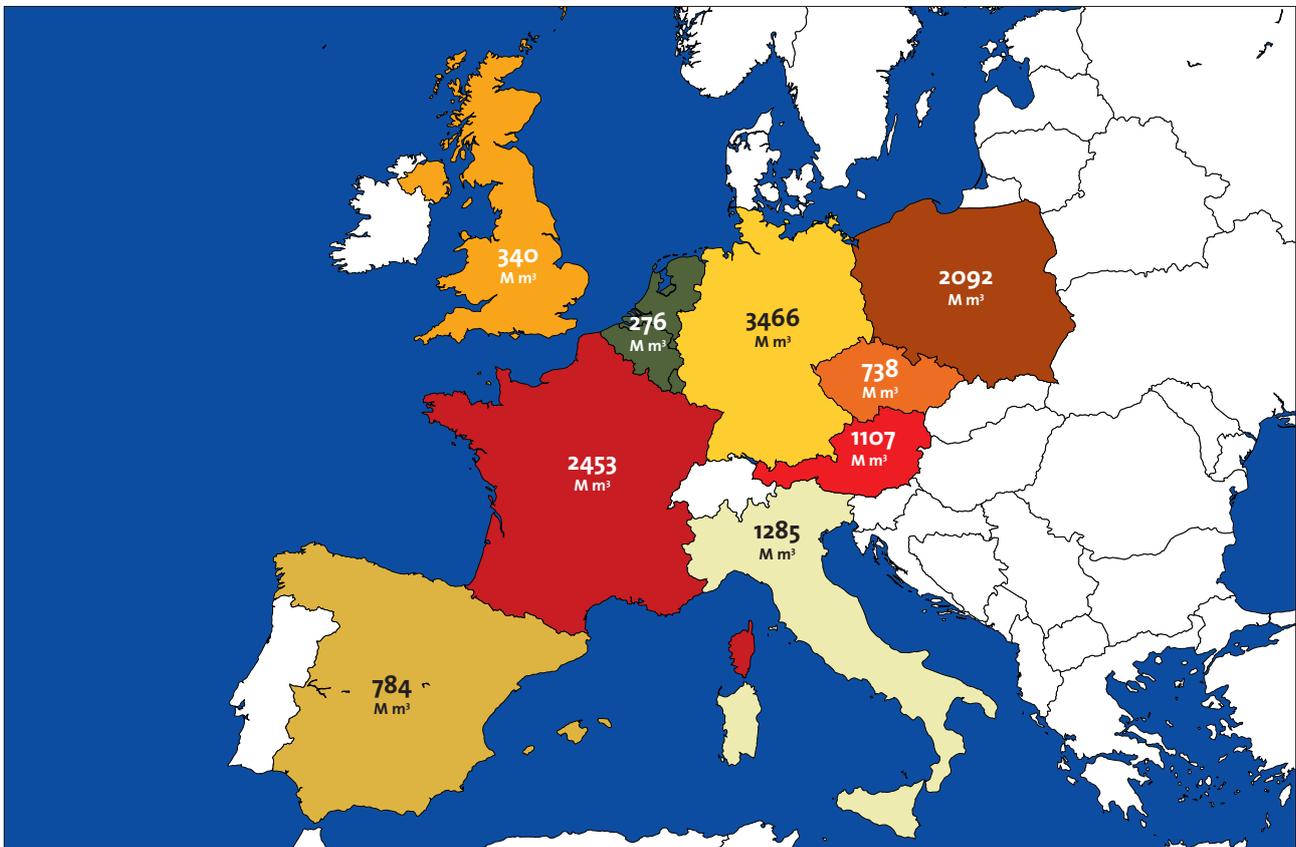


Fig. 12 : Réserves de bois pour des pays sélectionnés d'Europe en 2009. Source : Eurostat



Fig. 13 : Pellets



Fig. 14 : Bûches



Fig. 15 : Briquettes

Les granulés de bois sont des petits grains de bois normalisés et cylindriques provenant d'un bois non traité. Pour produire des granulés, les éclats de bois tombant dans une scierie sont d'abord séchés, puis nettoyés et enfin pressés dans des matrices pour devenir des granulés. Les copeaux se rassemblent très naturellement grâce à leur propre lignine.

La production de granulés a souvent lieu directement dans la scierie. 2 kg de granulés de bois correspondent à la teneur en énergie d'environ 1 l de fioul.

Le bois de chauffage aussi s'est développé ces dernières années pour le chauffage. En principe, il convient pour tout type de construction. Le bois doit d'ailleurs être le plus sec possible. Il s'agit idéalement de 2 ans de stockage à l'air et à l'abri des eaux de pluie.

Le bois, avec une teneur en eau comprise en 15 et 20 %, possède une valeur énergétique moyenne de 4 kWh/kg.

Le bois produit par le gain de bois utile, ainsi que les troncs faibles et courbés, sont sciés et fendus à la longueur désirée. La fente permet d'atteindre un meilleur séchage et une meilleure combustion.

Les copeaux de bois sont produits de différentes manières. Ainsi, les parties de bois résineux non utilisables dans les scieries et pour un traitement autre, sont directement broyées. Elles peuvent ainsi être employées en tant que combustible pour chaudière selon une taille de morceaux de 10 à 50 mm.

Une autre possibilité de la fabrication de copeaux de bois consiste à broyer des bois ronds autrement non utilisables dans la forêt.

Pour tous les combustibles de bois, il y a depuis 2012 une norme européenne (EN 14961-2), qui définit le produit. Pour les granulés, cette norme a même déjà été transformée en une certification (label ENplus).

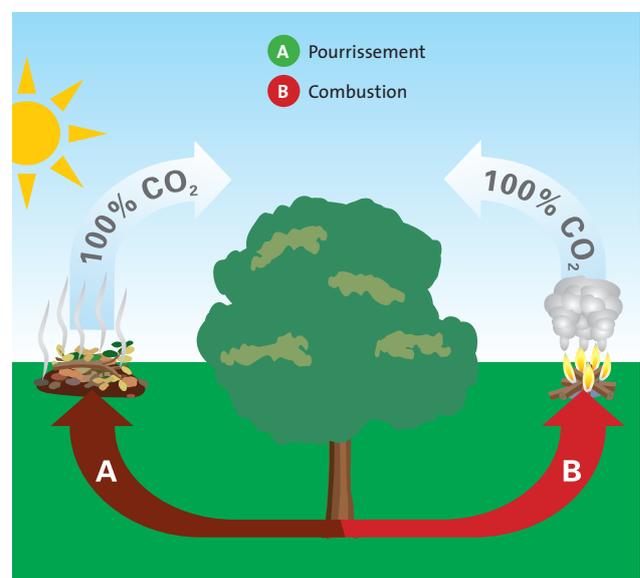


Fig. 16 : Le cycle neutre en CO<sub>2</sub>

### Disponible durablement

Le bois est également utilisé dans quelques pays européens pour la production d'électricité dans des centrales électriques et thermiques.

Depuis le début du millénaire, la surface forestière en Allemagne est passée à environ 235 000 hectares. La crue des bois par hectare se situe ainsi à plus de 11 m<sup>3</sup>. Il s'en suit un volume de bois de 3,6 milliards de m<sup>3</sup>. Ainsi, l'Allemagne, Pays d'Europe Centrale, demeure leader devant les pays du bois « classiques » comme la Finlande ou la Suède. Une raison pour cela est l'exploitation durable selon laquelle il n'est pas recueilli plus de bois qu'il n'en repousse. C'est en 1713 que ce mode de gestion a été décrit pour la première fois. Il a mené à une législation forestière stricte en Allemagne.

L'exploitation durable des forêts est aujourd'hui fermement inscrite par des systèmes de certification dans toute l'Europe. Pour des raisons de protection du climat, l'utilisation énergétique du bois doit être développée en Europe jusqu'en 2020.



## Le pétrole reste disponible à long terme.

Le pétrole est encore et toujours le « lubrifiant » de l'économie mondiale. Dans la consommation d'énergie primaire, sa part s'élève à 35 %. Les carburants, les plastiques, les produits chimiques et enfin le fioul, sont produits à partir du pétrole. L'inquiétude visant à ce que cette matière première soit trop insuffisante dans un future proche est d'autant plus grande. Par chance, cette inquiétude est injustifiée. L'approvisionnement en pétrole est sûr à long terme. C'est ce que prouvent notamment les données actuelles de l'Office fédéral allemand des sciences de la terre et des matières premières, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

## LES RÉSERVES DE PÉTROLE ET DE GAZ NATUREL CONNUES AUJOURD'HUI SUFFIRONT PENDANT PLUS DE 50 ANS

Le potentiel global des gisements pétroliers actuellement connus s'élève selon cette Office à 627 milliards de tonnes. Les « réserves » concernent des gisements pétroliers significativement confirmés par forage et exploitables économiquement avec la technologie actuelle. Les « ressources » concernent des réserves de pétrole conventionnel, géologiquement connues mais pas encore confirmées par forage, et les gisements « non-conventionnels » comme les sables oléagineux, les schistes bitumineux, les pétroles extra-lourds qui ne peuvent pas encore être extraits avec la technologie actuelle.

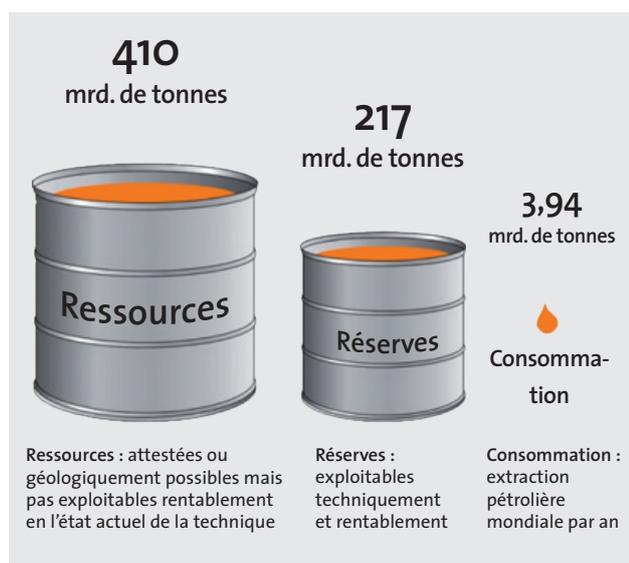


Fig. 17 : Réserves et ressources de pétrole par rapport au besoin dans le monde en 2011

## Depuis le début de l'extraction, les réserves de pétrole augmentent

Selon les données du BGR, les réserves de pétrole confirmées s'élèvent actuellement à 217 milliards de tonnes – soit à un niveau qui n'a jamais été si haut ! À la fin du millénaire, elles s'élevaient encore à 140 milliards de tonnes. En une décennie, les réserves de pétrole ont donc significativement augmenté, même si la consommation de pétrole a monté. Cela est dû d'une part à la découverte de nouveaux gisements, et d'autre part aux progrès techniques et scientifiques.

Les nouvelles technologies comme la sismologie 2D et l'emploi de satellites, permettent une meilleure reconnaissance des gisements connus et une découverte plus facile des nouveaux gisements. En outre, l'intégration de nouvelles technologies mène régulièrement à des réserves de pétrole exploitables et confirmées, issues de ressources anciennes. Le taux d'exploitation va continuer d'augmenter chez les gisements pétroliers déjà mis en valeur.

Parallèlement, l'extraction offshore de nouveaux sites est mise en valeur : c'est justement dans les plateaux des continents que l'on suppose encore de très grands sites. Même les forages horizontaux avec grandes profondeurs sont maîtrisés et employés avec succès. Combinés au procédé Fracking, ces derniers permettent la mise en valeur des gisements importants de gaz et d'huile de schiste aux USA.

Grâce à ce développement, les USA deviendront d'ici 2020 le plus grand producteur de pétrole et de gaz naturel du monde – et seront d'ici 2035 un exportateur net à indépendance énergétique.

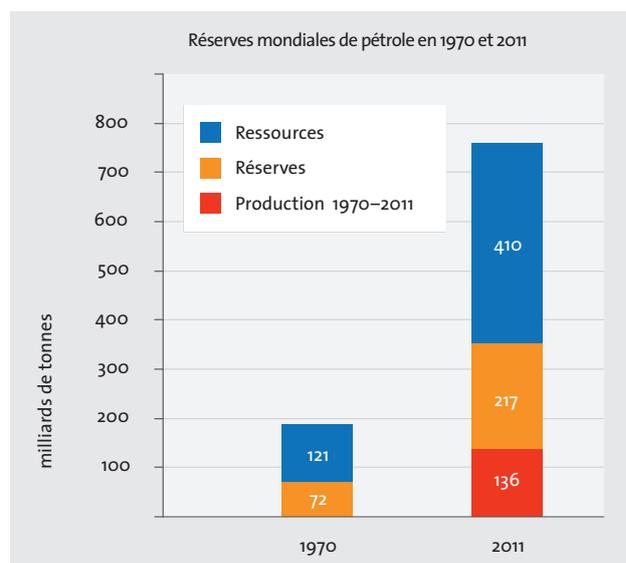


Fig. 18 : Il n'y a jamais eu plus de gisements de pétrole connus qu'aujourd'hui



## Le gaz naturel sous toutes ses formes

Le gaz naturel est un combustible qui se forme en anaérobie, à température augmentée et pression élevée, à partir d'êtres vivants microscopiques marins morts comme les microorganismes. Le gaz naturel est également extrait à partir de gisements non-conventionnels avec des technologies coûteuses, par ex. les filons de charbon où il est adsorbé au charbon poreux. Il est dégagé lors de l'extraction et au cours de processus microbien. L'élément principal est le méthane (CH<sub>4</sub>). Actuellement, le gaz naturel non-conventionnel est disponible et promu en grandes quantités aux États-Unis surtout en tant que « gaz de schiste ». Les « hydrates de gaz naturel » viennent encore s'y ajouter. L'hydrate de gaz naturel est un composé en neige entre le gaz naturel et l'eau qui reste stable jusqu'à une température de 20 °C. Il existe de grands sites en Sibérie et au fond des mers. Toutefois, il n'y a pas encore de technologie appropriée actuellement pour

travailler économiquement ces ressources. Le gaz naturel est transporté via un pipeline ou en tant que gaz naturel liquéfié (GNL). Par gaz naturel liquéfié, on comprend un gaz naturel liquéfié par refroidissement de -164 à -161 °C. Le gaz naturel liquéfié prend de plus en plus d'importance en tant que moyen de transport.

## La portée actuelle du pétrole n'est qu'une question d'état de nos connaissances

Si l'on prend pour base la consommation globale de pétrole élevée actuellement à presque quatre milliard de tonnes par an, les réserves de pétrole connues aujourd'hui suffiront encore pendant plus de 50 ans. Mais ce calcul très simple ne représente qu'une méthode de lecture rapide, et est dans l'ensemble peu pertinent.

En effet, la durée pourrait être plus grande : les données sur les réserves de pétrole ne prennent finalement en compte que les gisements actuellement confirmés par forage et exploitables économiquement avec les moyens mis à disposition.

Les ressources de pétrole dont l'extraction n'est pas encore rentable avec la technologie actuelle, ne sont pas comprises dans l'estimation de l'autonomie, bien que le potentiel soit immense : selon le BGR, les ressources de pétrole connues s'élèvent actuellement à 410 milliards de tonnes.

Le gaz naturel est la troisième plus grande source d'énergie, avec une part d'env. 24 % de la consommation d'énergie primaire mondiale. Comme pour le pétrole, les dires sur la disponibilité varient. Les réserves mondiales s'élevaient fin 2009 à env. 187 billions de m<sup>3</sup>.

Source: Oil & Gas Journal 2010, E.ON Ruhrgas

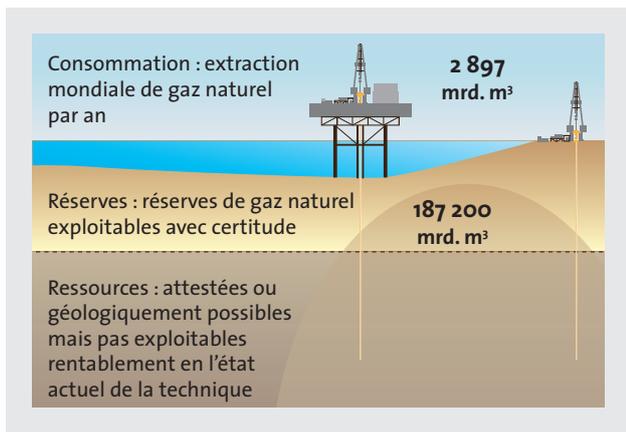


Fig. 19 : Réserves mondiales de gaz naturel et extraction

Source: E.ON Ruhrgas

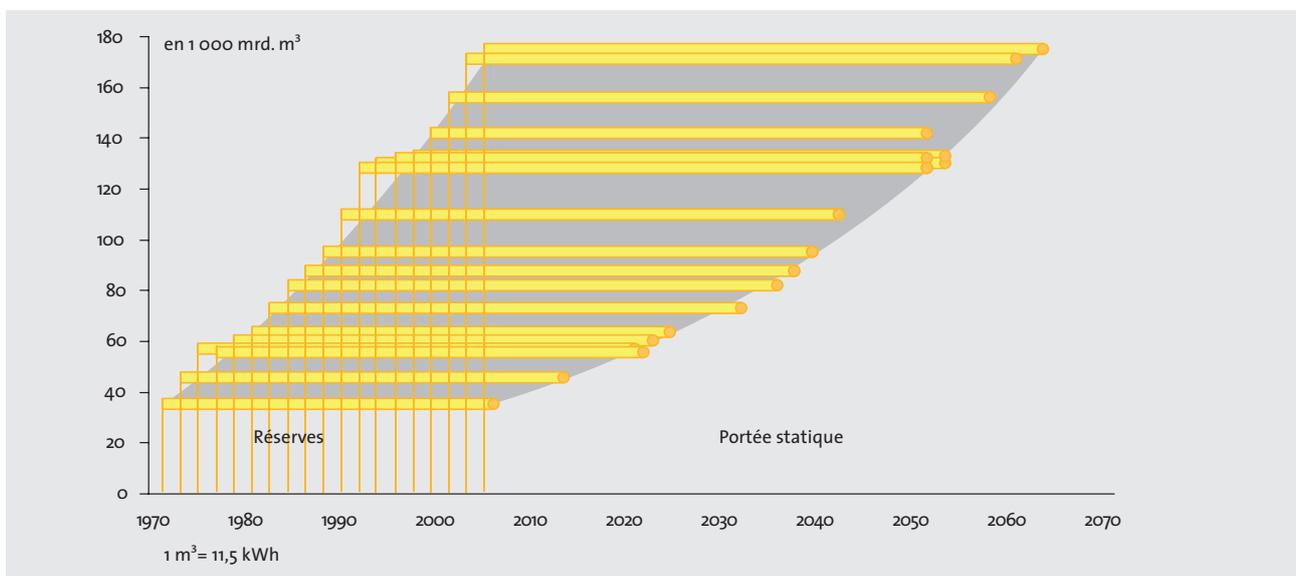
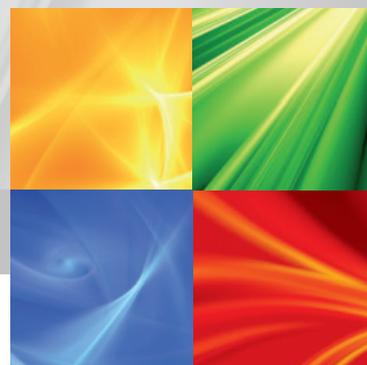


Fig. 20 : Il n'y a jamais eu plus de gisements de gaz naturel connus qu'aujourd'hui







Consultation énergétique et certification énergétique

Systèmes de chauffage modernes

Système de chaudières à condensation au gaz avec héliothermie

Système de chaudière à condensation avec aération de logement en maison multifamiliale

Système de chaudière à condensation au mazout

Système d'installation de chauffage multivalente

Système de pompe à chaleur air-eau

Système de pompe à chaleur salée-eau

Système de chaudière à bois-pellets avec service d'eau chaude solaire

Système de chaudière à carburateur au bois avec service d'eau chaude solaire

Minisystème de cogénération d'électricité et de chaleur en maison multifamiliale





## Utiliser les potentiels, augmenter l'efficacité

Les bâtiments sont les plus grands consommateurs d'énergie en Allemagne et en Europe : les maisons d'habitation, les bureaux, les halls, les hôpitaux ou les écoles. Leur besoin en énergie finale s'élève dans toute l'Europe à environ 40 % de la consommation totale.

Environ 85 % de ce besoin est requis pour couvrir les charges de chauffage et le réchauffement d'eau potable. En effet, l'efficacité énergétique des bâtiments en Europe est encore très faible. Les conséquences : la consommation d'énergie est deux fois plus grande qu'elle ne pourrait l'être selon l'état actuel de la technique.

Ce fait n'arrive pas par hasard : il y a eu peu d'investissements ces dernières décennies dans les bâtiments d'habitation. Les installations vieillissantes de chauffage avec une consommation énergétique inutilement élevée, des portes et fenêtres mal isolées et un bâtiment non calorifugé, sont encore souvent la norme. Cet encombrement des modernisations des bâtiments, doit être résorbé conformément à l'UE.

## LA CONSULTATION ÉNERGÉTIQUE AIDE À AUGMENTER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS EN EUROPE

Il existe effectivement une nécessité d'agir : au cours des dix dernières années, les coûts énergétiques ont fortement augmenté. Ceux qui n'ont pas investi dans leur bâtiment, en paient les frais à long terme. C'est pourquoi, depuis le début du millénaire, la politique européenne mise beaucoup sur l'amélioration complète de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment. Avec différentes réglementations légales, le secteur du bâtiment contribue de manière significative à atteindre l'objectif général de l'UE visant à économiser 20 % de l'énergie d'ici 2020. Des fonds d'encouragement publics soutiennent les propriétaires lors de la construction et de la réhabilitation avec efficacité énergétique.

## Rendre la consommation d'énergie comparable

L'une de ces réglementations au niveau européen est la directive 2010/31/EU (« EPBD Energy Performance of Buildings Directive ») sur la performance énergétique des bâtiments. Elle forme la base de l'introduction généralisée de certification énergétique dans les pays membres.

Les certifications énergétiques évaluent les bâtiments en vue de leur besoin énergétique ou consommation énergétique – peu importe qu'il s'agisse d'une maison d'habitation, d'une usine ou d'un

bâtiment de bureau. Lors de l'établissement, de la modification, de l'agrandissement ou de l'achat de bâtiments ainsi que lorsque des bâtiments sont loués à nouveau, on doit impérativement présenter une certification énergétique pour le bâtiment concerné.

## La certification énergétique est un devoir

Une certification énergétique doit être présentée aux acheteurs, loueurs ou gérants de terrains, maisons ou appartements, sur demande. En Allemagne, cet objectif est remplacé par le décret sur les économies d'énergie EnEV. Et il concerne également les bâtiments publics comme les administrations ou écoles avec plus de 500 m<sup>2</sup> de surface : ils doivent afficher visiblement dans le bâtiment leur certification énergétique.

Les certifications énergétiques lors de la construction nouvelle ou la rénovation de bâtiments, sont à établir sur le principe du besoin énergétique.

## Conseil et action pour les maîtres d'ouvrage et les propriétaires

Selon le décret sur les économies d'énergie EnEV, les certifications énergétiques ne peuvent être délivrées en Allemagne que par des conseillers en énergie qualifiés. Soit par des ingénieurs et des architectes par exemple, qui ont acquis les connaissances spécialisées requises par leurs activités ou formations continues. Les « conseillers en énergie du bâtiment (chambre des métiers) » ainsi que d'autres experts qui prouvent une formation correspondante, en font partie. L'Allemagne compte actuellement env. 15 000 conseillers en énergie actifs qui disposent d'un diplôme reconnu par l'État.

## Mode d'emploi d'une modernisation

Les personnes qui planifient de vastes mesures de modernisation ou qui veulent échanger leur installation de chauffage, ont besoin d'une assistance d'expert. Même les hautes exigences concernant la protection calorifique et l'économie d'énergie dans les pays membres de l'UE, nécessitent de plus en plus de consultations professionnelles en énergie.

Les conseillers en énergie établissent ainsi en premier l'état réel énergétique du bâtiment. Se basant sur cet état réel, ils élaborent ensuite des propositions sur des mesures de modernisation qui améliorent la qualité du bâtiment, la technologie de chauffe, le confort et le bien-être. Avec ces mesures, les propriétaires immobiliers peuvent ensuite baisser de manière ciblée leur consommation énergétique et préserver l'environnement tout en augmentant la valeur du bâtiment.

Ainsi, les certifications et consultations énergétiques permettent constamment de nouvelles impulsions dans le marché de la modernisation.



Source : Bausparkasse Schwäbisch Hall

Fig. 21 : Représentation thermographique d'une maison



Fig. 22 : Conseil en énergie

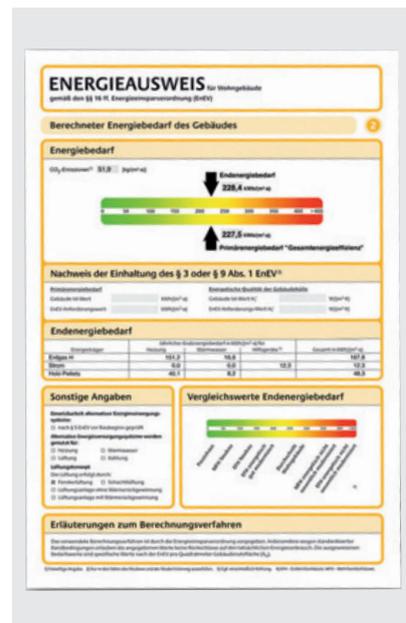


Fig. 23 : Modèle d'une carte énergétique





## Situation de départ

L'efficacité énergétique du stock immobilier en Allemagne est faible. La raison réside dans une technique de chauffage obsolète et des normes d'isolation insuffisantes.

Seuls environ 14 % des quelque 20 M. d'installations de chauffage montées dans les habitations en Allemagne sont aujourd'hui à la pointe de la technologie, c'est-à-dire qu'elles consomment des sources d'énergie fossile de façon hautement performante et intègrent les énergies renouvelables. De cette manière, il est possible d'atteindre dès à présent jusqu'à des degrés d'utilisation de 98 % mais aussi de vastes effets de substitution par l'emploi des énergies renouvelables.

**POUR OBTENIR UN SYSTÈME DE CHAUFFE PERFORMANT, TOUS LES COMPOSANTS DOIVENT ÊTRE PARFAITEMENT ACCORDÉS LES UNS AUX AUTRES**

Déjà avec une modernisation énergétique des installations à 87 % technologiquement obsolètes en Allemagne, la plus grande partie des potentiels d'économie d'énergie et de réduction du CO<sub>2</sub> existants dans le stock immobilier pourrait être exploitée.

Pour ce faire, les modernisations techniques des installations se distinguent en règle générale des mesures appliquées sur l'enveloppe des bâtiments par un rapport coût-efficacité très avantageux. Actuellement, le taux de modernisation technique des installations s'élève tout juste à 3-4 % par an. Il faudra ainsi plus de 30 ans avant que les installations existantes soient conformes à la pointe de la modernité.

## Efficacité énergétique et énergies renouvelables

De nos jours, que ce soit pour la construction de bâtiments neufs ou l'assainissement de bâtiments anciens, des solutions complètes optimales de technique de chauffage sont disponibles pour toutes les sources d'énergie. Le choix du système le plus adapté dépend donc toujours des conditions générales : Ici, il convient de tenir compte avant tout de la charge calorifique du bâtiment, de l'emploi prévu, de l'orientation, de la taille du terrain et naturellement aussi des préférences des investisseurs.

Les systèmes d'approvisionnement des bâtiments en chaleur, en eau chaude sanitaire et de ventilation de l'habitat présentés dans cette brochure sont considérés à l'échelle internationale comme la pointe de la technologie. Ils convertissent les sources d'énergie telles que le gaz, le pétrole ou l'électricité en chaleur avec une grande efficacité et utilisent ici déjà des énergies renouvelables.

## L'idée de système reste toujours au premier plan

Afin de pouvoir réaliser pleinement les potentiels d'économie d'énergie des générateurs de chaleur modernes, tous les composants du système de chauffage doivent être parfaitement accordés entre eux. La génération, l'accumulation, la distribution et le transfert de chaleur doivent donc toujours être considérés comme système global.

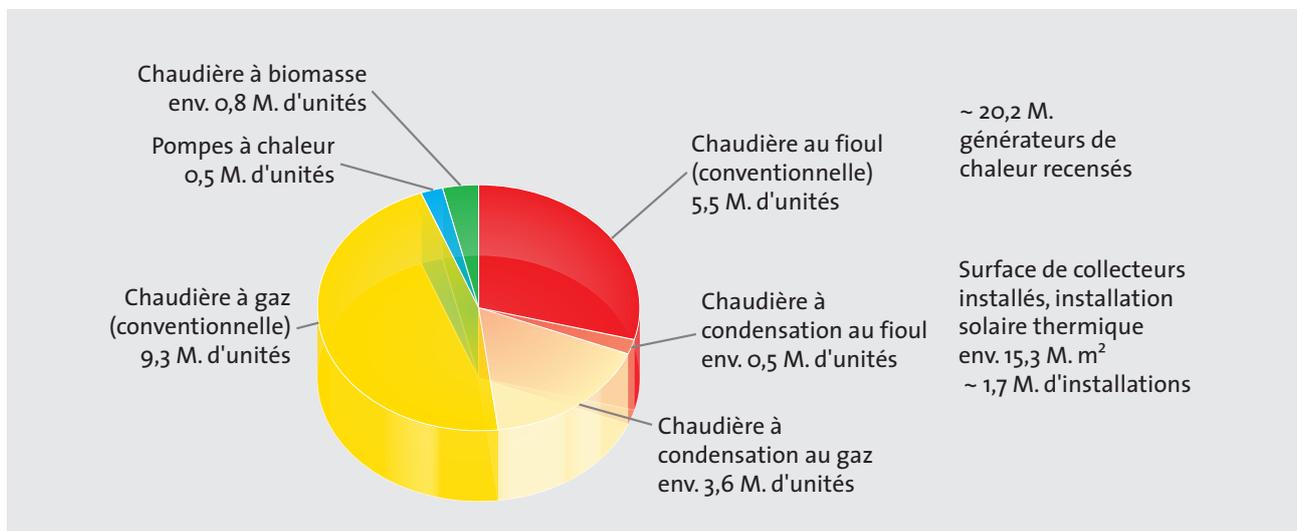


Fig. 24 : Nombre total de générateur d'énergie centraux en Allemagne (2011)

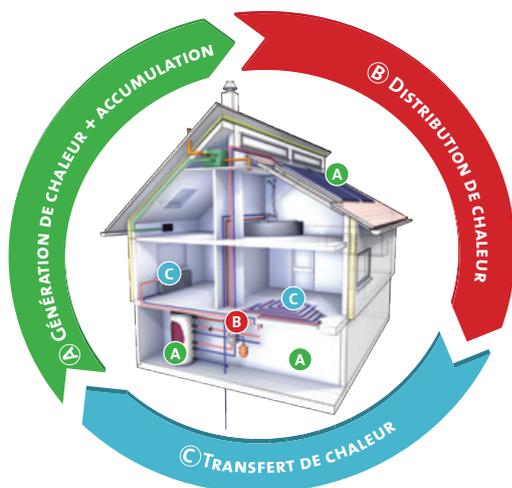


Fig. 25 : L'idée de système prime

### Production de chaleur et accumulation de chaleur

La production de chaleur est le point de départ de l'exploitation du système de chauffage : La source d'énergie utilisée (gaz, pétrole, bois ou électricité) est convertie en chaleur dans un générateur de chaleur central. Cette chaleur est ensuite utilisée pour le chauffage et/ou le réchauffement de l'eau chaude sanitaire. Elle devient alors le lien entre l'énergie primaire et l'énergie utile désirée. Par ailleurs, d'autres sources d'énergie, telles que l'énergie solaire thermique ou le bois dans un poêle à granulés de bois ou une cheminée, peuvent être intégrées avec une poche à eau.

Comme la chaleur mise à disposition par les générateurs de chaleur n'est pas toujours utilisée immédiatement à 100 %, l'installation d'un ballon d'eau chaude est un investissement payant. Les ballons d'eau chaude sont aujourd'hui un élément de premier ordre pour l'approvisionnement en eau de chauffage et en eau chaude sanitaire dans les bâtiments d'habitation et de bureaux.

Grâce à leur grande variété de types, ils peuvent remplir diverses fonctions :

- Les ballons d'eau chaude sanitaire stockent l'eau potable chauffée au foyer qui sera utilisée pour la douche, le bain ou la cuisine.
- Les réservoirs d'accumulation garantissent pour une durée prolongée l'approvisionnement en eau chaude de l'installation de chauffage. Ils permettent de ce fait l'injection de chaleur à partir d'énergies renouvelables et de centrales de cogénération.
- Les réservoirs combinés associent les deux fonctions.

Des pertes de chaleur minimales ainsi qu'un transfert de chaleur et une stratification des températures optimisés, il est possible de restreindre les pertes d'énergie. Les ballons d'eau chaude permettent ainsi d'assurer l'approvisionnement en eau chaude sanitaire et en énergie en cas de décalage temporel entre besoins et offre de chaleur.

Les installations de cogénération décentralisées, que l'on qualifie aussi de « chauffages générateurs d'électricité », constituent une particularité : elles produisent à la fois de la chaleur et de l'électricité.

Le domaine d'application de cette technologie s'étend de la petite maison individuelle (micro-centrales de cogénération, jusque 2 kW<sub>el</sub>) au domaine industriel en passant par les immeubles collectifs et les exploitations industrielles moyennes (mini-centrales de cogénération jusque 50 kW<sub>el</sub>). Avec l'emploi de telles installations, une performance énergétique primaire de plus de 90 % peut être obtenue.



Fig. 26 : Interaction génération et accumulation de chaleur

### Distribution de chaleur

La distribution de chaleur constitue le lien entre la production/l'accumulation de chaleur et le transfert de chaleur. Parmi les systèmes de distribution de chaleur on compte les pompes de circulation pour chauffage, le circuit aller et retour du système hydraulique de chauffage ainsi que la robinetterie et les vannes. Conformément à la directive européenne Eco ErP, à partir de janvier 2013, seules des pompes de circulation avec un indice de performance énergétique inférieur à 0,27 – dites pompes à haute performance – sont autorisées sur le marché. Celles-ci ont un rendement nettement plus élevé et s'adaptent en continu aux changements des exigences en matière de performances posées envers l'installation. Elles consomment jusque 80 % moins d'électricité que les pompes traditionnelles.

Pour que la chaleur puisse se répartir de façon optimale dans le système de chauffe, il est en outre essentiel d'assurer une bonne isolation des circuits aller et retour ainsi qu'un équilibrage hydraulique de l'ensemble du système de chauffage. Pour pouvoir entreprendre un équilibrage hydraulique, il est nécessaire de monter sur les radiateurs des valves de thermostat préprogrammables ou des raccords de retour.

Les valves de thermostat modernes se caractérisent par des corps de valve préprogrammables et des sondes de thermostat aux lignes séduisantes et avec une grande qualité de régulation. Les régulateurs temporisés sont profitables avant tout pour les employés qui restent la majeure partie hors de leur habitation.



Une chose est claire : seule une distribution efficace de la chaleur permet une diminution des températures du système ou de l'air ambiant ainsi qu'une grande capacité de régulation de l'installation.

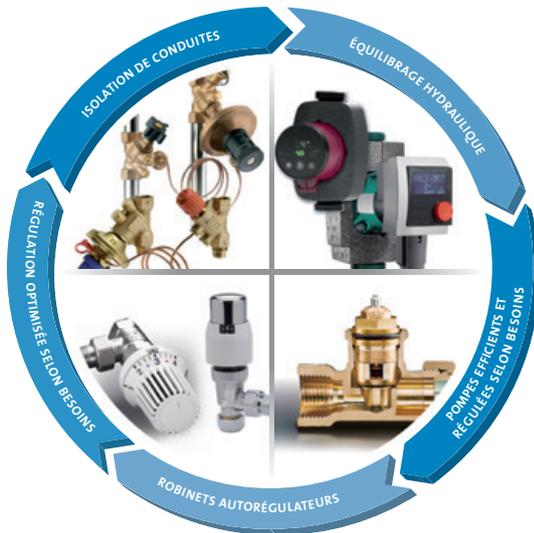


Fig. 27 : Facteurs d'influence pour une distribution efficace de la chaleur

## Transfert de chaleur

Le transfert de chaleur constitue le lien entre la distribution de chaleur et l'utilisateur. Les systèmes de transfert de chaleur disponibles sont soit les chauffages de surface, soit les radiateurs.

Sur demande, l'installation peut combiner ces systèmes.

Ces deux systèmes peuvent être combinés librement avec tous les types de générateurs de chaleur d'une installation hydraulique de chauffage. Ceci en fait un système durable et porteur d'avenir.

Atteindre effectivement les valeurs d'efficacité élevées des pompes à chaleur, des chaudières à condensation à gaz ou au fioul et intégrer efficacement l'énergie solaire thermique présuppose de plus faibles températures dans le système de chauffe. Des systèmes de transfert de chaleur installés correctement à grande échelle permettent de remplir ces exigences et augmentent simultanément le confort dans la pièce et l'efficacité de l'installation de chauffage. Des radiateurs aux formes, couleurs et aux designs les plus variés offrent aux maîtres d'ouvrage et aux concepteurs des possibilités de création d'un design intérieur attrayant et individuel tout en donnant aux habitants de nouvelles marges de manœuvre. En combinaison avec maintes fonctions supplémentaires et accessoires intelligents, tels que les porte-serviette ou les rangements, les crochets voire même l'éclairage, les radiateurs produisent délibérément de nouvelles nuances de bien-être.

Un chauffage de surface est plongé définitivement dans le sol, le mur ou le plafond dès la phase de construction faisant désormais partie intégrante du bâtiment. Hormis la fonction « Chauffage » en hiver, ce système permet également de rafraîchir en été, ce qui

en fait pour les propriétaires un investissement pour l'avenir. La pose sur une grande surface a pour effet une répartition homogène de la chaleur dans la pièce et génère un agréable climat ambiant.



Fig. 28 : Facteurs d'influence pour un transfert efficace de la chaleur

## Autres composants d'un système de chauffage efficace

Les systèmes modernes de conduits des fumées assurent l'évacuation en toute sécurité des fumées et la baisse des températures de fumées. Pour les consommateurs qui optent pour l'exploitation d'une installation de chauffage au fioul, il existe dorénavant un large choix très varié de citernes modernes.

L'énergie solaire thermique peut être utilisée dans tous les systèmes de chauffage pour soutenir la préparation de l'eau chaude sanitaire et de chauffage dans les bâtiments.

Indépendamment du système de chauffage, les installations servant à contrôler la ventilation de l'habitat avec récupération de la chaleur sont maintenant hautement intéressantes. Elles réduisent nettement les besoins en énergie et assurent en même temps les conditions de ventilation hygiéniques requises dans le bâtiment.

Et dans tous les cas, il est même possible de recourir à une installation photovoltaïque. Comme la production d'électricité des installations PV se déroule toujours indépendamment du système de chauffage, il est permis d'exploiter la production d'électricité solaire parallèlement à tous les systèmes présentés ici.

Des équipements intelligents de régulation et de communication permettent l'interaction optimale des tous les composants. Que ce soit par télécommande ou par accès en ligne, le chauffage se laisse contrôler et inspecter à distance. Ceci rend son utilisation hautement confortable.

L'exploitation optimale de systèmes de chauffage modernes doit toutefois toujours être considérée en harmonie avec la qualité énergétique de l'enveloppe du bâtiment.

## Efficiéce énérgétique et énérgies renouvelables

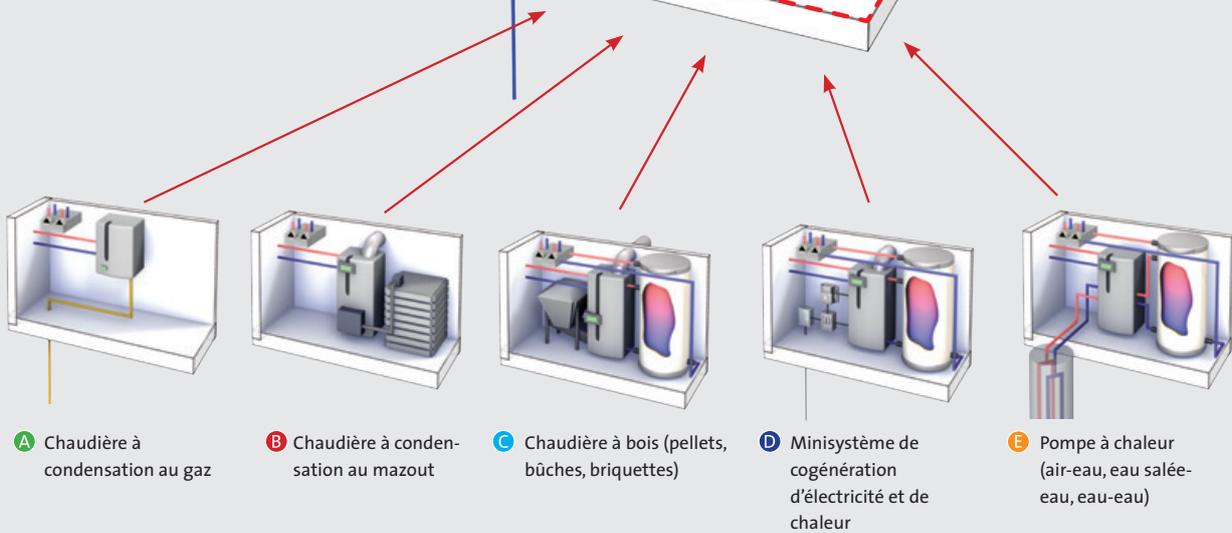
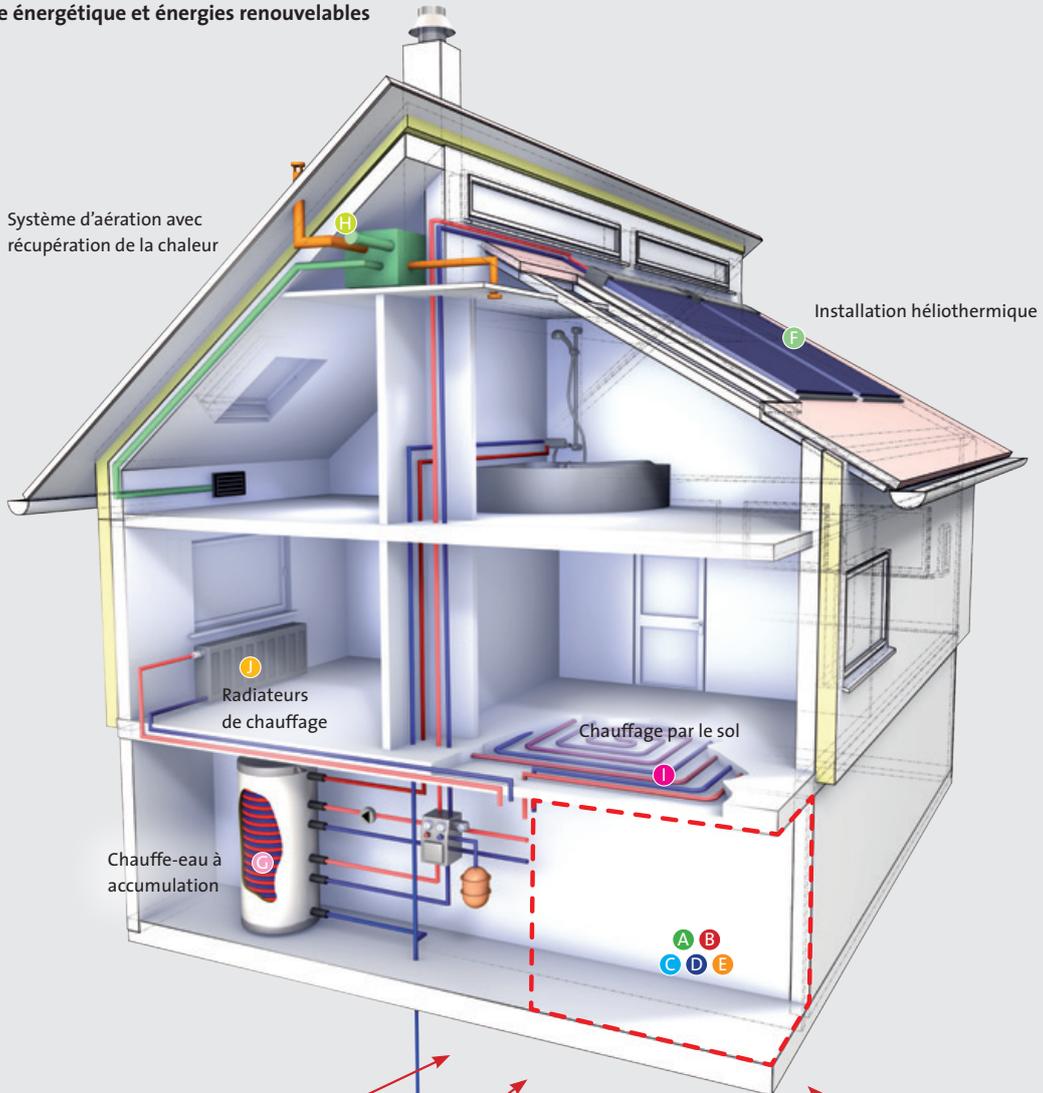


Fig. 29 : Systèmes de chauffage modernes



## Caractéristiques des installations

- Convient bien à la modernisation d'installations
- Intégration facile de systèmes héliothermiques
- Utilisation de biogaz naturel par réseau de gaz possible
- Exploitation à air pulsé possible
- Pour maison individuelle et maisons pour deux familles, il n'est pas nécessaire normalement de neutraliser le condensat (fiche de travail ATV DVWK-A251)



## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crêpe
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

- Chaudière à condensation au gaz moderne
- Réchauffement solaire de l'eau potable et assistance du chauffage
- Pompes à haute efficacité réglées
- Adaptation des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle

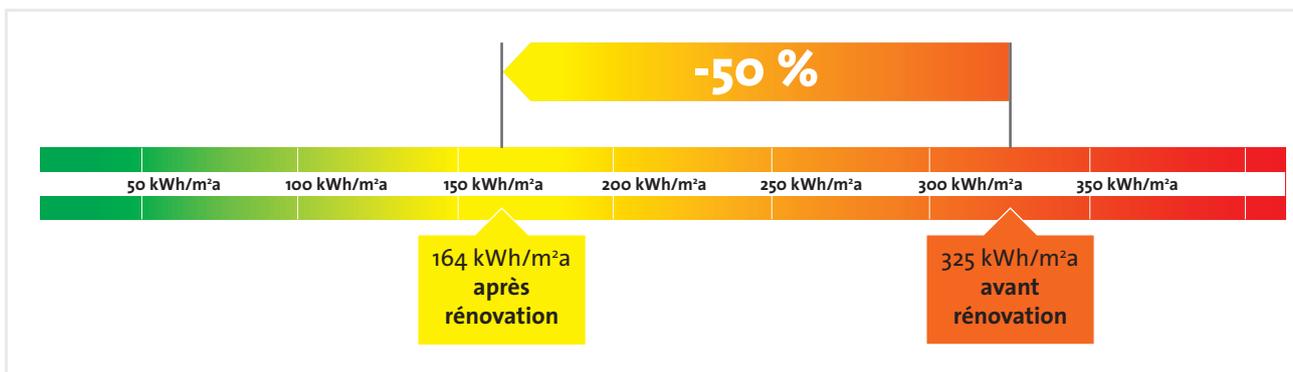
4 290 m<sup>3</sup>/a  
Gaz avant rénovation

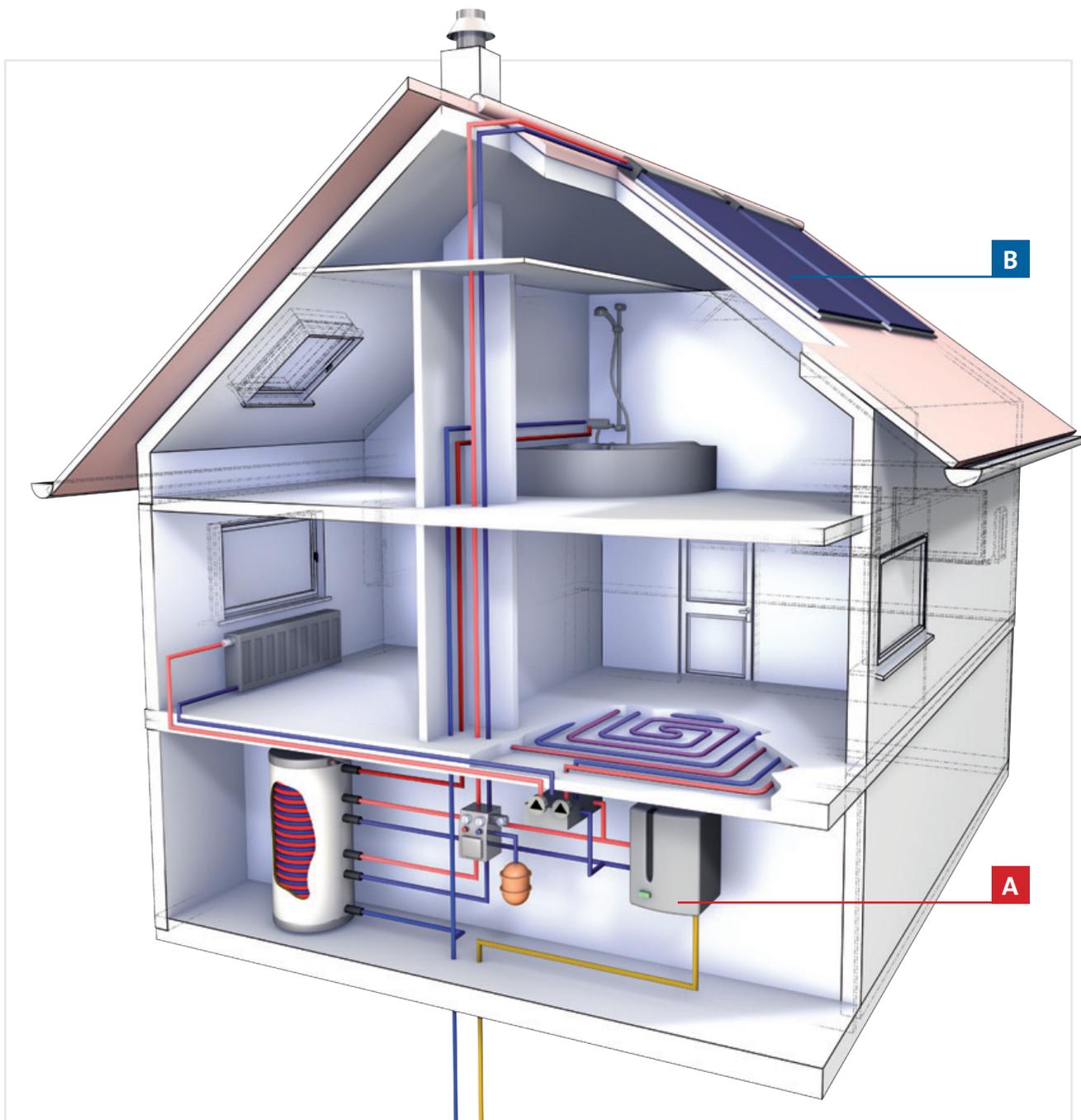


2 092 m<sup>3</sup>/a  
Gaz après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A** Chaudière à condensation au gaz moderne



**B** Réchauffement solaire de l'eau potable et assistance du chauffage



# SYSTÈME DE CHAUDIÈRE À CONDENSATION AVEC AÉRATION

## Caractéristiques d'installation

- Convient bien à la modernisation d'installation
- Chaudière à condensation au gaz/au mazout comme générateur central de chaleur
- Utilisation d'un système solaire thermique pour l'apport d'eau chaude potable
- Aération de logement contrôlée avec récupération de la chaleur assure une grande qualité de l'air dans le bâtiment et réduit les pertes de chaleur par aération
- Utilisation de biogaz naturel par réseau de gaz ou ajout de biomazout possible



### Exemple de modernisation: Maison multifamiliale isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 8 x 82 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crèpie
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

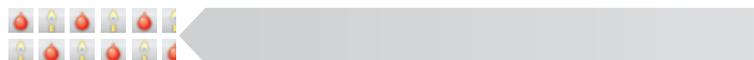
- Chaudière à condensation au gaz/au mazout moderne
- Réchauffement solaire de l'eau potable
- Aération de logement contrôlée avec récupération de la chaleur
- Rénovation de l'enveloppe du bâtiment conformément au standard 100 maison efficiente du programme de l'institut de crédit pour la reconstruction
- Pompes à haute efficacité réglées
- Adaptation des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle

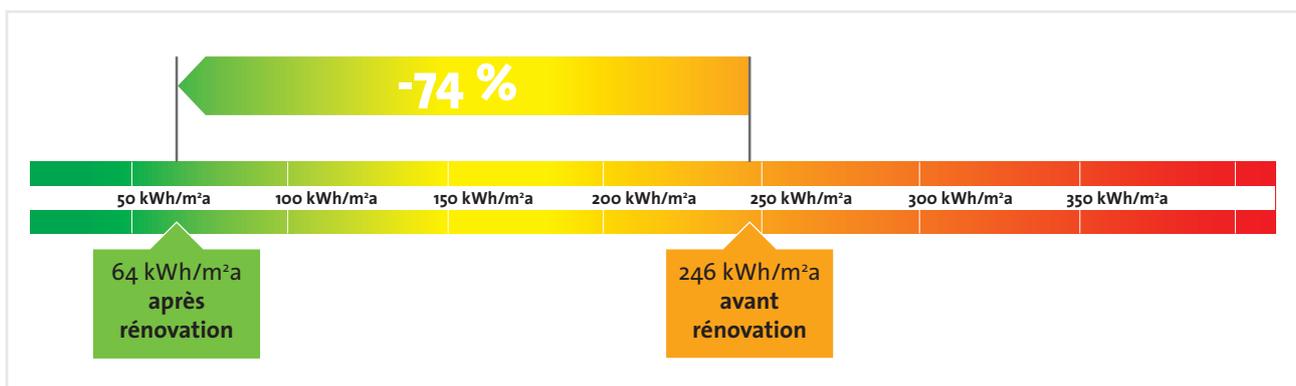
14 700 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) avant rénovation

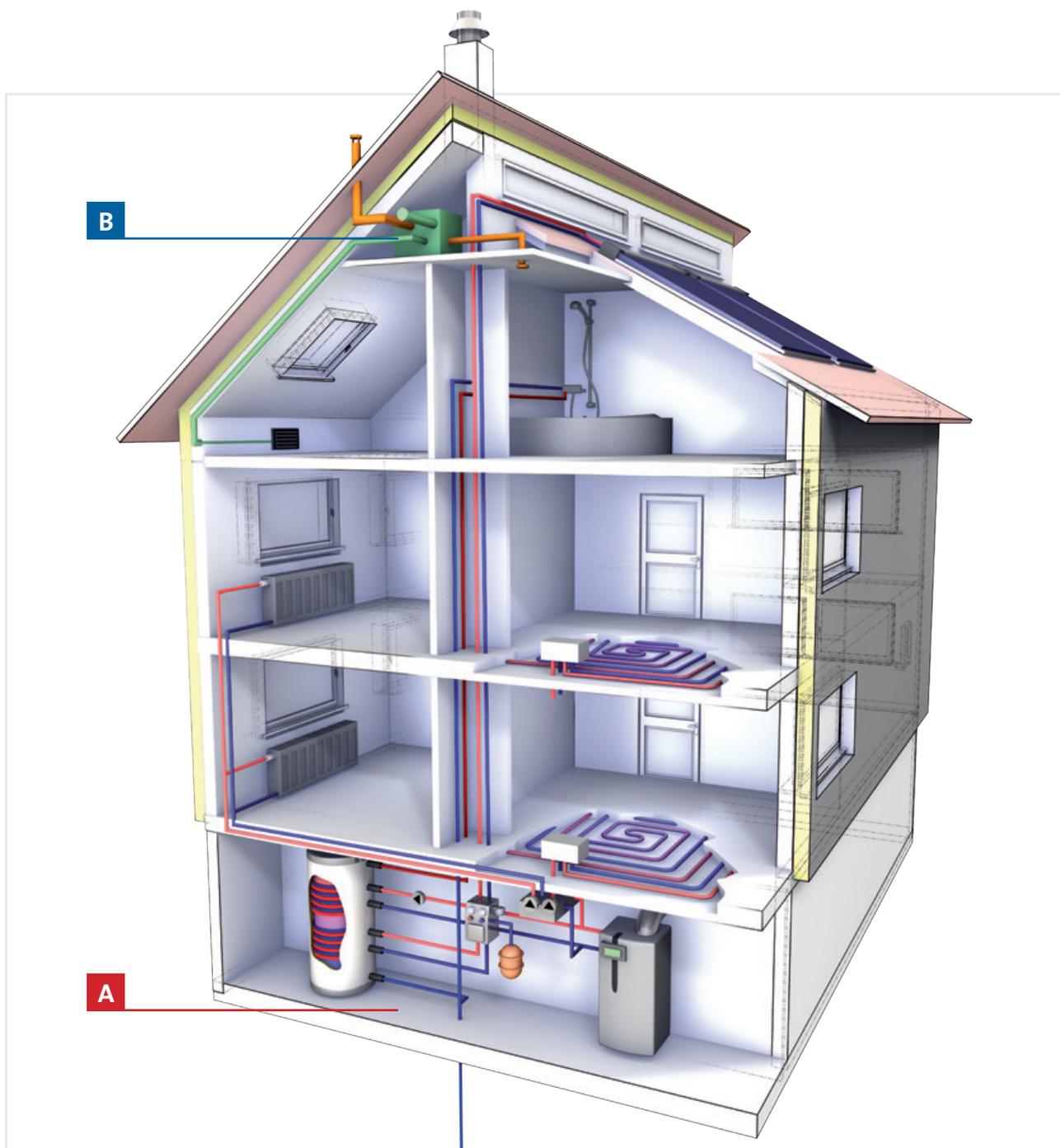


3 300 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A** Chaudière à condensation au gaz/au mazout moderne



**B** Aération de logement contrôlée avec récupération de la chaleur



# SYSTÈME DE CHAUDIÈRE À CONDENSATION AU MAZOUT

## Caractéristiques d'installation

- Convient bien à la modernisation d'installation
- Intégration facile d'énergie héliothermique
- Mélange de jusqu'à 10 % de biomasse liquide possible (respecter les indications du fabricant)
- Exploitation à air pulsé possible
- En cas de mazout peu sulfuré, une neutralisation du condensat n'est pas nécessaire jusqu'à une puissance de chaudière de 200 kW (fiche de travail ATV-DVWK-A 251)



## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crêpie
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

- Chaudière à condensation au mazout moderne
- Réchauffement solaire de l'eau potable et assistance du chauffage
- Pompes à haute efficacité réglées
- Adaptation des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle

4 290 l/a

Mazout avant rénovation

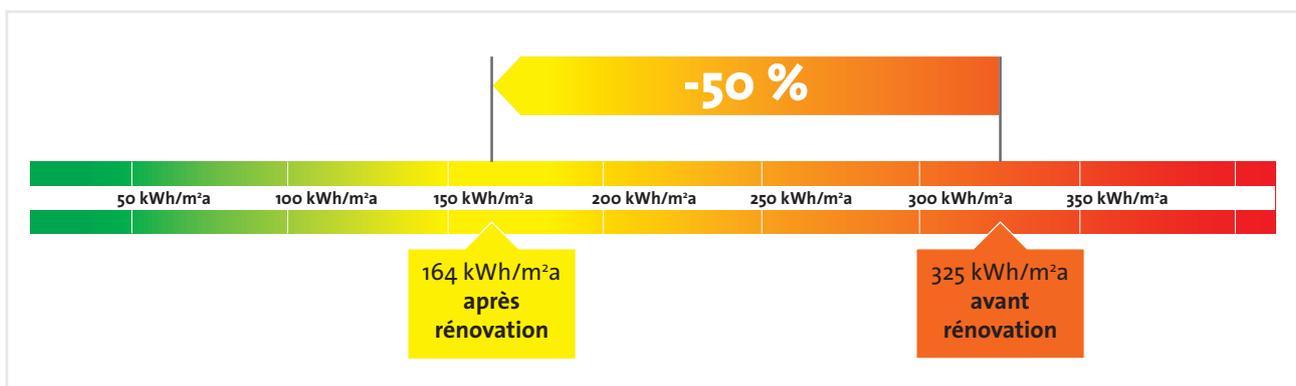


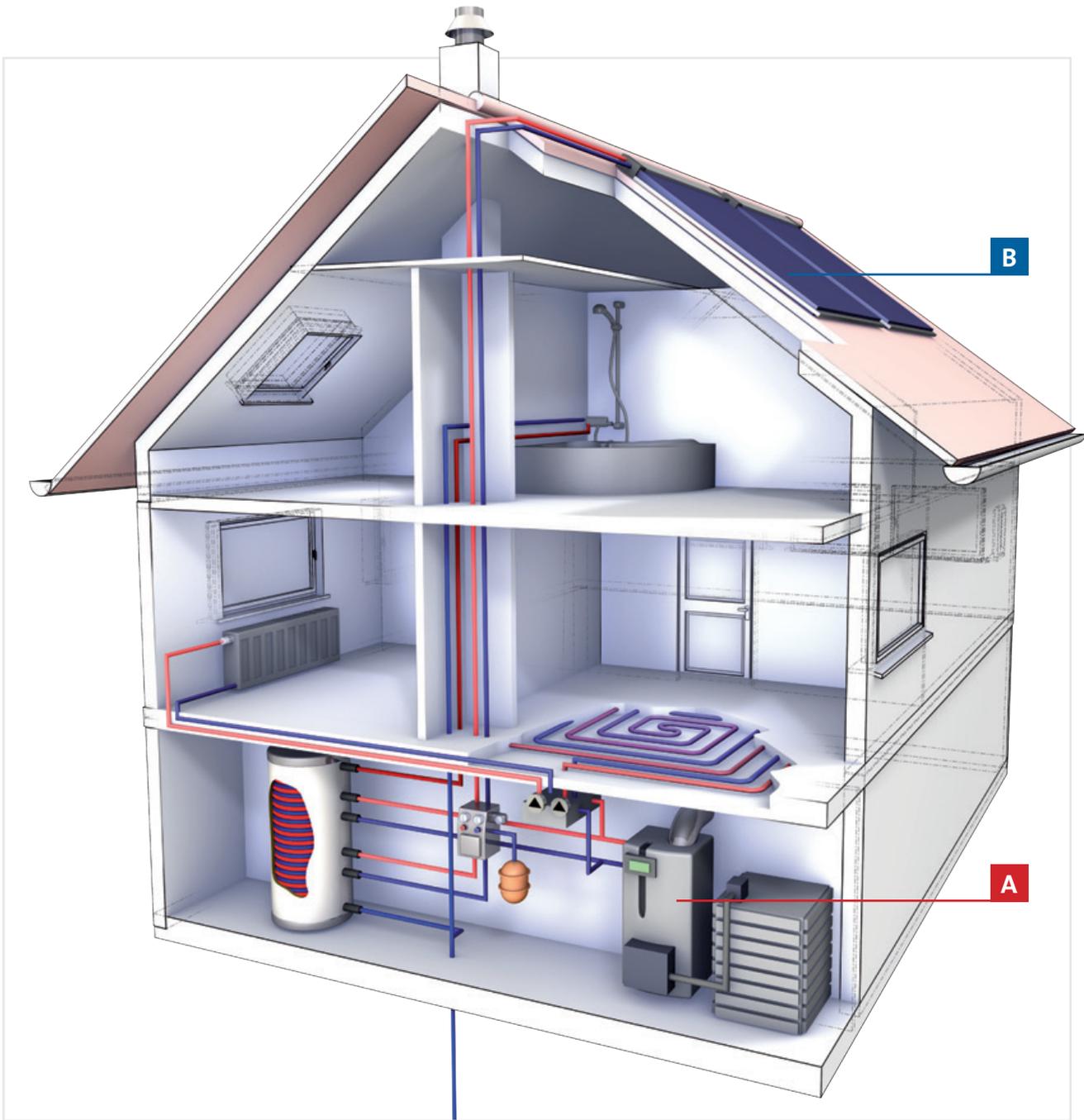
2 092 l/a

Mazout après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A**

Chaudière à condensation au mazout moderne



**B**

Réchauffement solaire de l'eau potable et assistance du chauffage



## Caractéristiques d'installation

- Chaudière à condensation au gaz/mazout à service solaire d'eau chaude et foyer à un seul collecteur au bois avec poche d'eau intégrée
- Chaudière à condensation au gaz/mazout en tant que générateur de chaleur de base
- Service d'eau chaude complet pendant la période d'été par l'installation solaire thermique
- Intégration de la cheminée/du poêle à pellets dans le système de chauffage par l'échangeur thermique d'eau intégré
- Accumulation de chaleur par réservoir combiné ou d'accumulation et d'eau chaude potable
- Économie de gaz/mazout par utilisation d'énergies renouvelables



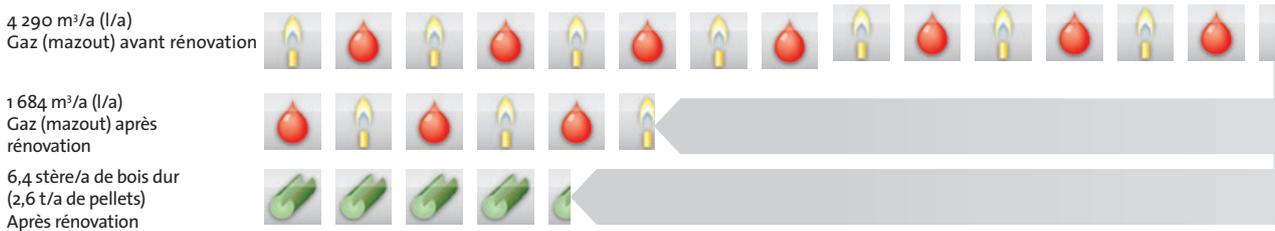
## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crêpie
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

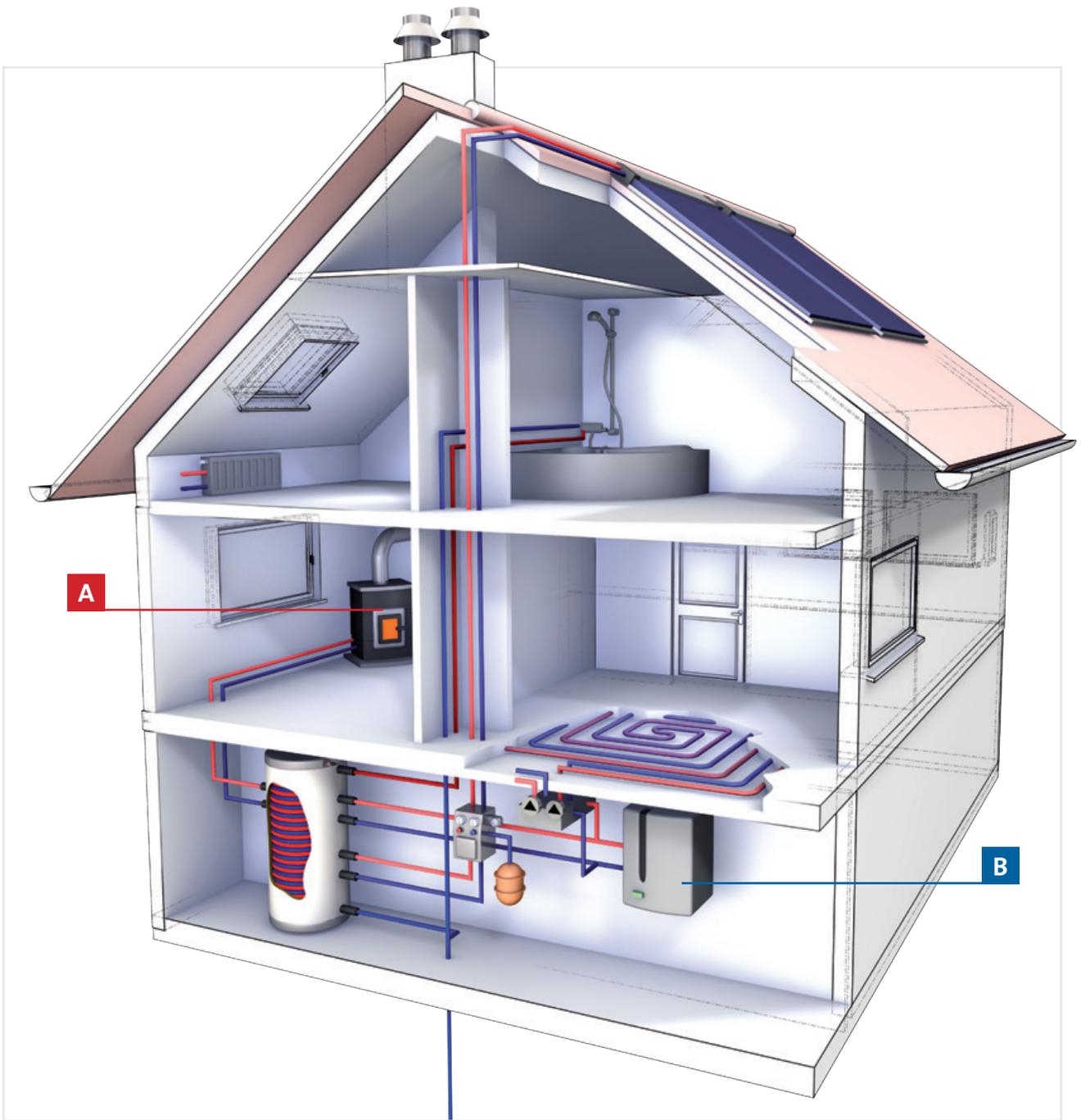
- Chaudière à condensation au mazout/gaz moderne
- Réchauffement solaire de l'eau potable
- Foyer à un seul collecteur au bois avec poche d'eau intégrée
- Accumulateur combiné moderne
- Pompes à haute efficacité réglées
- Adaptation des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A** Foyer à un seul collecteur au bois avec poche d'eau intégrée



**B** Chaudière à condensation au mazout/gaz moderne



# SYSTÈME DE POMPE À CHALEUR AIR-EAU

## Caractéristiques d'installation

- Air extérieur comme source de chaleur plus facilement utilisable et toujours disponible
- Installation possible à l'intérieur ou à l'extérieur
- Moindre encombrement par suppression du dépôt de combustible
- Refroidissement intégré par convecteurs de chauffage et de refroidissement possible
- Sans émission sur le lieu d'emplacement



## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crêpe
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

- Installation d'une pompe à chaleur air-eau
- Installation d'un réservoir d'accumulation
- Nouveau ballon d'eau chaude potable réchauffée indirectement
- Pompes à haute efficacité réglée
- Adaptation des surfaces chauffées
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique

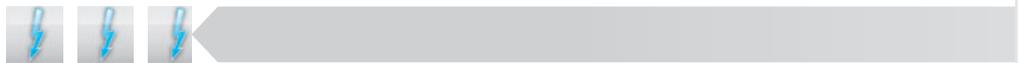
## Consommation d'énergie annuelle

4 290 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) avant rénovation



48 607 kWh/a Énergie primaire avant rénovation

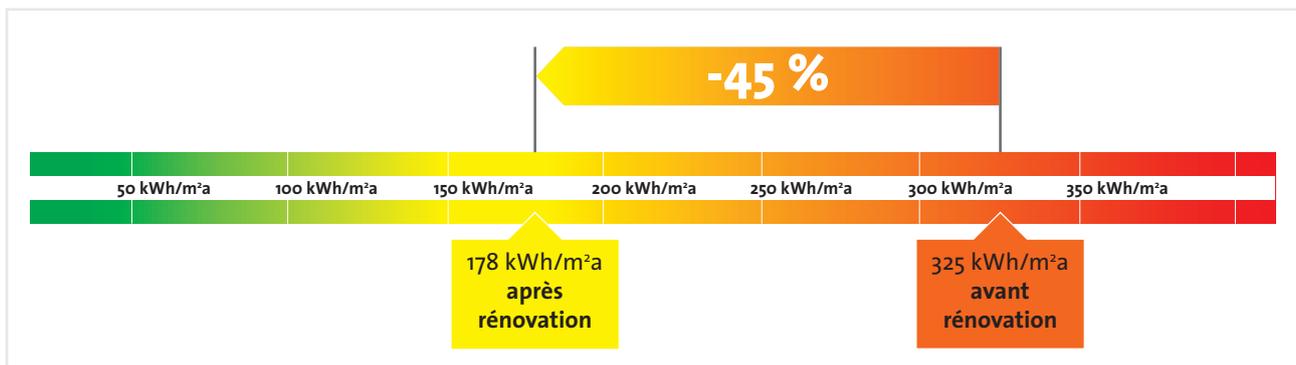
9 873 kWh/a  
Courant après rénovation

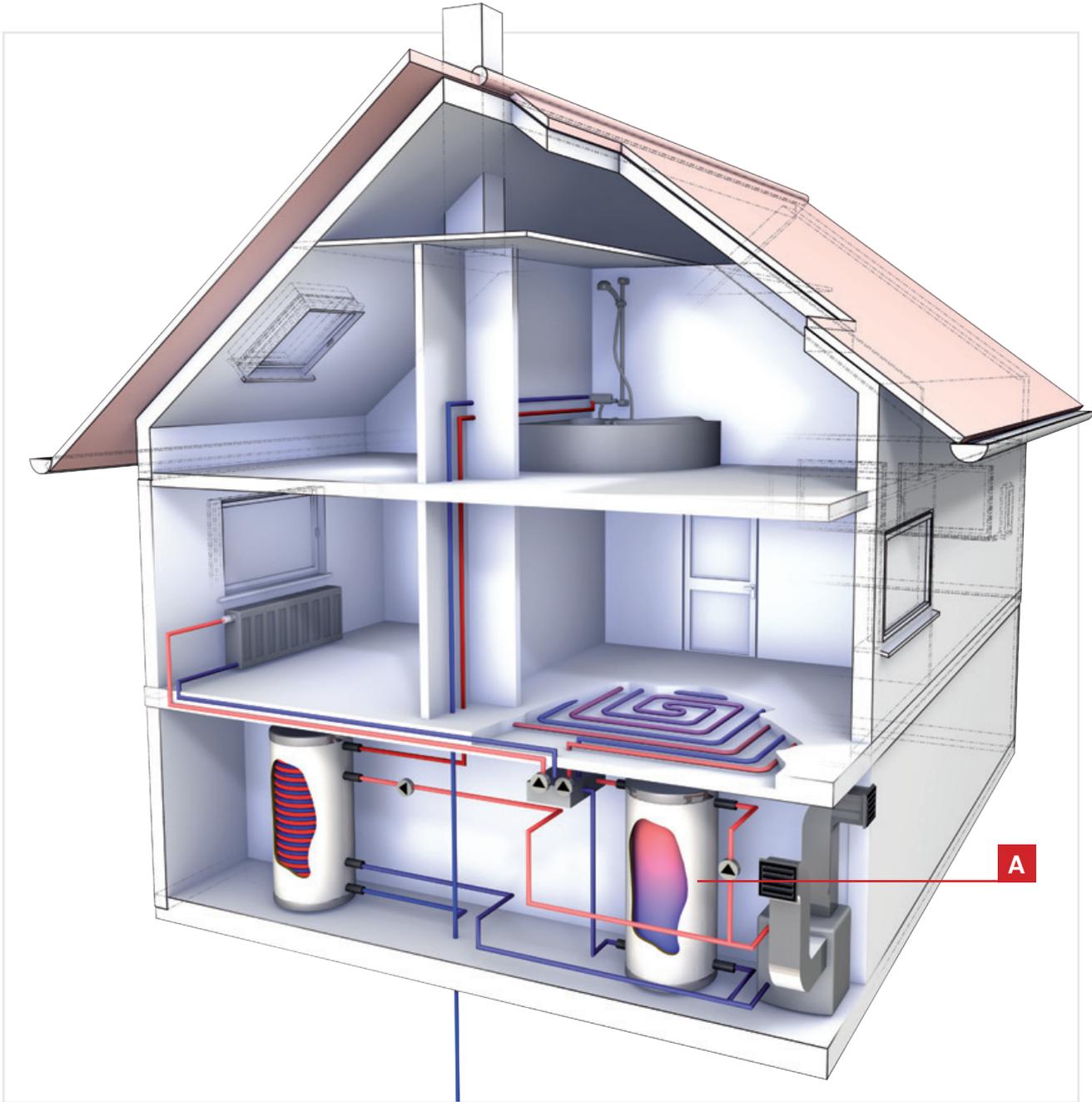


26 608 kWh/a Énergie primaire après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A** Pompe à chaleur air-eau avec ballon tampon et ballon d'eau chaude chauffé indirectement





# SYSTÈME DE POMPE À CHALEUR SALÉE-EAU

## Caractéristiques d'installation

- Sondes verticales géothermiques – température égale toute l'année de la source de chaleur
- Intégration de refroidissement actif et passif très efficace
- Moindre besoin de place pour le forage
- Service d'eau chaude complet par installation héliothermique pendant les mois d'été



## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crêpe
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

- Installation d'une pompe à chaleur eau salée-eau
- Installation d'un réservoir d'accumulation
- Réchauffement solaire de l'eau potable
- Aération contrôlé du logement avec récupération de chaleur
- Vérification des surfaces chauffées
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Installation d'un système de captage de l'énergie solaire
- Établissement d'une enveloppe hermétique du bâtiment avec isolation thermique supplémentaire pour atteindre le standard 70 du programme de l'institut de crédit pour la reconstruction (KfW)

## Consommation d'énergie annuelle

4 290 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout)  
avant rénovation



48 607 kWh/a Énergie  
primaire avant rénovation



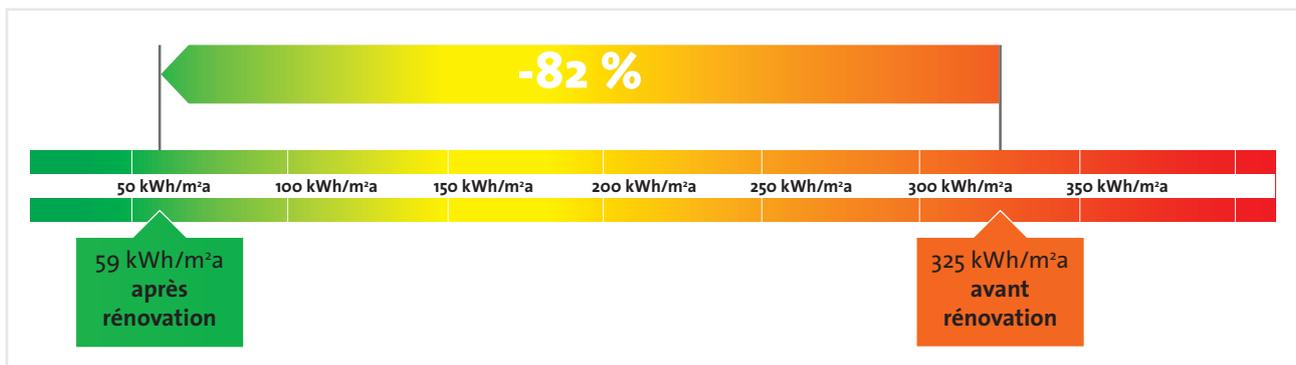
2 800 kWh/a  
Courant après rénovation

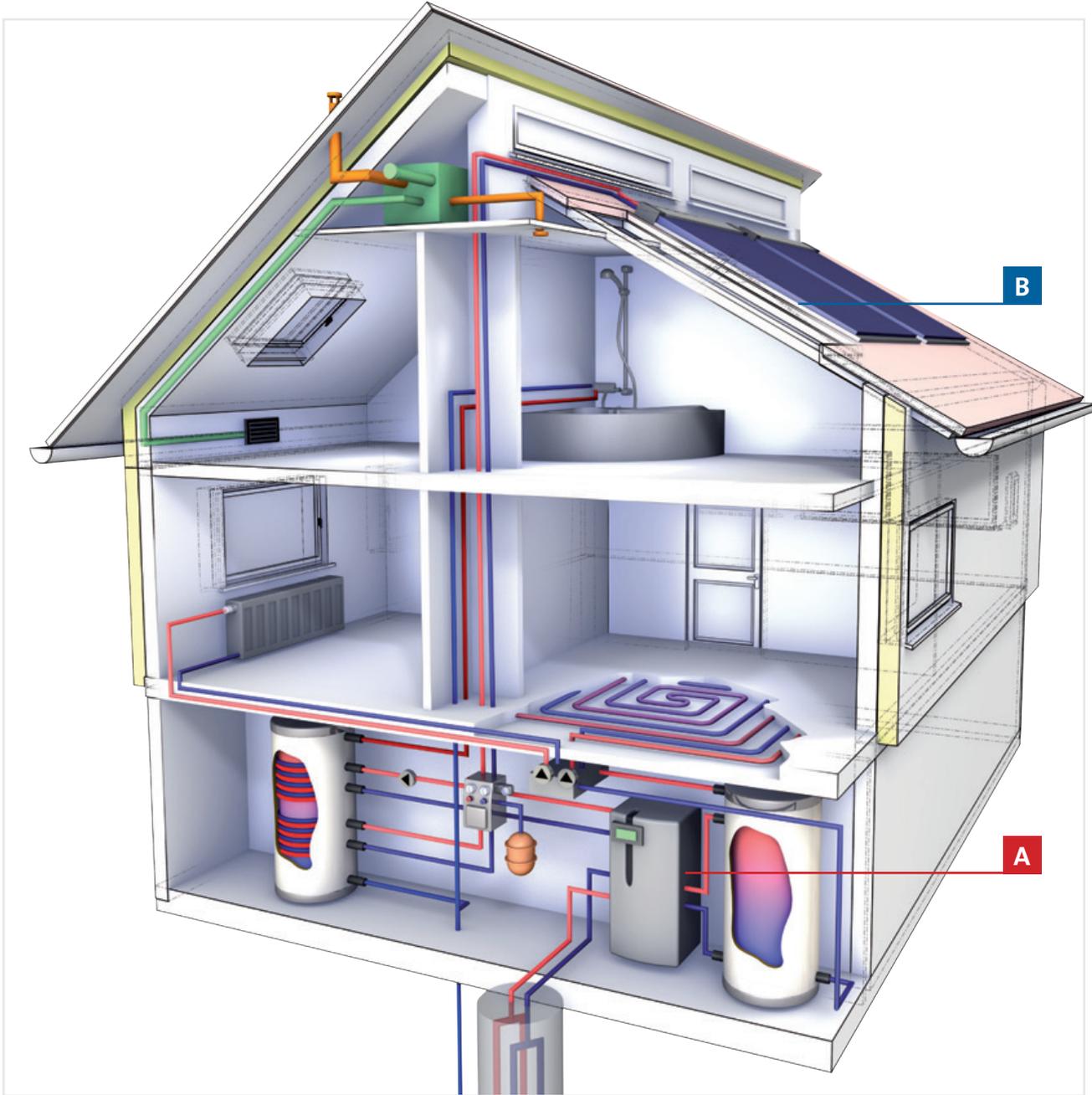


8 753 kWh/a Énergie  
primaire après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A**

Pompe à chaleur saumure-eau avec ballon tampon



**B**

Réchauffement solaire de l'eau potable





## Caractéristiques d'installation

- Convient bien à la modernisation d'installation et à la construction neuve
- Service d'eau chaude complet par installation héliothermique pendant les mois d'été
- Basses valeurs d'émission
- Exploitation à air pulsé possible
- Exploitation modulante entièrement automatique et apport de pellets



## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crèpie
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

- Chaudière à bois-pellets
- Réchauffement solaire de l'eau potable
- Pompes réglées
- Adaptation des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle

4 290 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) avant rénovation



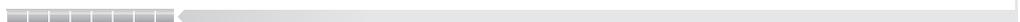
48 600 kWh/a  
Énergie primaire avant rénovation



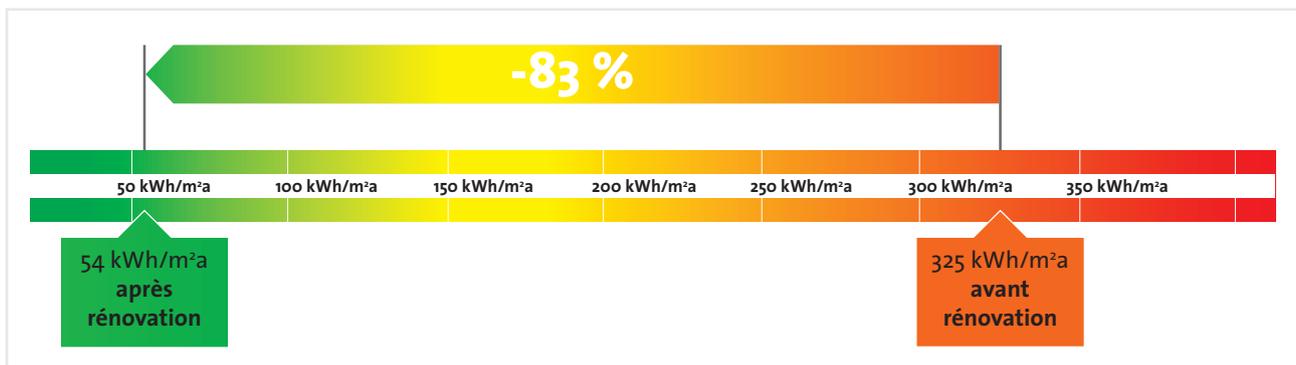
6,4 t/a  
Pellets après rénovation

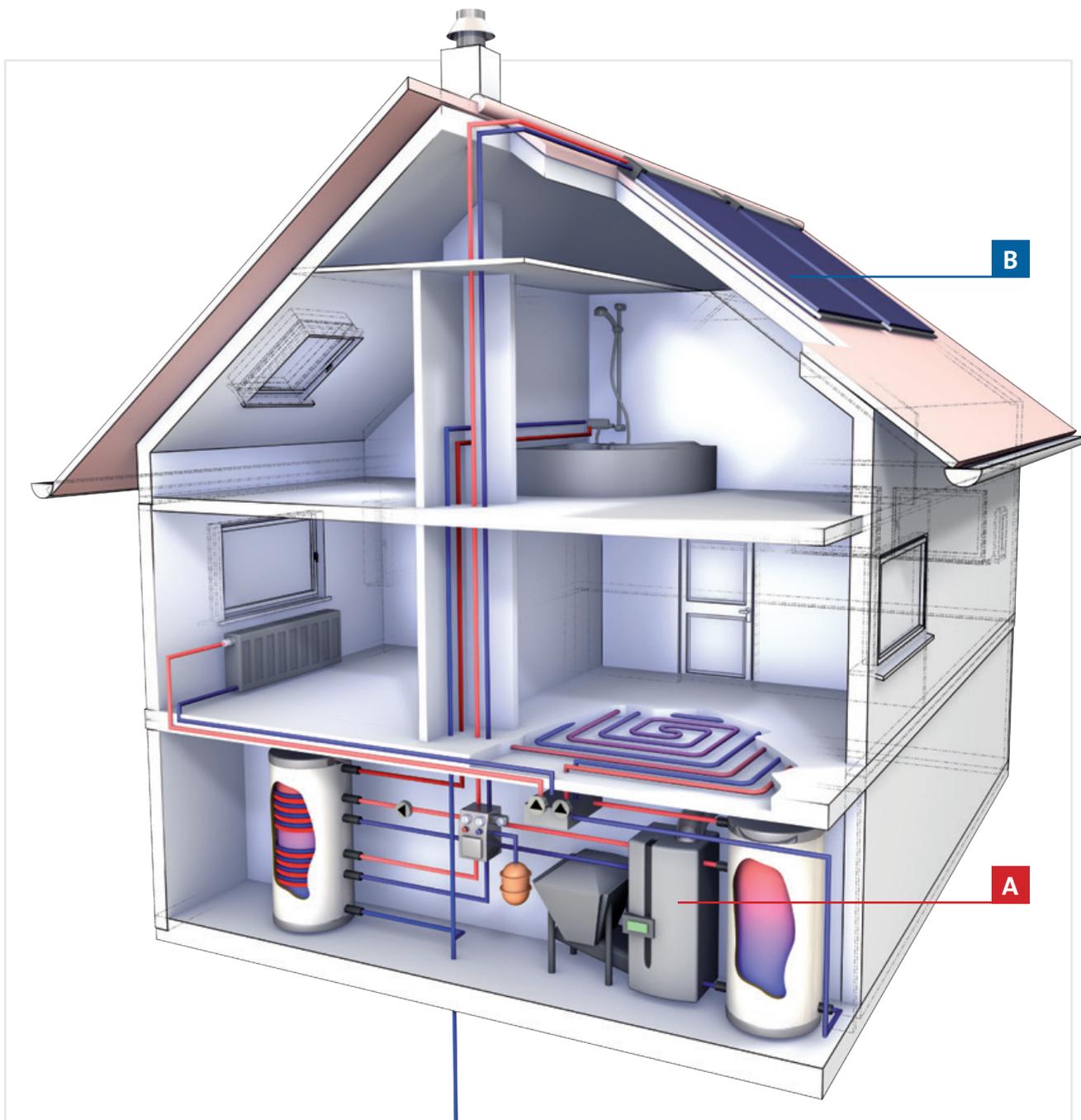


8 040 kWh/a  
Énergie primaire après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A** Chaudière à bois-pellets



**B** Réchauffement solaire de l'eau potable



# SYSTÈME DE CHAUDIÈRE À CARBURATEUR AU BOIS AVEC

## Caractéristiques d'installation

- Convient bien à la modernisation d'installation
- Service d'eau chaude complet par installation héliothermique pendant les mois d'été
- Régulation innovante de la puissance et de la combustion permet des émissions minimales, des puissances constantes et des rendements élevés
- Grand confort par longs intervalles de remplissage du bois
- Utilisation simple et confortable



## Exemple de modernisation: Maison individuelle isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 150 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crépie
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

- Chaudière à carburateur au bois moderne
- Réchauffement solaire de l'eau potable
- Pompes réglées
- Adaptation des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle

4 290 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) avant rénovation



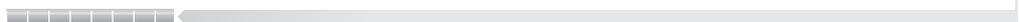
48 600 kWh/a Énergie primaire avant rénovation



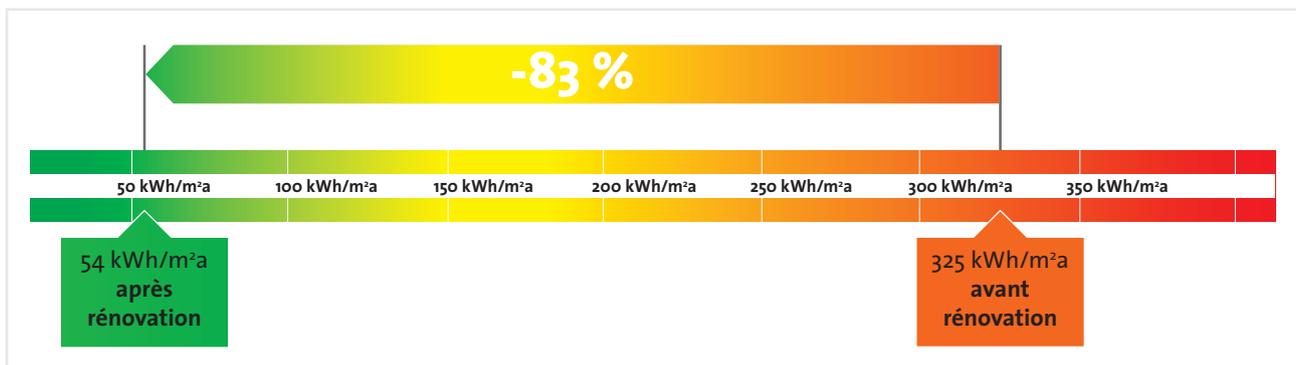
16 stère/a  
Bois dur après rénovation

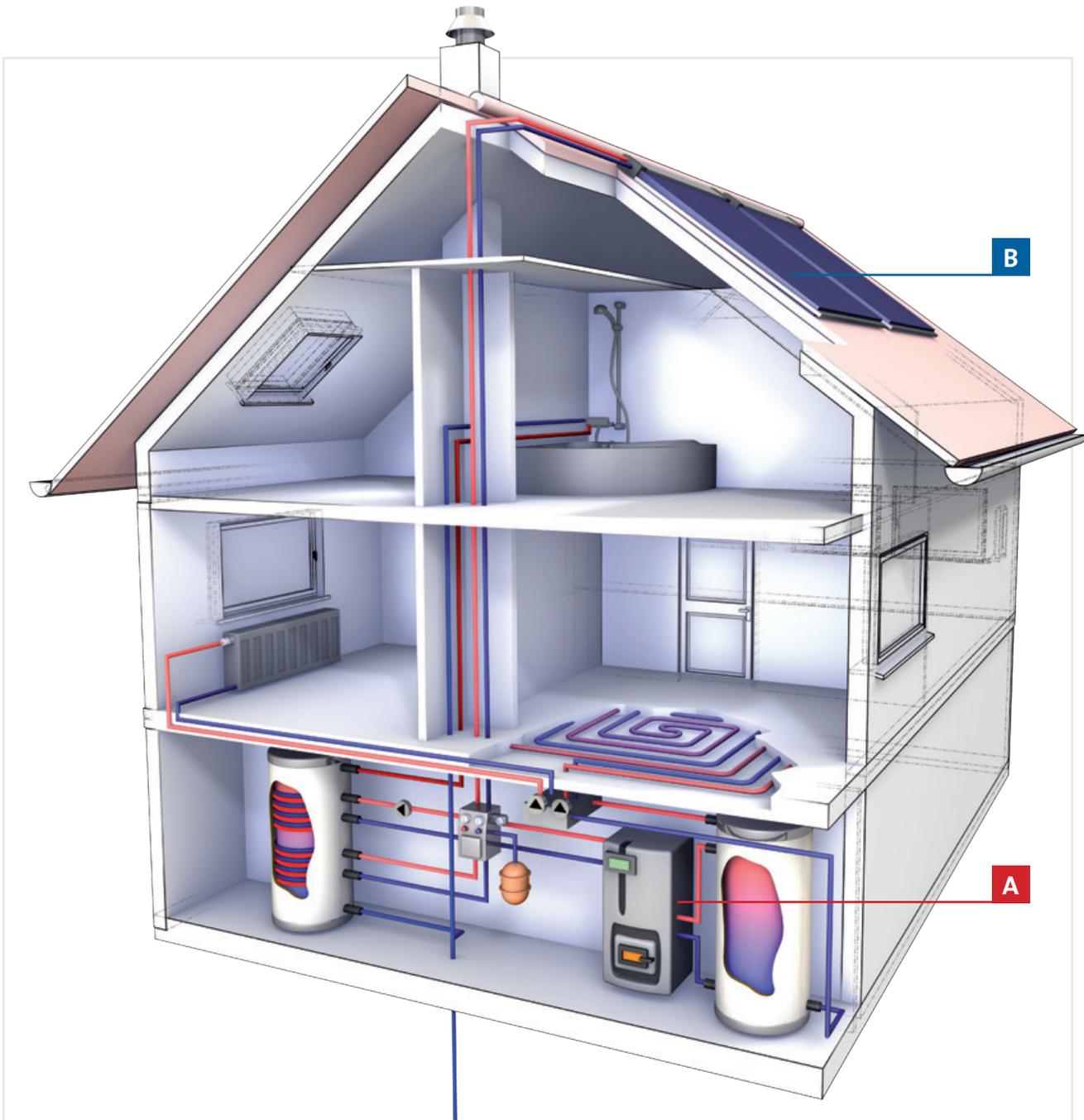


8 040 kWh/a Énergie primaire après rénovation



## Consommation d'énergie primaire annuelle





**A** Chaudière à carburateur au bois moderne



**B** Réchauffement solaire de l'eau potable



## Caractéristiques d'installation

- Convient bien à l'utilisation dans les maisons multifamiliales et les petites exploitations commerciales et industrielles
- Utilisation efficace de la source d'énergie par production simultanée de courant et de chaleur
- Réduction des frais d'électricité par utilisation du courant autoproduit
- Revenus supplémentaires par alimentation dans le réseau d'électricité public
- Fonctionnement silencieux par bâti spécial à isolation thermique et acoustique
- Combinable avec chaudière à condensation au gaz/mazout pour couvrir les charges de pointe thermiques



## Exemple de modernisation: Maison multifamiliale isolée

- Bâtiment rénové en partie, année de construction 1970
- Surface utile 8 x 82 m<sup>2</sup>
- Construction massive/crèpie
- Vieille chaudière au gaz/mazout

## Mesures de rénovation

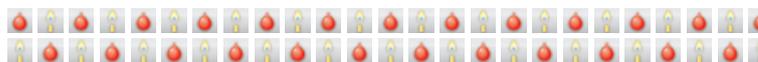
- Minisystème de cogénération d'électricité et de chaleur neuve avec réservoir d'accumulation et chaudière à condensation neuve (charge de pointe)
- Pompes à haute efficacité réglées
- Adaption des surfaces chauffées et valves thermostatiques neuves
- Isolation des conduites de distribution
- Équilibrage hydraulique
- Rénovation du système d'échappement

## Consommation d'énergie annuelle

14 270 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) avant rénovation



14 919 m<sup>3</sup>/a (l/a)  
Gaz (mazout) après rénovation

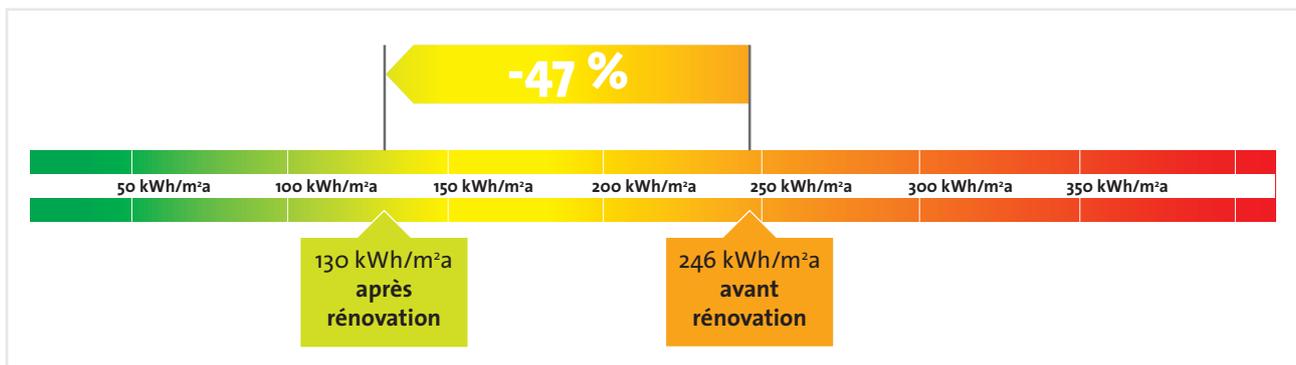


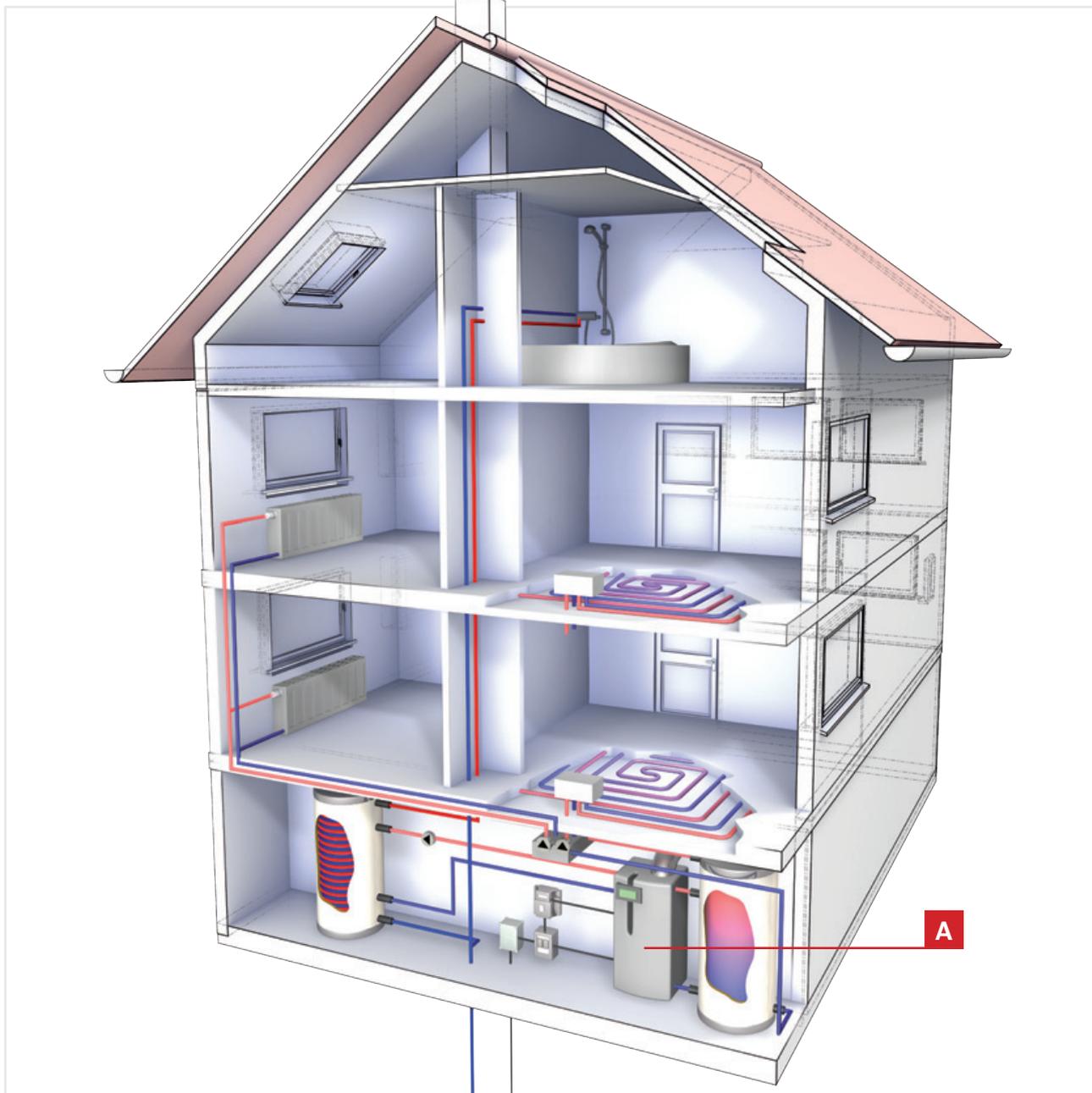
31 267 kWh  
Production d'électricité



Production d'électricité supplémentaire à usage personnel et alimentation dans le réseau

## Consommation d'énergie primaire annuelle

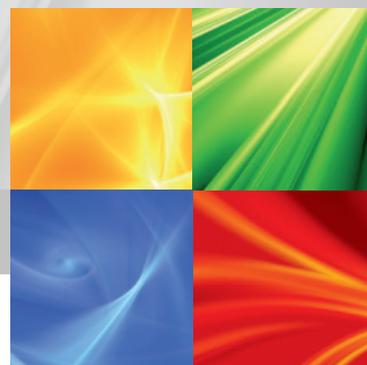




**A** Minisystème de cogénération d'électricité et de chaleur

Annotation:  
Chaudière condensation  
neuve dans la  
maison de système  
non illustrée





Principe d'utilisation du pouvoir calorifique (gaz)  
Principe de l'utilisation du pouvoir calorifique (fioul)  
Principe de la pompe à chaleur  
Variantes de pompes à chaleur  
Installations solaires thermiques  
Installations solaires thermiques : Composants  
L'énergie du bois  
L'énergie du bois  
Le chauffage producteur de courant  
Pompe à chaleur à gaz  
Distribution de chaleur  
Chauffage/Refroidissement par surfaces étendues  
Radiateurs  
Systèmes de ventilation pour habitation  
Systèmes de ventilation avec récupération  
de la chaleur/de l'humidité dans l'habitation  
Technologie d'accumulation  
Installations d'échappement – Systèmes à emploi flexible  
pour beaucoup de domaines d'utilisation  
Systèmes de cuve  
Technologie de régulation et de communication intelligente





**ENVIRON 78 % DES CHAUDIÈRES À GAZ NOUVELLEMENT INSTALLÉES EN 2012 EN ALLEMAGNE SONT DES CHAUDIÈRES À CONDENSATION**

## Une fourniture de chaleur efficace

Les chaudières gaz à condensation peuvent assurer une fourniture de chaleur bon marché du chauffage et de l'eau chaude potable.

Les chaudières à condensation fonctionnent de manière particulièrement efficace parce qu'elles utilisent également la chaleur de condensation de la vapeur d'eau contenue dans les combustions de gaz de fumées. Ainsi, des rendements d'utilisation relatifs au pouvoir calorifique et allant jusqu'à 98 % sont possibles. Cela rend la technologie de condensation par gaz particulièrement économe en ressources et respectueuse de l'environnement tout en étant très confortable.

Les chaudières gaz à condensation sont aujourd'hui employées non seulement pour les nouvelles installations mais aussi lors de la modernisation de systèmes de chauffage existants. Ainsi, la charge principale de chauffage se situe en grande partie dans le domaine de l'utilisation du pouvoir calorifique, même en cas de conception de 80 °C/75 °C.

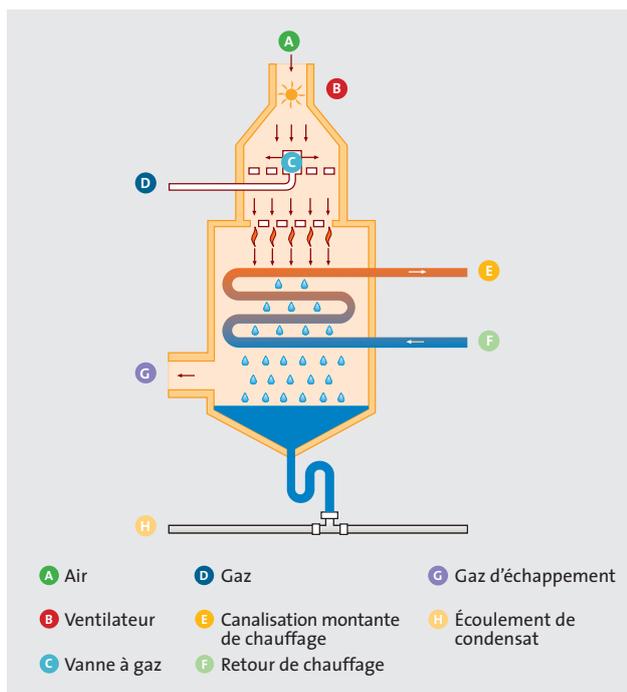


Fig. 30 : Schéma d'une chaudière à condensation

Environ 336 000 chaudières gaz à condensation ont été vendues en 2012 en Allemagne. Avec une part de marché élevée à env. 55 %, elles occupent la première place dans les statistiques de ventes des générateurs centraux de chaleur.

Les chaudières gaz à condensation couvrent presque tous les domaines de puissance : les appareils muraux fournissent jusqu'à 100 kW. Commutée l'une derrière l'autre en cascade, cette puissance augmente même jusqu'à plusieurs 100 kW. Les chaudières se trouvant au sol sont proposées jusqu'au domaine du mégawatt.

## Une technologie sophistiquée

Après plus de vingt ans d'utilisation, la technologie de condensation du gaz est aujourd'hui techniquement sophistiquée, aussi bien en ce qui concerne le confort que les émissions.

Le design raisonnable et très moderne veille à une insertion particulièrement discrète des appareils dans leur environnement.

Les chaudières gaz à condensation fonctionnent sans émettre de bruit ni d'odeur. On peut les installer à quasiment tous les endroits du bâtiment. Les appareils n'ont presque pas besoin de place. Le stockage de combustible n'est pas nécessaire. Un autre avantage est qu'avec une chaudière gaz à condensation, même les exigences de puissance à forts vacillements sont couvertes avec grande efficacité pour le chauffage et l'eau chaude.

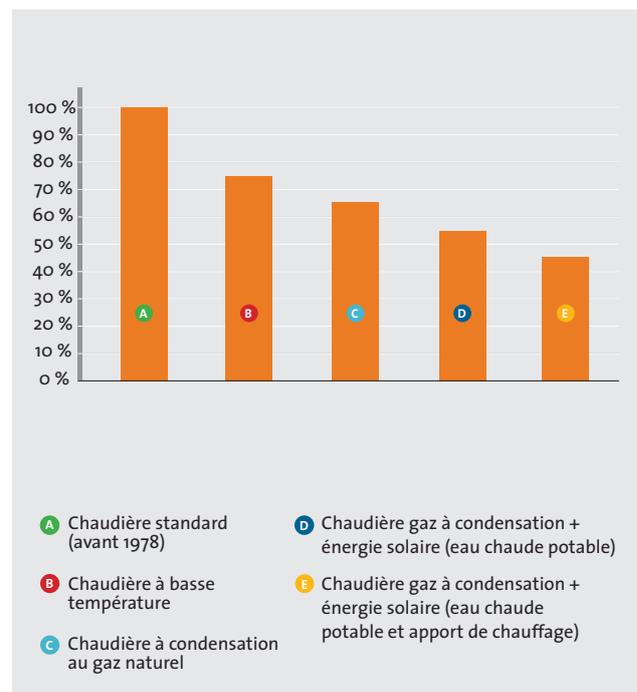


Fig. 31 : Émissions de dioxyde de carbone

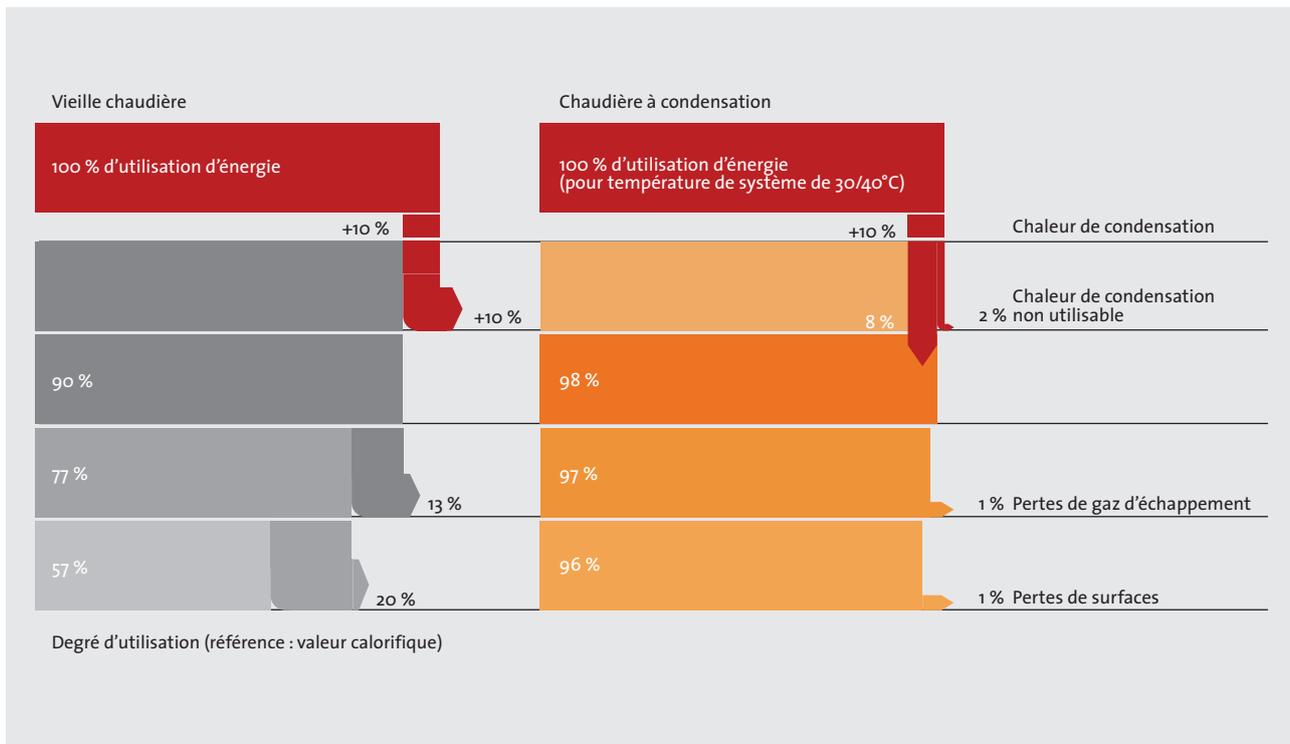


Fig. 32 : Comparaison d'efficacité entre vieille chaudière et chaudière à condensation au gaz naturel

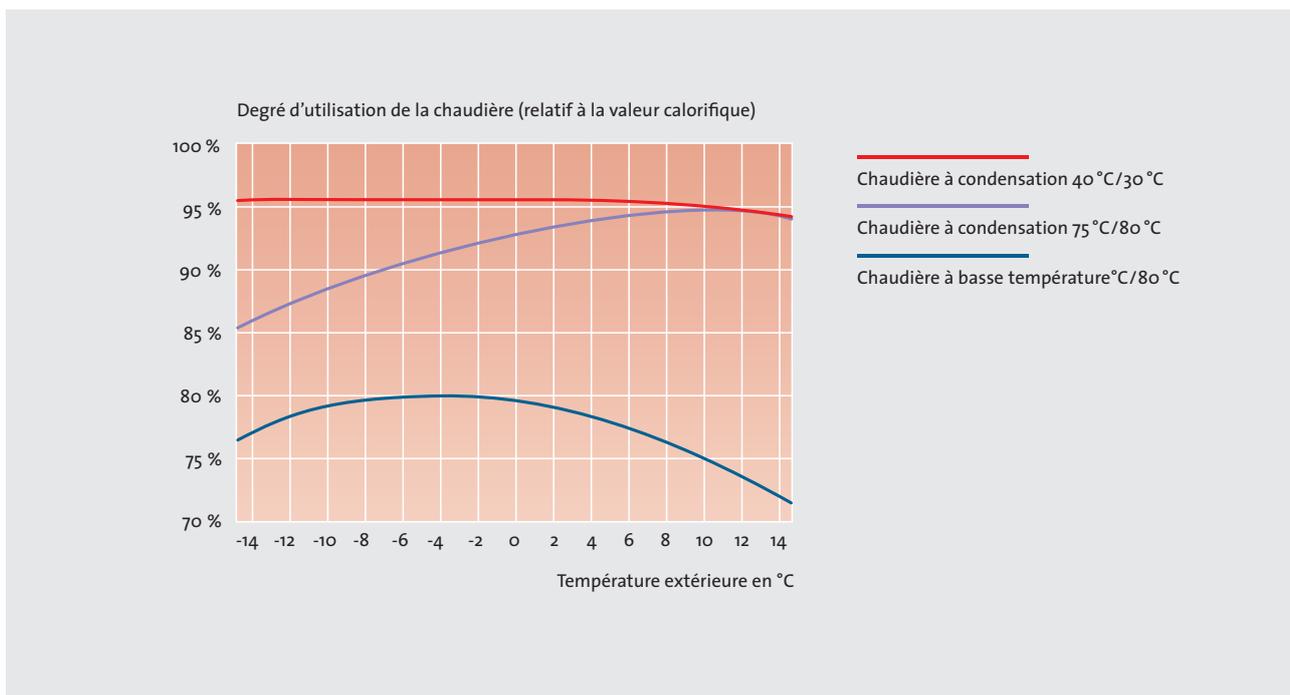


Fig. 33 : Comparaison du degré d'efficacité entre chaudière à condensation et chaudière à basse température



Le chauffage moderne du pouvoir calorifique au fioul est une technologie extrêmement moderne pour la production de chaleur dans la maison. Deux tiers des nouveaux chauffages au fioul installés en Allemagne sont aujourd'hui des chaudières à condensation – et la tendance est à l'augmentation.

## Rendement d'utilisation élevé

Les chaudières à condensation sont techniquement conçues pour utiliser presque tout le contenu énergétique du combustible – on appelle ce contenu le pouvoir calorifique. Contrairement à la technologie standard et à la technologie à basse température, les chaudières à condensation transforment aussi la chaleur de condensation de la vapeur d'eau contenue dans le gaz de fumée. Il en résulte des rendements d'utilisation de 98 à 99 %.

Dans la pratique, on utilise principalement la technologie de condensation du fioul en cas de modernisation parce que la température de retour s'y trouve souvent toute l'année inférieure à la température du point de rosée du gaz de fumée (v. fig. 34). Cela vient surtout du fait que les corps chauds étaient autrefois souvent dimensionnés plus grands pour des raisons de sécurité.

Si le besoin en chaleur ambiante continue de baisser (par une façade calorifugée ou de nouvelles fenêtres), un volume encore inférieur circule dans le corps chaud. La température de retour continue de baisser – apportant ainsi un argument supplémentaire pour la technologie de condensation du fioul.

## Du solaire-fioul au chauffage hybride

La technologie de condensation du fioul se combine très bien avec un système solaire thermique. Les panneaux solaires soutiennent l'eau chaude sanitaire et en partie également le chauffage du bâtiment. La combinaison d'une installation solaire

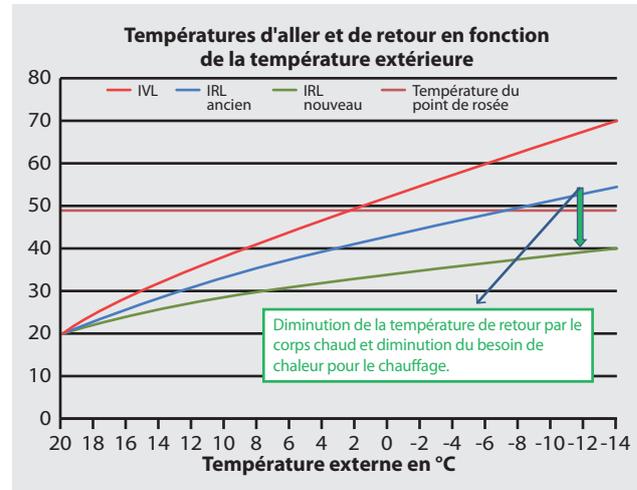


Fig. 34 : Influence de la température du système de chauffage sur l'action de la condensation

L'électricité « verte » excédentaire qui peut contribuer à la fourniture de chaleur via une résistance électrique dans l'accumulateur de chaleur, entre aussi en ligne de compte ultérieurement en tant que source d'énergie supplémentaire.

## Les variantes de l'utilisation du pouvoir calorifique

Différents procédés sont employés pour refroidir le gaz de fumée à un niveau inférieur à celui de la température du point de rosée.

- Soit on utilise le retour du circuit de chauffage pour refroidir les gaz de fumée. Des chauffages par surfaces étendues y sont proposés dans ce cas parce qu'ils présentent de très basses températures de retour. Hélas, la température de retour augmente automatiquement avec le besoin de chaleur du chauffage. Si les corps de chauffe sont normaux, il ne se produit plus qu'une condensation partielle. C'est pourquoi, il faut toujours veiller également à ce qu'aucune élévation de la température de retour ne se produise avant la chaudière (par un mélangeur ou une vanne à quatre voies (v. fig. 37)). Le refroidissement du gaz de fumée est finalement accompli, soit directement dans la chaudière (« condensation interne »), soit dans un échangeur thermique disposé en aval.
- Soit on utilise l'air de combustion aspiré pour refroidir le gaz de fumée : parce que le travail du brûleur à fioul augmente automatiquement avec la diminution des températures extérieures, il se produit une bonne corrélation.

Souvent les deux variantes sont combinées. Ainsi, de nombreux appareils qui utilisent en fait le retour du chauffage pour la condensation, peuvent par exemple être également alimentés via un système air-fumées indépendant de l'air ambiant avec l'air de combustion. L'air de combustion est ensuite préchauffé dans un système d'échappement par le gaz de fumée, avec agencement concentrique du tube d'air frais et du tube de gaz de fumée à contre-courant. Ceci permet une utilisation de l'énergie encore plus élevée. Cette solution est également à

**ENVIRON 66 % DES CHAUDIÈRES À FIOUL NOUVELLEMENT INSTALLÉES EN 2012 EN ALLEMAGNE SONT DES CHAUDIÈRES À CONDENSATION**

thermique et d'un chauffage à condensation de fioul, réduit la consommation de fioul de 10–20 %. C'est pourquoi, lors de la modernisation de systèmes de chauffage, presque un chauffage au fioul sur deux est combiné à un système solaire thermique (v. fig. 35).

Face à ce concept de chauffage bivalent, de plus en plus d'installations intégrant encore plus les énergies renouvelables se développent : les systèmes de chauffage hybrides combinent la technologie de condensation, le système solaire thermique et les poêles à bois qui alimentent l'accumulateur de chaleur.

considérée comme optimale dans le cadre du décret sur les économies d'énergie.

Dans la pratique, il se produit d'env. 0,5 à 1 litre maximum de condensat en fonction de l'installation de chauffage lors de la combustion d'un litre de fioul (env. 10,68 kWh<sub>H<sub>2</sub>O</sub>). En raison de la température du gaz de fumée relativement basse située de 45 à 50 °C, un système air-fumées en matière plastique peut être employé pour l'évacuation des gaz de fumée de la chaudière à condensation (v. fig. 38).

## Un combustible respectueux de l'environnement

Le fioul HEL (huile extra légère) est un combustible normalisé selon DIN 51603-1. Il est produit dans deux qualités. Elles se différencient surtout par leur teneur en soufre : le fioul HEL standard comporte une teneur en soufre limitée à 1 000 ppm (mg/kg). En cas de fioul HEL pauvre en soufre, il se situe à 50 ppm seulement. Sur ces entrefaites, la part de fioul pauvre en soufre se situe en Allemagne à 98 % (v. fig. 36). Ainsi, le fioul HEL pauvre en soufre s'est établi en Allemagne en tant que combustible standard.

Le fioul pauvre en soufre est parfaitement conçu pour répondre aux exigences de la technologie de condensation et présente l'avantage d'une chaudière à basse température. C'est pourquoi, l'industrie des appareils de chauffage préconise expressément l'application de cette qualité de chauffage. Le fioul pauvre en soufre brûle quasiment sans résidu. Ceci permet une exploitation élevée de l'énergie parallèlement à une diminution de la dépense de maintenance pour la chaudière et le brûleur. Parce que

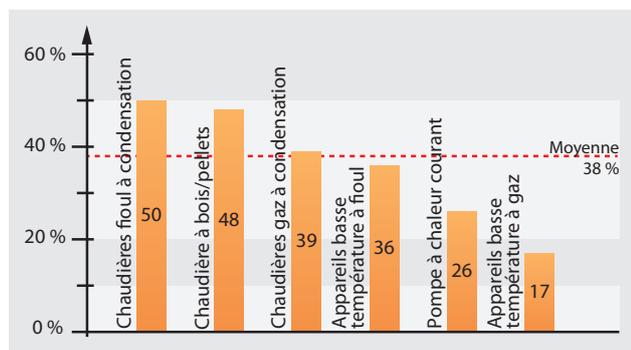


Fig. 35 : Technologie de condensation du fioul – combinée le plus souvent à un système solaire

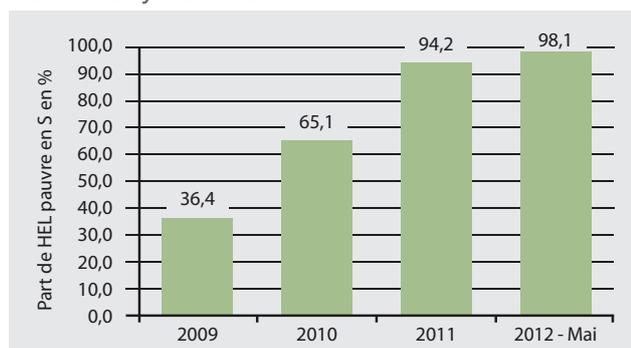


Fig. 36 : Part de HEL pauvre en S dans la distribution totale

quasiment aucun dépôt ni aucune suie n'est produite grâce à la propreté de la combustion, les délais de vérification par le ramoneur sont rallongés : les chauffages à condensation de fioul qui fonctionnent avec un fioul pauvre en soufre, doivent être contrôlés tous les deux ans seulement.

Même en considérant les objectifs administratifs sur l'introduction du condensat dans les eaux usées, il est recommandé d'utiliser un fioul pauvre en soufre. En cas de chaudières à condensation jusqu'à 200 kW de puissance, aucune neutralisation du condensat n'est requise, si un fioul pauvre en soufre entre en jeu (cf. feuille de travail 251 du groupement technique sur les eaux usées Abwassertechnischen Vereinigung, août 2003).

De plus, un fioul pauvre en soufre est rendu fiscalement favorable depuis 2009 en Allemagne face au fioul HEL standard.

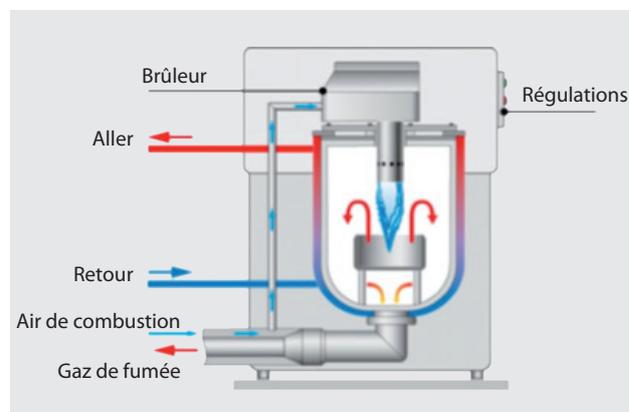


Fig. 37 : Chaudière à condensation interne sans système d'élévation de température

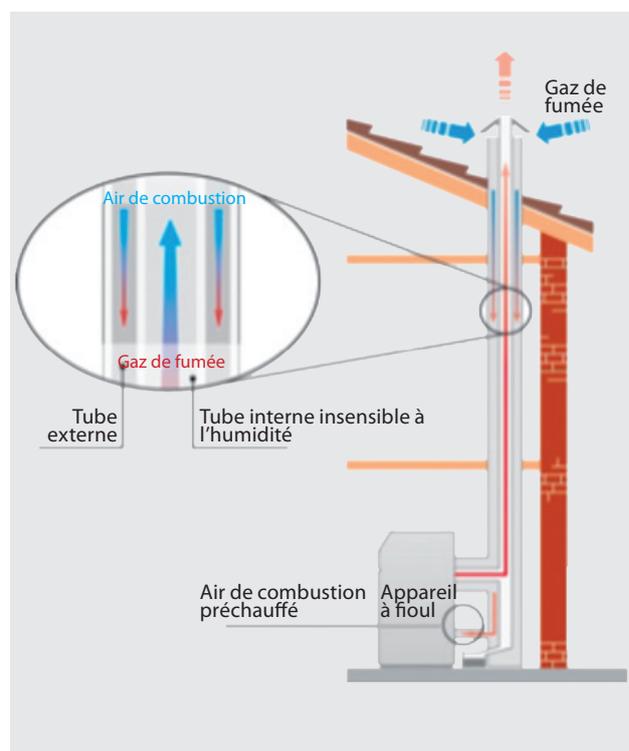


Fig. 38 : Préchauffage de l'air de combustion dans le système air-fumées



## Énergie à partir de l'air, de l'eau et du sol

Une pompe à chaleur rend utile l'énergie renouvelable accumulée dans le sol, les nappes phréatiques ou dans l'environnement. Les plus courantes sont les pompes à chaleur électriques mais depuis, des pompes à chaleur à gaz ont également été introduites.

**UNE POMPE À CHALEUR CHAUFFE, PRÉPARE L'EAU CHAUDE SANITAIRE ET PEUT ÉGALEMENT SERVIR À LA CLIMATISATION.**

Les pompes à chaleur électriques ont une fonction très économiques. Une pompe à chaleur avec un coefficient de performance annuelle de 4,0 peut générer à partir d'un kilowatt-heure de courant d'entraînement quatre kilowatt-heures de chaleur. Pour pouvoir effectivement atteindre cette performance élevée en service quotidien, la pompe à chaleur doit être configurée exactement pour les besoins individuels en chaleur.

### Chauffer, climatiser, ventiler

Plus la température source est élevée, plus les pompes à chaleur fonctionnent efficacement. C'est pourquoi il est rentable d'exploiter une source de chaleur à température aussi élevée et constante que possible, par exemple le sol : les pompes à chaleur géothermiques obtiennent de hauts rendements car au long d'une année, la température du sol varie très peu et reste constante à un niveau élevé. À cela s'opposent les investissements nécessaires pour raccorder la source de chaleur.

Dans le cas d'une pompe à chaleur à air, les coûts d'investissement sont plus faibles car de tels travaux ne doivent aucunement être entrepris. En raison des températures fluctuantes mais aussi faibles de l'air extérieur pendant la période de chauffe, il faut en revanche accepter un contrôle de l'efficacité.

Les pompes à chaleur modernes chauffent, préparent l'eau chaude sanitaire à la demande et, selon le modèle, peuvent de plus être employées à la ventilation et la climatisation d'un bâtiment. Elles opèrent en silence et ne requièrent presque aucun entretien. Particulièrement en combinaison avec un chauffage par le sol, ces appareils garantissent un grand confort d'habitation.

Les pompes à chaleur constituent une option efficace surtout si elles sont associées à de faibles températures système et à des surfaces de chauffe suffisamment dimensionnées (par ex. chauffage de surface).

Si elles tirent leur courant d'entraînement de sources renouvelables telles que l'énergie éolienne ou photovoltaïque, elles travaillent alors quasiment sans produire d'émissions.

Les pompes à chaleur recourent à des sources renouvelables et font donc l'économie d'énergie fossile, ce qui prouve que la pompe à chaleur contribue à la protection climatique. C'est pourquoi nombreux sont les services à subventionner leur installation en Allemagne : l'État, les Länder et les communes encouragent l'acquisition d'une nouvelle pompe à chaleur par des allocations substantielles.

De nombreux fournisseurs d'énergie proposent par ailleurs des tarifs d'électricité spéciaux pour les exploitants de pompes à chaleur.

De même dans d'autres pays tels que la Suède, la Suisse et l'Autriche, la pompe à chaleur s'est établie comme système de chauffage : Presque 90 % des bâtiments neufs en Suède sont équipés de pompes à chaleur. En Suisse, ce chiffre avoisine les 75 %.

### Un circuit fermé

D'un point de vue technique, une pompe à chaleur fonctionne pratiquement comme un réfrigérateur, excepté que le réfrigérateur met à profit le prélèvement de chaleur tandis que l'utilité de la pompe à chaleur réside dans le réchauffement : un fluide frigorigène prélève de son environnement de la chaleur en s'évaporant ainsi. Ensuite, le fluide frigorigène est comprimé dans un compresseur. Cela fait automatiquement monter la pression et la température du fluide frigorigène. Le fluide frigorigène ainsi porté à un niveau de température élevé transmet ensuite sa chaleur stockée à l'eau de chauffage puis se condense de nouveau. Grâce à la détente et au refroidissement du fluide frigorigène, les conditions sont créées pour que le cycle reprenne au début.

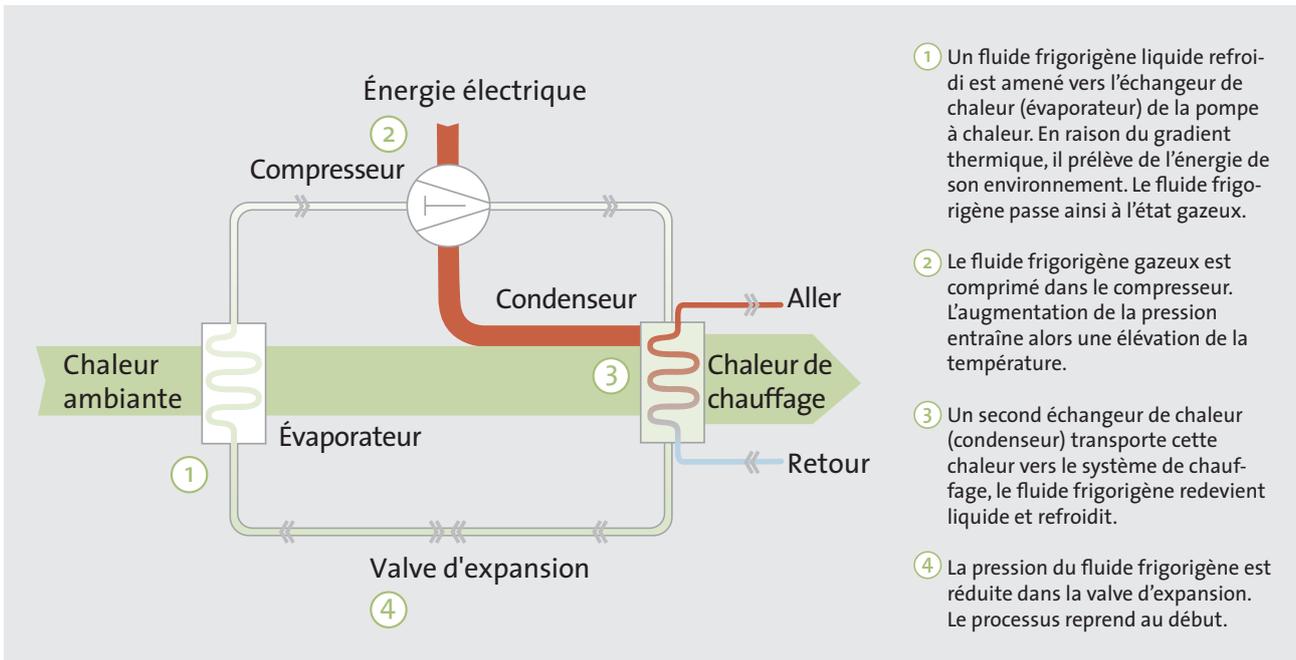


Fig. 39 : Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur entraînée par moteur

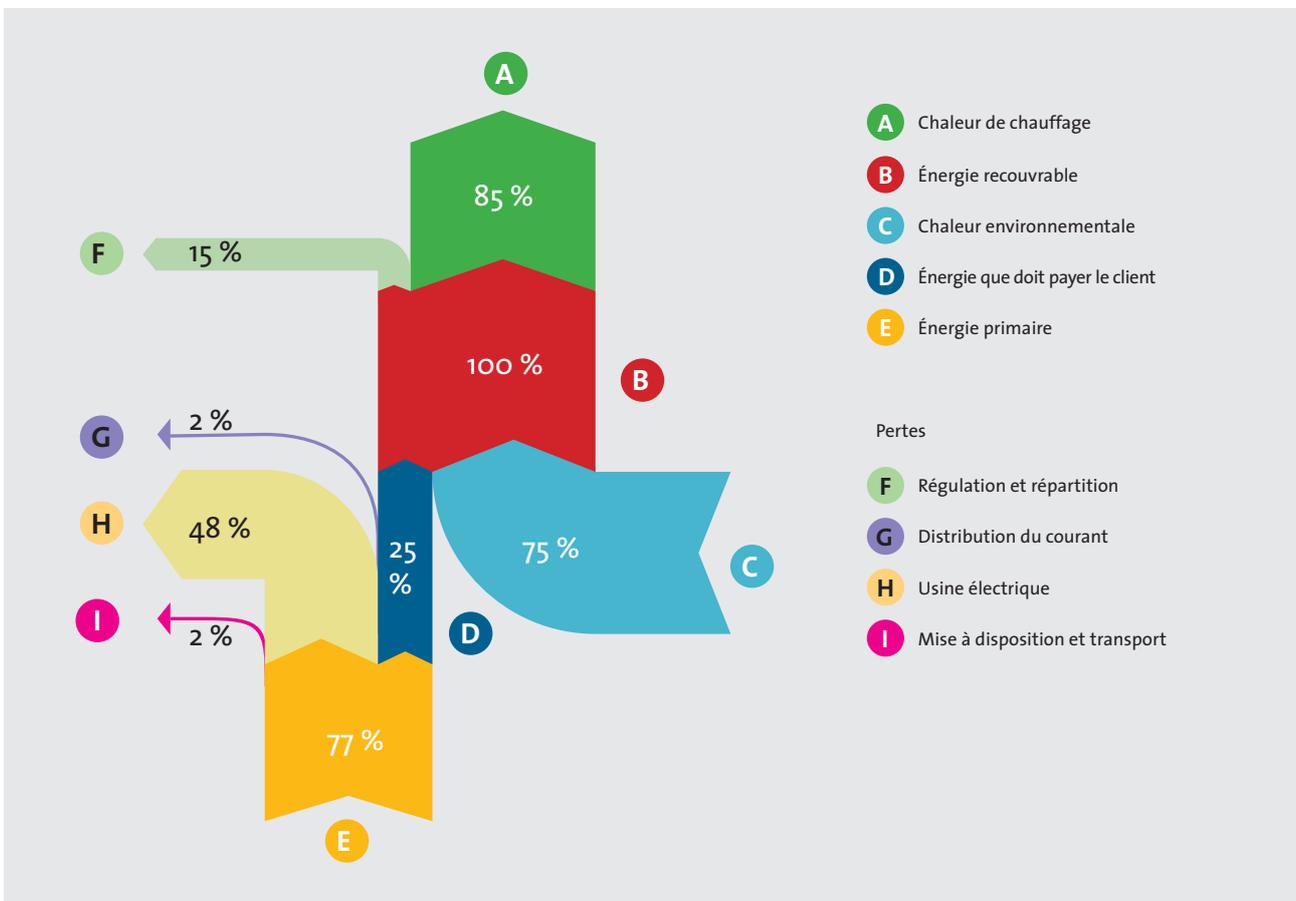


Fig. 40 : Flux d'énergie à l'exemple d'une pompe à chaleur électrique



Pour exploiter une pompe à chaleur, on peut utiliser la géothermie, les eaux souterraines, l'air et les installations d'absorption avec un rayonnement solaire direct. Même les rejets thermiques ou la chaleur industrielle peuvent servir de source d'énergie. On distingue trois types de pompes à chaleur souvent employées :

## Pompes à chaleur saumure-eau

La pompe à chaleur saumure-eau utilise la géothermie et alternativement les systèmes d'absorption comme source de chaleur.

Il existe deux moyens de rendre utilisable l'énergie géothermique proche de la surface : les sondes géothermiques et les capteurs en terre.

Les sondes géothermiques sont placées par forage jusqu'à 200 mètres de profondeur dans le sol – et y utilisent une température de terre moyenne d'environ 10 °C.

Les sondes géothermiques (tubes U en polyéthylène) sont implantées dans le trou de forage puis injectées. Un courant de

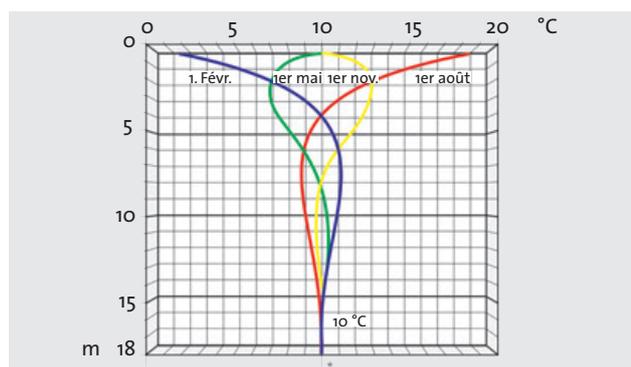


Fig. 41 : Augmentation de la température dans la terre

chaleur constant pour la sonde géothermique est garanti seulement par l'injection. Si le terrain est assez grand, la terre peut être viabilisée également par un capteur plan. De vastes tubes en plastique sont placés pour soustraire au sol sa chaleur. Les capteurs de terre sont des tubes en polyéthylène placés de 1,2 à 1,5 m de profondeur dans le jardin. La distance entre les tubes

## LES POMPES À CHALEUR UTILISENT LA CHALEUR DE L'ENVIRONNEMENT

doit s'élever de 0,5 à 0,8 m. Une surface de 25 m<sup>2</sup> environ suffit pour un kilowatt de puissance de chauffage. Après la pose des capteurs, la terre est recouverte. Une alternative est l'utilisation de système de sources d'absorption : les systèmes solaires thermiques (capteurs plan, capteurs à tubes, systèmes d'absorption

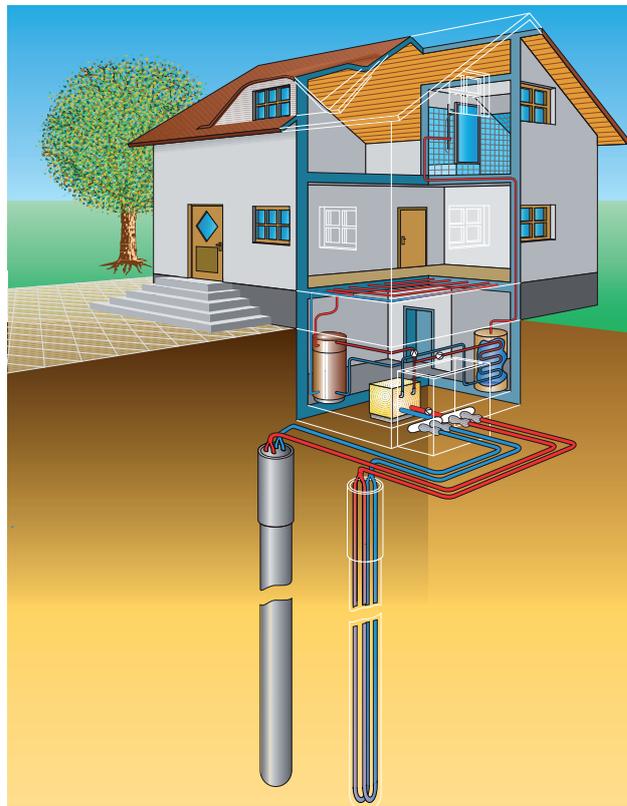


Fig. 42 : Pompe à chaleur de terre avec installation spéciale

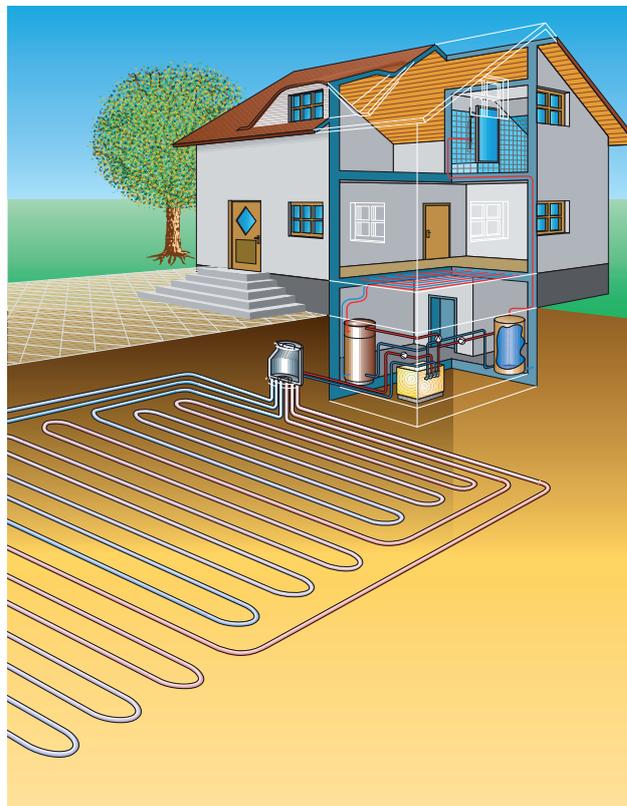


Fig. 43 : Pompe à chaleur de terre avec capteur plan

en tubes PE ondulés) sont reliés avec des éléments à terre pour pouvoir utiliser l'avantage des pompes à chaleur de terre en cas de terrains de petites tailles. Pour la mise en valeur des sources d'énergie, les pompes à chaleur saumure-eau utilisent un liquide antigel défini comme « saumure ». Ce liquide circule dans les sondes géothermiques.

La chaleur extraite du sol est retransmise au système de chauffe correspondant après élévation à la température de l'eau de chauffage. Les pompes à chaleur saumure-eau atteignent des coefficients de performance annuels entre 3,8 et 5,0. Elles existent selon différents types de construction, avec et sans l'intégration d'un ballon d'eau chaude potable. Si une fonction de refroidissement fait partie intégrante de la pompe à chaleur, on peut également utiliser cette pompe pour tempérer à un niveau inférieur les pièces en été. Ensuite, la chaleur extraite des pièces est transmise à la sonde géothermique ou au capteur de terre.

### Pompes à chaleur eau-eau

En cas de pompe à chaleur eau-eau, la chaleur est extraite des eaux souterraines. Un puits d'aspiration fait monter l'eau en haut et la pompe à chaleur en extrait la chaleur. Ensuite, l'eau refroidie est redirigée via le puits d'injection dans les eaux souterraines. Parce que la pompe à chaleur eau-eau utilise un niveau de température presque régulièrement élevée des eaux souterraines d'env. 15 °C, elle peut atteindre le plus haut coefficient de

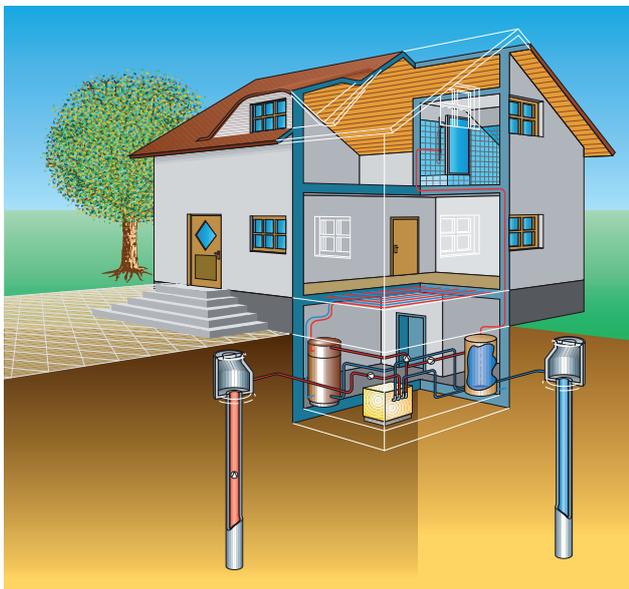


Fig. 44 : Pompe à chaleur eau-eau avec puits d'injection et d'aspiration

performance annuel : jusqu'à 5,0. Les pompes à chaleur eau-eau sont proposées avec ou sans ballon d'eau chaude, tout comme les autres types de pompes à chaleur. Il est également possible d'ajouter une fonction de refroidissement. Pour pouvoir l'installer, un accord du service cantonal des eaux doit en général être obtenu.

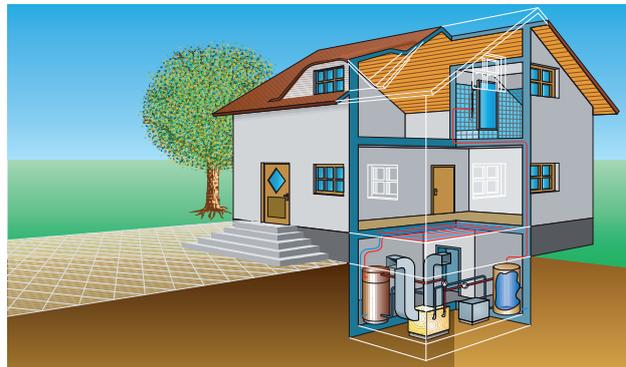


Fig. 45 : Pompe à chaleur air-eau placée à l'intérieur

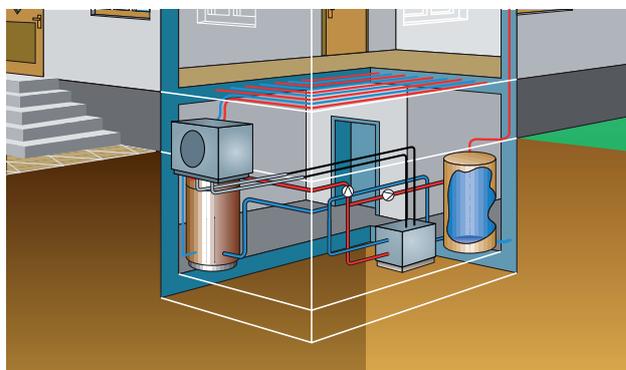


Fig. 46 : Pompe à chaleur air-eau en tant que split system

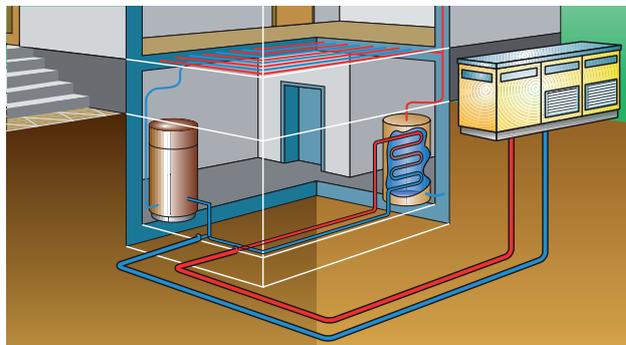


Fig. 47 : Pompe à chaleur air-eau placée à l'extérieur

### Pompes à chaleur air-eau

Les pompes à chaleur air-eau utilisent l'air environnant pour en extraire sa chaleur. Elles sont capables d'extraire encore de l'énergie à l'air extérieur même si la température a baissé à -20 °C ou moins. Parce que la température de la source de chaleur vacille et, dans les périodes chaudes, est souvent inférieure à celles des autres types de pompes à chaleur, les pompes à chaleur air-eau atteignent uniquement des coefficients de performance annuels de 3,0 à 4,0. Il n'y a pas de mise en valeur coûteuse des sources de chaleur, qui est requise pour les pompes à chaleur eau-eau et saumure-eau. Certaines pompes à chaleur air-eau proposent même une fonction de refroidissement qui peut être utilisée en été.



## Application dans le système

Dans un système solaire thermique, on utilise l'énergie solaire pour en capter l'énergie thermique.

Les capteurs solaires transforment la lumière solaire en chaleur qui peut ensuite être utilisée pour la fourniture de chaleur des bâtiments. Cela économise beaucoup d'énergie et donc aussi les combustibles fossiles.

## UN SYSTÈME SOLAIRE THERMIQUE SE COMBINE AVEC TOUS LES GÉNÉRATEURS DE CHALEUR

En général, les installations solaires thermiques sont réalisées de manière bivalente. Pour utiliser la chaleur solaire, l'installation doit être bien accordée sur les autres générateurs de chaleur – les systèmes ne doivent pas fonctionner les uns contre les autres. Finalement, il n'est possible d'obtenir les véritables effets souhaités d'économies, qu'avec un système complet optimisé au niveau de la technique de régulation et de l'hydraulique.

## Préparation d'eau chaude potable

Si l'installation solaire thermique doit préparer de l'eau chaude potable, des capteurs sont tout d'abord installés sur le toit pour réchauffer le fluide caloporteur grâce au soleil. Le fluide caloporteur employé est un fluide anti-gel résistant à la chaleur dans le circuit solaire. La chaleur captée réchauffe le chauffe-eau solaire via un échangeur thermique. Un générateur de chaleur conventionnel est uniquement raccordé lorsque l'énergie solaire ne suffit pas.

Les autres composants de l'installation sont les pompes, l'indication de température, le vase d'expansion, la purge ainsi que le régulateur pour le pilotage de la pompe solaire. La préparation d'eau chaude potable soutenue par le système solaire, couvre env. 60 % du besoin énergétique.

## Apport de chauffage

Si face à la préparation d'eau chaude potable, le chauffage des locaux doit également être prévu, on doit augmenter la surface des capteurs de 2 à 2,5 fois. Ainsi, on économise entre 10 % et 30 % de combustible en fonction de l'isolation du bâtiment. En cas de bâtiment à basse consommation, il est possible d'atteindre jusqu'à 50 %.

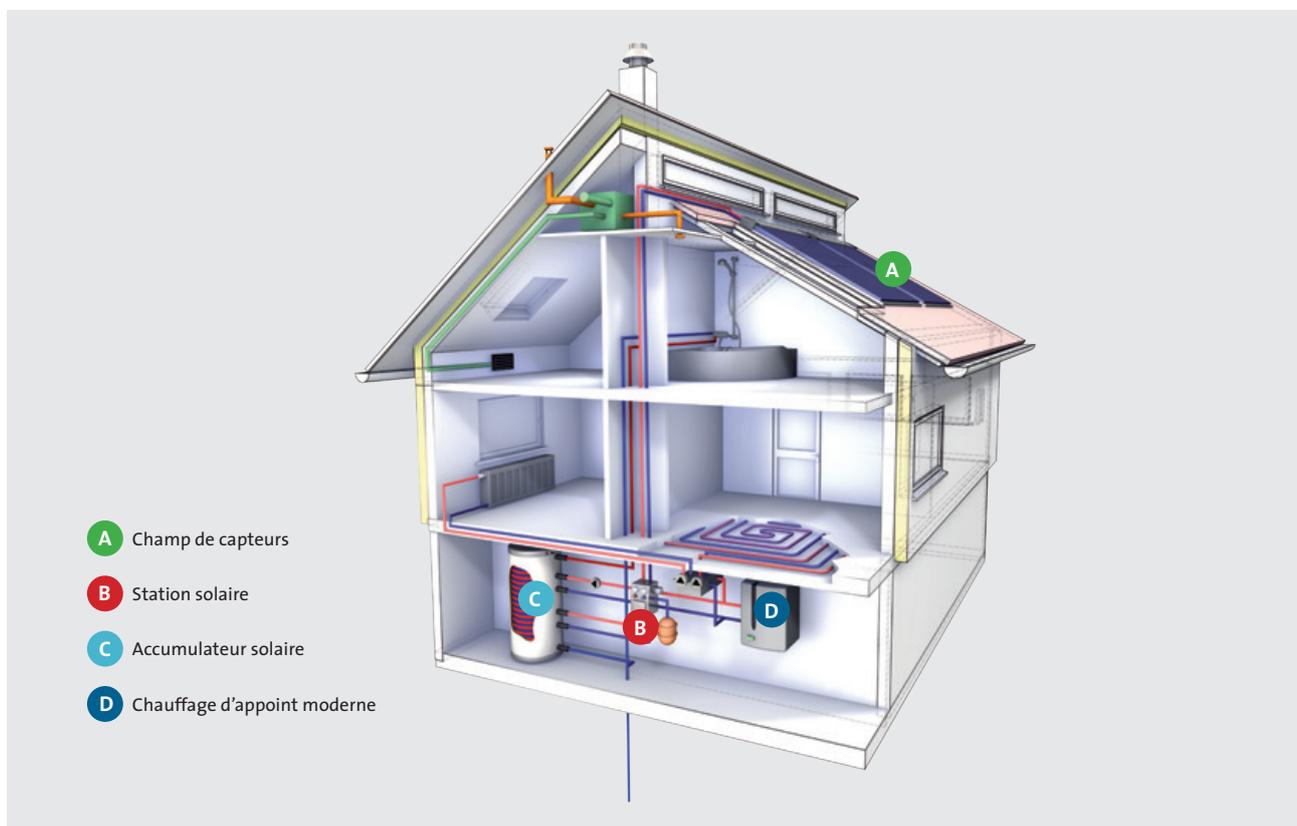


Fig. 48 : Installation solaire standard dans une maison individuelle

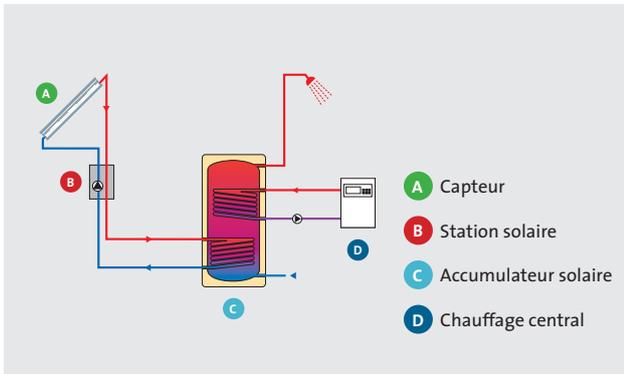


Fig. 49 : Installation solaire standard pour le réchauffement de l'eau potable dans la maison individuelle

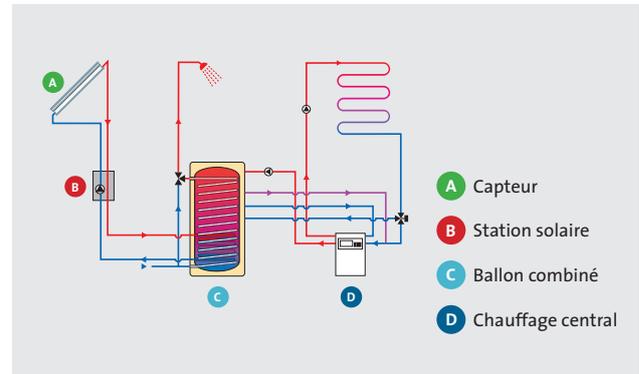


Fig. 50 : Installation solaire pour l'apport du chauffage des locaux et la génération d'eau chaude potable avec ballon combiné



Fig. 51 : Exemples d'installations – Capteur plat



Fig. 52 : Exemples d'installations – Capteur à tubes sous vide

## Le ballon

En cas d'apport de chauffage solaire, on utilise soit un deuxième ballon (ballon tampon) soit un ballon combiné avec un chauffe-eau potable intégré. Tous les systèmes sont également disponibles avec les mises en place de stratifications.

## De grands potentiels

Actuellement, les installations solaires thermiques pour la préparation d'eau chaude potable et l'apport de chauffage sont principalement employées dans des immeubles d'habitation – principalement dans des maisons individuelles et maisons de deux appartements. Pour la construction d'appartements d'immeuble, des taux de croissance élevés sont attendus.

Les aides financières et les emprunts avantageux accélèrent cette évolution. Mais une installation solaire offre aussi aux hôpitaux, hôtels et gymnases la possibilité de faire des économies d'énergie. Quasiment tous les consommateurs de chaleur peuvent être soutenus par un système solaire thermique.

## Autres applications

Les capteurs solaires peuvent aussi produire de l'eau chaude pour les piscines de plein air et couvertes, permettant ainsi d'énormes économies d'énergie.

Dans les pays du sud, il y a des systèmes qui fonctionnent selon le principe du thermosiphon avec un ballon isotherme au-dessus du capteur.

L'apport solaire thermique des procédés industriels en est encore à ses premiers balbutiements, offrant toutefois un potentiel énorme. Il en est de même pour les installations de refroidissement en vue d'une climatisation solaire.

## De nombreuses possibilités d'utilisation

Presque toutes les exigences et tous les systèmes techniques sur le marché des sources de chaleur, se combinent judicieusement avec une installation solaire thermique. Pour la plupart des applications, des solutions complètes sont aujourd'hui disponibles. Ces installations pré-élaborées raccourcissent considérablement le temps de mise en place.

L'unité pré-montée en tant que station solaire permet une mise en marche sûre et rapide. Une haute qualité de traitement et un bon matériau veillent à la fiabilité et assurent une économie d'énergie sur des décennies.



L'INTÉGRATION FLEXIBLE D'UN SYSTÈME SOLAIRE THERMIQUE PERMET DE NOMBREUSES POSSIBILITÉS DE COMBINAISON DES DIFFÉRENTS COMPOSANTS

## Capteurs

Les entreprises membres de la BDH produisent des types de capteurs avec différentes caractéristiques et dimensions. Tous les capteurs se distinguent par leur haute qualité et une durée de vie particulièrement longue. Face aux attentes architectoniques, le choix du collecteur dépend toujours des applications prévues.

Le liquide solaire circulant dans les collecteurs est ingélicif jusqu'à  $-30^{\circ}\text{C}$  et biologiquement sans risque. La pompe pour le circuit solaire, très parcimonieuse dans sa consommation, est régulée selon le besoin. Toutes les robinetteries et canalisations sont conçues pour de hautes températures et un fonctionnement au glycol.

## Capteurs plan

Actuellement, les capteurs plan sont le type de capteur le plus souvent utilisé. Les absorbeurs à fort rendement et à surface sélective veillent à tout moment à des rendements de chaleurs extrêmement élevés.

Ces capteurs permettent de nombreuses possibilités de conception architectonique. Ils conviennent aussi bien pour un montage intégré au toit que pour un montage sur le toit ou un montage sur toit plat.

## Capteurs à tubes sous vide

De hauts rendements peuvent être atteints par l'isolation sous vide (tube en verre évacué) en cas d'application à hautes températures cibles. En cas d'application standard, le capteur à tubes sous vide comporte un besoin de surface inférieur à celui d'un capteur plan, si l'on considère le rendement annuel moyen.

## Ballon

Pour toutes les applications, les consommateurs disposent de types sophistiqués de ballons (ballon d'eau chaude potable bivalent, ballon tampon et ballon combiné). Les caractéristiques communes de qualité sont la forme de construction élancée et élevée et l'isolation complète avec laquelle la chaleur accumulée peut être maintenue la mieux possible.



Fig. 53 : Exemple pratique pour l'utilisation de capteurs à tubes sous vide héliothermiques

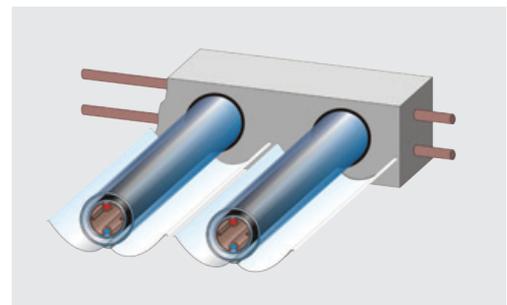


Fig. 54 : Avec réflecteur extérieur

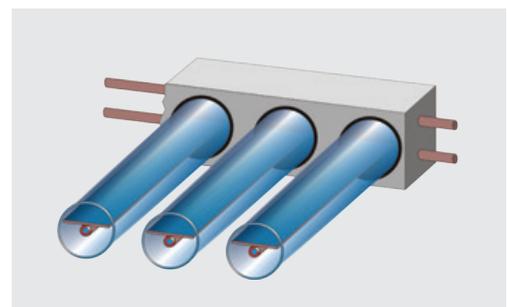
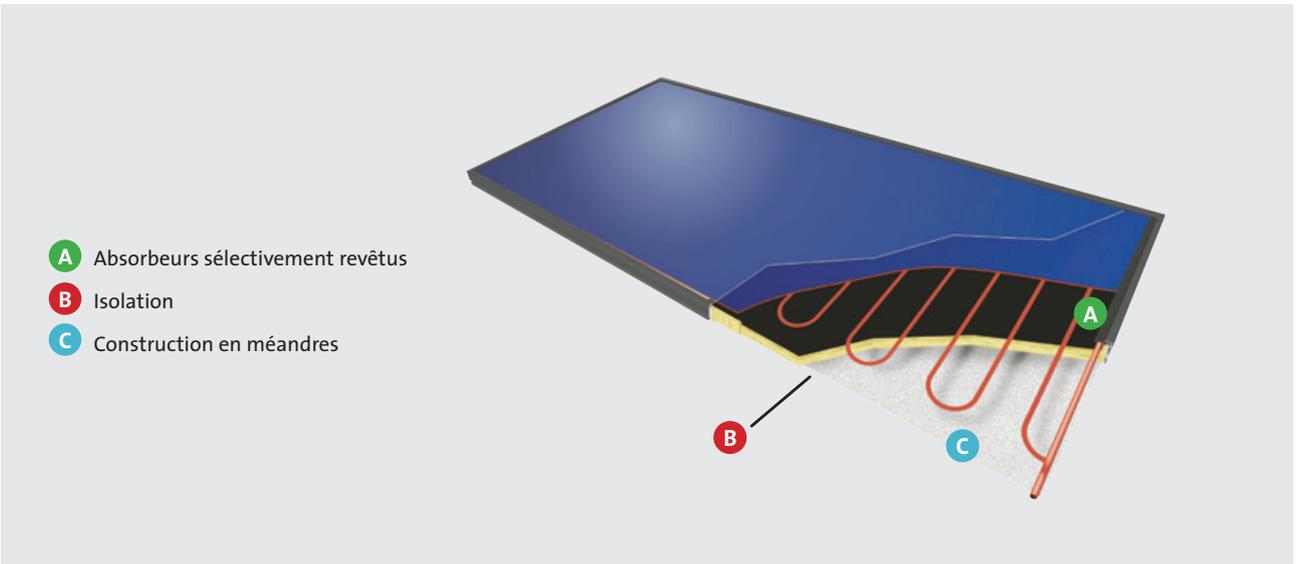


Fig. 55 : Sans réflecteur



Fig. 56 : Exemple pratique pour l'utilisation de capteurs plats héliothermiques



### Une chaleur agréable issue de la nature

Durant de nombreuses années, les installations de chauffage modernes ont été exploitées presque exclusivement à partir du fioul ou du gaz. Aujourd'hui, on revient en force à un combustible qui présente une longue tradition : le bois est une matière première sans cesse renouvelable qui peut être extraite de manière relativement simple et sans grande demande d'énergie. Dans le cadre d'une économie forestière durable en Allemagne notamment, il n'est pas extrait plus de bois qu'il n'en repousse parallèlement – le bois contribue ainsi encore plus à l'équilibre écologique. Et grâce à la grande disponibilité forestière en Europe, cette possibilité d'alimentation au bois est assurée à long terme.

## LES FOYERS À BOIS EFFICACES POUR PIÈCE UNIQUE COMPLÈTENT LE SYSTÈME DE CHAUFFAGE.

Le bois peut être utilisé sous différentes formes pour le chauffage. On utilise le plus souvent le bois de chauffage, les granulés de bois et les copeaux de bois. Ainsi, le bois convient au chauffage de pièces séparées tout comme à l'ensemble d'un bâtiment en tant que combustible de chauffage central. Le domaine de puissance, les possibilités de stockage, la dépense manuelle liée au bois – et les préférences personnelles des propriétaires et habitants – sont décisives en premier lieu.

### Foyers à bois pour pièce unique principale

Deux types efficaces sont à disposition pour le chauffage de chaque pièce d'habitation : les appareils pour pièce principale guidés par air et les appareils pour pièce principale avec boîte à eau. Les deux types engagent surtout le bois de chauffage, les granulés de bois et les briquettes de bois.

### Appareils guidés par air pour pièce principale

Cette catégorie concerne en particulier les poêles cheminées et les poêles à pellets : Ces deux types de poêles brûlent le bois sans polluer beaucoup dans leur propre foyer. Des conduits d'air dans lesquels l'air ambiant se réchauffe, sont amenés au foyer. Ensuite, l'air ambiant est de nouveau dirigé dans la pièce principale.

De plus, le poêle émet lui-même une chaleur rayonnante – ressentie comme particulièrement agréable par de nombreuses personnes.

Ces poêles individuels avec rayonnement direct de chaleur disposent d'un domaine de puissance allant jusqu'à 10 kW. On les utilise surtout pour chauffer des pièces individuelles, en tant que chauffage complémentaire ou chauffage de demi-saison et pour couvrir les charges de pointe.

### Appareils pour pièce principale avec boîte à eau

Dans les appareils pour pièce principale avec ce qu'on appelle des boîtes à eau, l'eau de chauffage circule dans le foyer interne. Les appareils sont reliés dans le système central d'eau chaude et de chauffage de la maison via un échangeur thermique intégré. Face à l'émission directe de chaleur à l'emplacement de poêle, de la chaleur est aussi produite dans le poêle pour l'apport de chauffage et/ou pour la préparation d'eau chaude potable.

Dans les bâtiments à basse énergie, un tel poêle à pellets ou poêle cheminée avec boîte à eau peut désencombrer de manière cruciale le chauffage principal.

Si les appareils guidés par air avec boîte à eau sont utilisés également pour la préparation d'eau chaude potable, ils doivent également fonctionner en été – soit lorsqu'une chaleur de chauffage n'est pas requise pour l'air. C'est pourquoi, ce système de chauffage convient de manière optimale dans une combinaison avec une installation solaire thermique. Ainsi, chacun des deux systèmes de chauffage peut faire valoir ses points forts propres à chaque saison.

### Exemple : Poêles à pellets pour pièce principale

Les poêles à pellets pour pièce principale offrent de nombreux avantages : les pellets sont automatiquement et directement dirigés du réservoir vers le poêle. Le pilotage se fait par électronique – en fonction de la température ambiante désirée. Ce principe est plus précis, plus confortable et plus efficace qu'une installation manuelle.

Les appareils de chauffe de la toute nouvelle génération présentent des rendements élevés de plus de 90 %, émettent une chaleur plus agréable et comportent des taux de pollution plus bas.

Les personnes intéressées peuvent choisir parmi une gamme étendue de modèles avec des designs, tailles et catégories de prix variés. L'application d'une technologie de régulation moderne comme les thermostats à horloge et thermostats ambiants, permet un fonctionnement automatique particulièrement confortable. Un pilotage à distance est même possible via téléphone portable. Et sur demande, le fonctionnement est bien sûr également pilotable indépendamment de la température de l'air ambiant.



Fig. 57 : Bois et pellets sont des combustibles neutres en CO<sub>2</sub>



Fig. 58 : Poêle à pellets avec réservoir à pellets

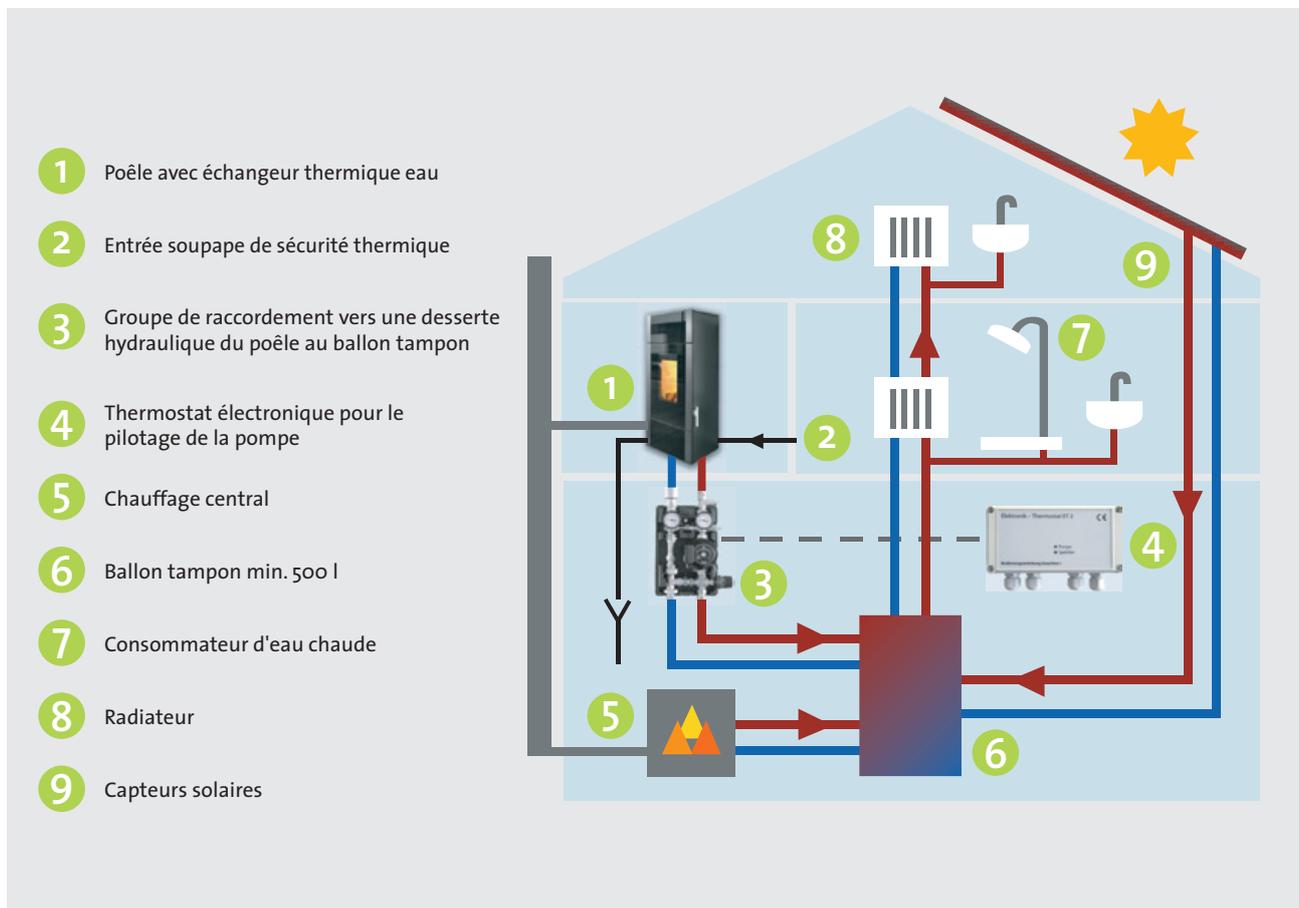


Fig. 59 : Intégration d'un poêle avec boîte à eau dans le système de chauffage

## Chauffages centraux au bois

Écologique et flexible : les chauffages centraux au bois sont en mesure d'alimenter entièrement une maison en chaleur pour le chauffage toute l'année. Ils conviennent pour une utilisation en tant qu'énergie renouvelable dans les maisons individuelles et appartements, dans les exploitations industrielles et en tant que solution en lien avec les systèmes de chaleur de proximité. Les chauffages centraux au bois se combinent très bien avec des installations solaires thermiques.

Il existe trois systèmes de chauffages centraux au bois : les chaudières à granulés, les chaudières à bois de chauffage et les foyers à copeaux de bois. Dans tous ces systèmes, la combustion est très efficace et pauvre en rejets.

## LE CHAUFFAGE CENTRAL AU BOIS EN TANT QU'ALTERNATIVE RENOUVELABLE AU FIOUL ET AU GAZ

Le bois brûle en tant qu'énergie renouvelable à partir d'une matière première renouvelable neutre en CO<sub>2</sub>. Toutes les technologies décrites ici apportent une contribution importante à la protection climatique.

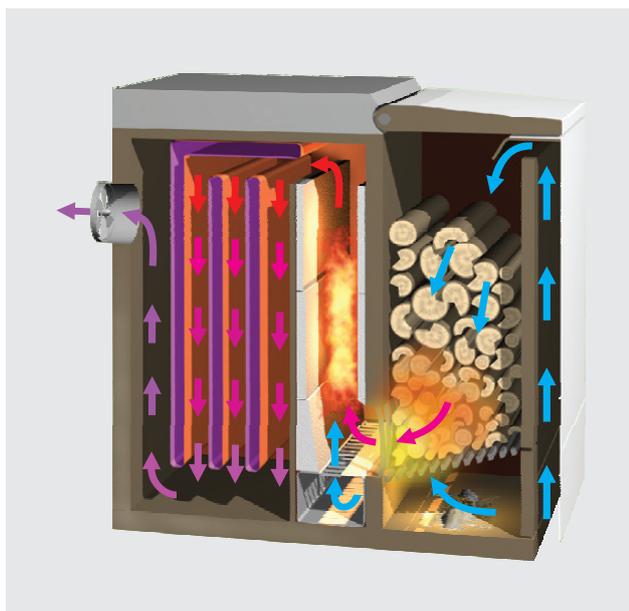


Fig. 60 : Chauffage central à pellets

## Chaudière à granulés

Les chauffages centraux qui fonctionnent avec granulés de bois sont particulièrement confortables. Leur fonctionnement et leur maintenance sont comparables aux chauffages au fioul et au gaz. En outre, les installations hybrides et combinées peuvent aussi être alimentées avec d'autres bois comme les copeaux de bois ou le bois de chauffage.

Le granulés sont stockés dans un dépôt ou dans une cuve et sont conduits vers la chaudière soit au moyen d'un système d'aspiration soit au moyen d'un système d'extraction en spirale. Les chaudières à granulés atteignent de hauts rendements de chaudière de plus de 90 % avec de faibles émissions. Les installations fonctionnent de manière entièrement automatique et sont modulables dans un domaine de puissance de 30 à 100 %. Un fonctionnement indépendant de l'air ambiant est souvent possible.

## Chaudière à gazéification de bois

On utilise les chaudières à gazéification de bois pour brûler efficacement le bois de chauffage. Chaque étape de la combustion du bois (gazéification du bois et combustion du gaz de bois) se déroule séparément l'une de l'autre. Cette séparation locale – en lien avec une surface d'échangeur thermique suffisamment dimensionnée – veille à des émissions particulièrement faibles, des températures de gaz de fumée réduites et un rendement de chaudière élevé.

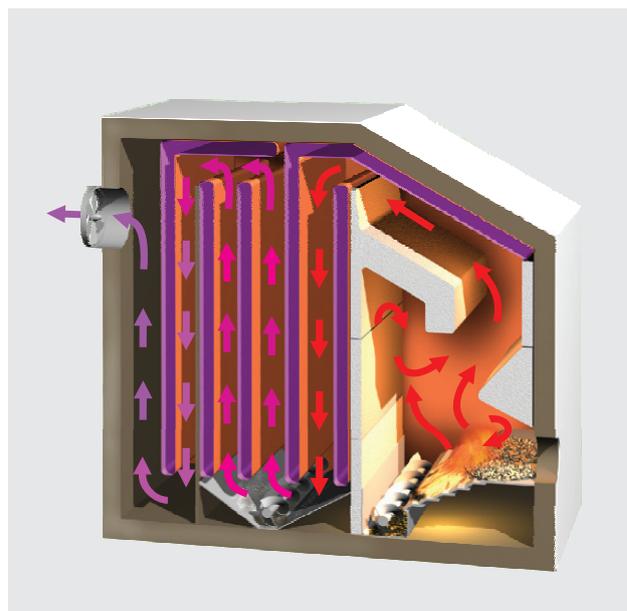


Fig. 61: Vue transversale d'une chaudière à briquettes avec foyer à grille d'amenée

Un ventilateur d'aspiration garantie l'entrée correcte de l'air : une gazéification de bois est excellentement assurée via le pilotage d'air primaire. L'alimentation en air secondaire veille ensuite à une combustion complète.

La chaudière fonctionne par intervalle. Elle est donc remplie puis brûle plusieurs heures avant d'être de nouveau remplie. C'est pourquoi, la combinaison avec un ballon tampon est impérativement nécessaire au niveau technique, en plus d'être légalement prescrite.

L'emploi d'un ballon tampon suffisamment dimensionné augmente significativement le confort de commande. Il est possible même en hiver de mettre du bois de une à deux fois par jour.

### Chaudière à plaquettes

Les chaudières à plaquettes fonctionnent selon le même principe que pour les chaudières à granulés : les copeaux de bois sont transportés automatiquement dans la chaudière d'un dépôt avec vis transporteuse ou technique similaire. Une régulation électronique contrôle le processus de combustion et l'optimise ainsi en permanence. Cela garantit une bonne combustion même en cas de combustible variant.

En cas de chaudières à plaquettes, une adaptation de la puissance jusqu'à 30 % de puissance calorifique nominale est possible. La fourchette de puissance des chauffages centraux à plaquettes est immense et suffit de 30 kilowatts à plusieurs mégawatts. Des maisons individuelles et des exploitations industrielles entières peuvent être chauffées ainsi.

La rentabilité d'une installation augmente avec sa taille. C'est pourquoi, on trouve souvent des chauffages à plaquettes chez les grands complexes d'exploitation ou d'habitation.

Parce que souvent ce système utilise des déchets de bois ou de l'industrie du bois, il est indiqué d'établir un grand chauffage à plaquettes surtout à proximité d'entreprises exploitant le bois. Enfin, des voies de transport rapides du combustible contribuent également à une utilisation économique et écologique de l'installation.

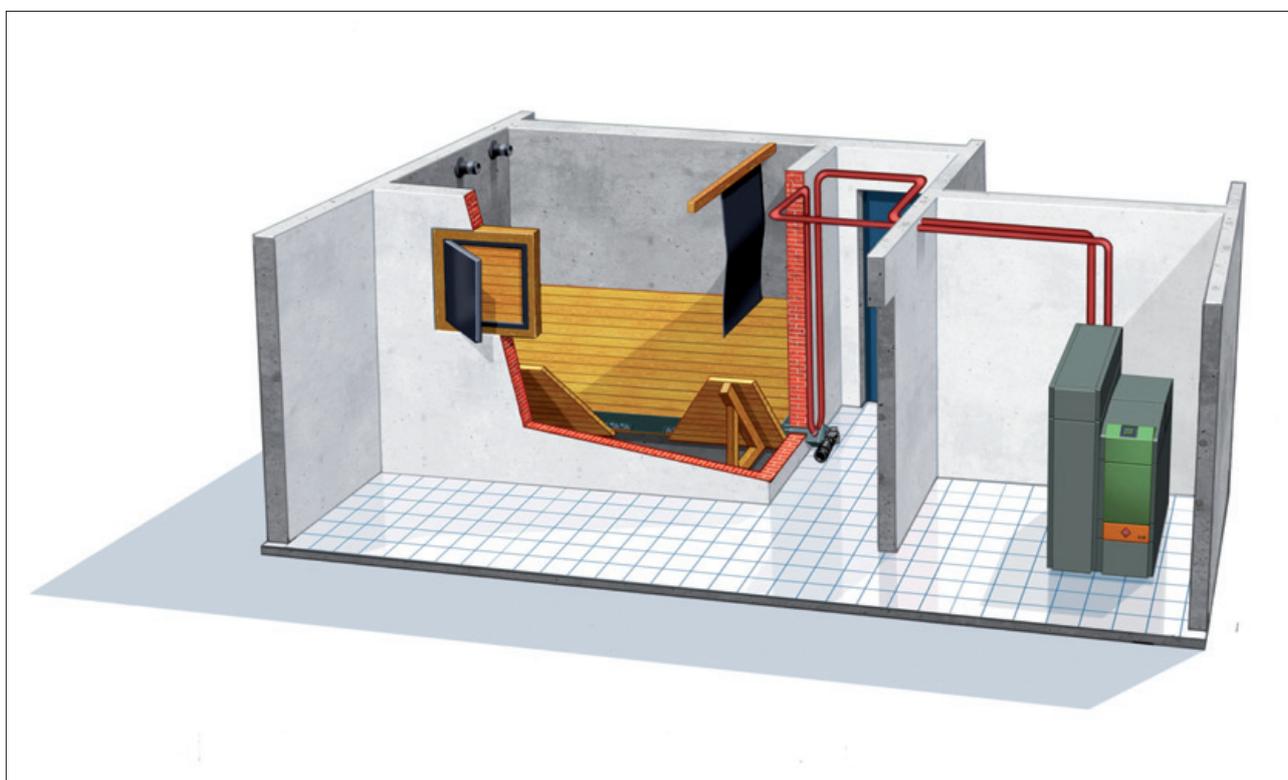


Fig. 62 : Chauffage central à pellets



## En plus de la chaleur, il produit du courant

Les chauffages traditionnels fonctionnent selon un principe clair : la ressource énergétique employée est transformée en chaleur.

Dans une production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) décentralisée, l'appareil produit en même temps de l'électricité et de la chaleur. Cela économise de l'énergie et augmente l'efficacité de l'installation. La production parallèle de courant et de chaleur permet d'atteindre de très hauts rendements totaux de plus de 90 %. Les pertes dues à la chaleur résiduelle qui apparaissent en cas de production séparée de courant dans la centrale électrique, sont évitées.

## UN SEUL SYSTÈME POUR TOUT : CHALEUR, COURANT ET EAU CHAUDE POTABLE

Un chauffage produisant du courant diminue les coûts énergétiques et réduit le besoin en énergie primaire ainsi que les rejets d'émissions de CO<sub>2</sub> nocives pour le climat. Ce type de chauffage apporte donc une contribution directe à la protection de l'environnement.

La PCCE décentralisée est particulièrement rentable si la chaleur et le courant sont produits là où l'on en a besoin, lorsqu'aucun réseau de chauffage collectif n'est requis et lorsque les appareils fonctionnent dans la charge de base (autrement dit avec des durées de plus de 3 000 heures par an).

Dans de nombreux pays, l'utilisation de PCCE décentralisée est particulièrement encouragée. En général, le courant produit seul est subventionné. De plus, il y a des réductions lors du paiement des impôts sur l'énergie.

## Domaines d'application et avantages

La gamme de solutions de PCCE décentralisée est aussi large que le besoin :

- Pour les maisons individuelles ou maisons de deux appartements, il y a des « micro-installations de PCCE » avec un domaine de puissance jusqu'à 2 kW<sub>el</sub>.
- Pour les immeubles collectifs, petites et moyennes exploitations industrielles, il y a des « mini-installations de PCCE » avec un domaine de puissance jusqu'à 50 kW<sub>el</sub>.
- Dans le domaine industriel et dans les grands complexes d'habitation, on utilise des installations de PCCE avec plus de 50 kW<sub>el</sub> de puissance.

La production combinée de chaleur et d'électricité est une technologie très prometteuse. Il semble que prochainement déjà, de nombreuses installations de PCCE décentralisées pourraient aider communément en tant que type de « centrale électrique virtuelle », à équilibrer les écarts de tension dans le réseau public – pour absorber les charges de pointes. Cette utilisation est par exemple indispensable en cas de fluctuations sur le réseau relatives à la météo – une conséquence prévisible du démontage d'installations photovoltaïques et éoliennes.

Les installations de PCCE sont exposées soit selon le besoin de chaleur d'un objet (dirigé par courant) soit après le besoin de chaleur d'un objet (dirigé par chaleur). En général, ils sont calés sur le besoin de chaleur du bâtiment.

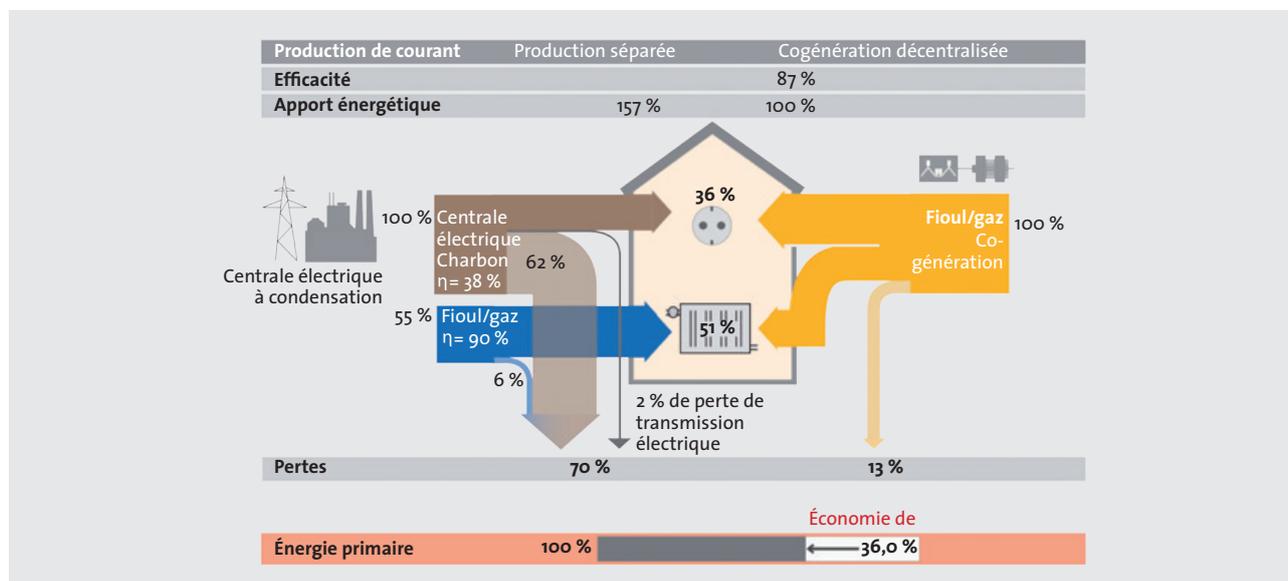


Fig. 63 : Comparaison énergétique primaire

On peut utiliser la chaleur des installations de PCCE décentralisées uniquement pour l'alimentation d'un bâtiment en chaleur de chauffage et en eau chaude potable. La chaleur sert de chaleur industrielle pour la production technique de froid et pour l'alimentation en air comprimé, et permet de plus amples applications techniques.

Il n'existe aucune classification standard des installations de PCCE. En général, les petites installations sont toutefois différenciées en fonction de leur capacité électrique comme suit :

Micro PCCE	<2 kW <sub>el</sub>
Mini PCCE	2-50 kW <sub>el</sub>
Petite PCCE	50 kW <sub>el</sub> -2 MW <sub>el</sub>

Les micro-installations de PCCE couvrent le plus faible segment de puissance de la technologie PCCE, avec des puissances prévues de 0,3 à 2 kW (électrique) et de 2,8 à 35 kW (thermique).

Les micro-installations de PCCE sont ainsi comparables aux technologies conventionnelles de chauffage, en matière de dimensions et de poids.

On exploite la plupart du temps les installations de PCCE en lien avec une chaudière à condensation. Elles conviennent donc pour l'implantation en cave ou sur le toit, ainsi que pour l'intégration dans la sphère habitée. Les installations s'intègrent simplement dans les systèmes existants de chauffage et aident à faire baisser l'achat de courant du réseau public. Si un excédent de courant est produit, il peut être intégré dans le réseau public. Le fournisseur de courant local le capte et l'indemnise également.

### Technologies de micro-PCCE

Il existe aujourd'hui des micro-installations PCCE fabriquées par de multiples producteurs. On les distingue surtout par

- la technologie employée,
- les puissances électrique et thermique et le rapport de l'une envers l'autre (rapport électricité/chaleur),
- la possibilité de modulation
- et le combustible employé.

Les machines à cogénération et les cellules combustibles sont à disposition en tant que technologies de base. Ainsi, on différencie d'abord

- les moteurs à combustion interne (par ex. moteur à essence)
- les moteurs à combustion externe (par ex. moteur Stirling et machine à détente de vapeur)
- et les microturbines à gaz.

Les micro-installations de PCCE déjà disponibles sur le marché et développées le plus largement, se basent sur les moteurs à combustion et les moteurs Stirling.

### Moteur Stirling

Le moteur Stirling travaille avec une combustion externe à travers laquelle un gaz utile (l'hélium) est réchauffé de l'extérieur. Le gaz s'étend et circule dans la zone qui est refroidie avec l'eau du circuit de chauffage du bâtiment. Un piston moteur y est poussé vers le haut : le piston dans la zone chaude pousse plus de gaz dans la zone plus froide. Après que le piston a atteint le point mort supérieur dans la zone froide, il pousse l'air refroidi de nouveau dans la zone très chaude. L'air y est de nouveau réchauffé, il s'étend et le processus reprend du début.

Peu bruyants, les moteurs Stirling émettent de faibles rejets sans produire d'usure. Par analogie avec les réfrigérateurs, ils disposent d'espaces de travail hermétiquement fermés, ce qui réduit considérablement les frais de maintenance. Par comparaison avec les faibles rendements électriques (env. 10-15 %), des rendements thermiques élevés sont présents si bien que des rendements totaux de plus de 95 % sont atteints.

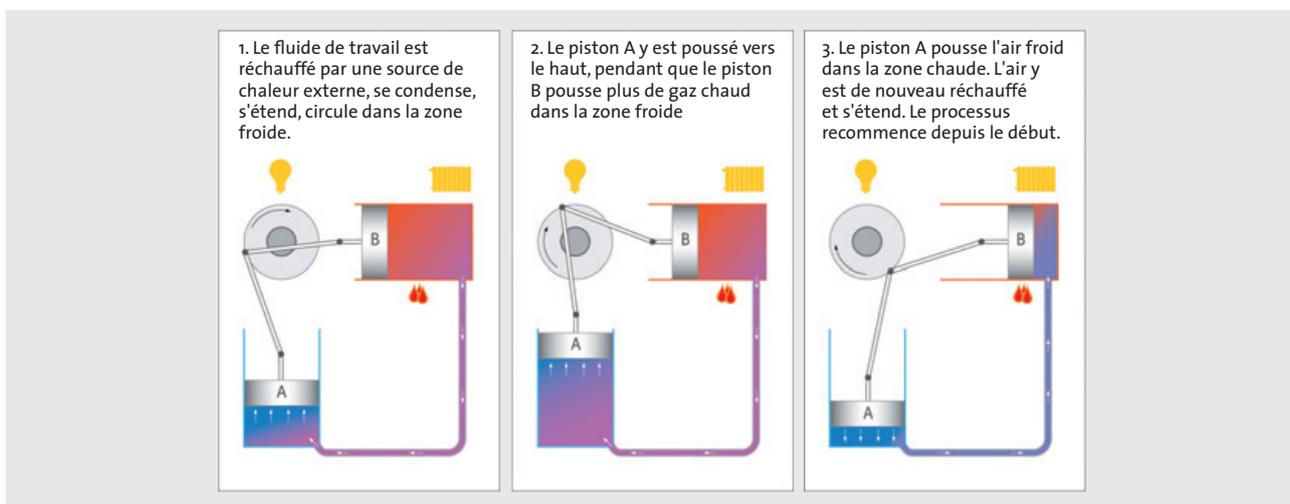


Fig. 64 : Principe de fonctionnement du moteur Stirling

## Efficiéce maximale au gaz naturel par l'exploitation des énergies renouvelables

La pompe à chaleur à gaz allie une technique de condensation au gaz hautement performante à la chaleur ambiante.

L'énergie renouvelable peut ainsi être utilisée de façon relativement aisée pour l'approvisionnement en chaleur de nouveaux bâtiments et de bâtiments existants. On classe les systèmes de pompes à chaleur à gaz selon leur mode de fonctionnement en systèmes à compression, à absorption et à adsorption.

**LA POMPE À CHALEUR À GAZ ASSOCIE DES TECHNIQUES EFFICIENTES DE CONDENSATION À LA POMPE À CHALEUR**

## Pompes à chaleur à gaz à compression

Le principe de fonctionnement correspond à celui de pompes à chaleur à compressions conventionnelles : les appareils sont entraînés par un moteur à combustion et utilisent de plus la chaleur rejetée par le moteur.

## Pompes à chaleur à gaz à adsorption

Les pompes à chaleur à gaz à adsorption opèrent par dépression : l'eau, fluide frigorigène, s'évapore dans un récipient clos où elle est adsorbée, désorbée puis de nouveau condensée. Un récipient contient en plus de l'eau comme agent réfrigérant un minéral écologique : la zéolithe.

Le processus à proprement parler se déroule en deux temps. D'abord, l'eau est évaporée à l'aide de la chaleur gratuite tirée de l'environnement et adsorbée par la zéolithe. La chaleur dégagée par cette adsorption est directement utilisée pour le chauffage. Ensuite, l'eau est évacuée de l'agent de sorption (désorbée) au moyen du brûleur à gaz puis recondensée. Par cette condensation, l'eau restitue de même cette chaleur ambiante « accumulée » au système de chauffage. Ensuite, le processus peut recommencer.

Pompes à chaleur à gaz compactes à adsorption composées d'un module de sorption et d'un module à condensation au gaz : le module à condensation entraîne le processus de sorption et couvre la puissance de pointe du système de chauffage. Les pompes à chaleur à gaz compactes à adsorption présentent une plage de modulation d'environ 1,5 à 16 kW. Elles opèrent de manière particulièrement efficace dans des systèmes de chauffage basse température. La chaleur ambiante est extraite du sol ou de l'air ou de la radiation solaire.

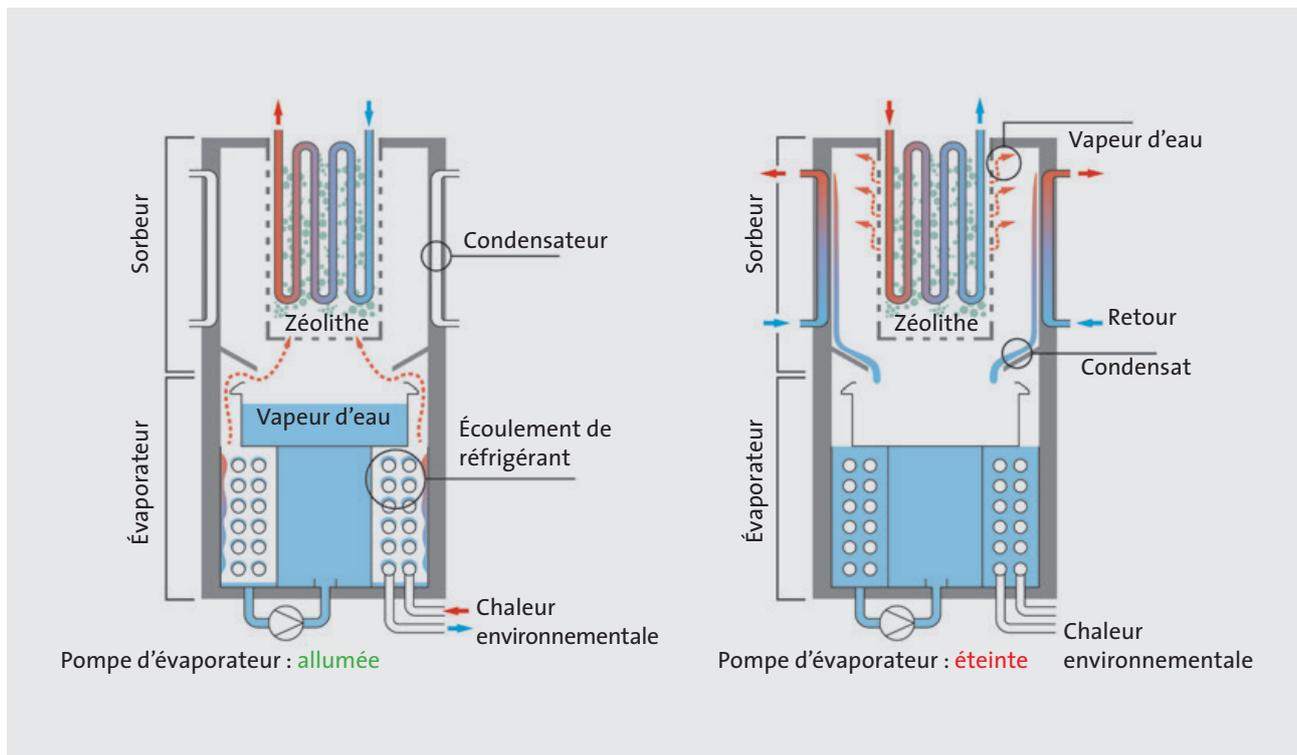


Fig. 65 : Illustration technique de l'appareil compact à zéolithe

## Pompe à chaleur à gaz à absorption

La pompe à chaleur à gaz à absorption opère par surpression : outre le fluide frigorigène, l'agent d'absorption est accompagné d'un autre produit liquide utilisé comme solvant. La pompe à chaleur à gaz à absorption dispose d'un compresseur thermique composé de l'absorbeur, de la pompe de solution, du bouilleur et du réducteur de pression.

La compression thermique se déroule de manière répétée en quatre étapes : Dans l'absorbeur, le fluide frigorigène est absorbé à basse pression et à faible température par le solvant. On obtient alors une solution « riche » à teneur élevée en fluide frigorigène. Celle-ci est alors acheminée par la pompe de solution vers le bouilleur où elle est réchauffée au moyen d'un brûleur à

gaz. De la sorte, la vapeur de fluide frigorigène se dégage sous une pression accrue et est amenée vers le condenseur. La solution « pauvre » restante, à faible teneur en fluide frigorigène reflue via un réducteur de pression vers l'absorbeur où elle est refroidie.

Comme dans le cas des pompes à chaleur à compression, la chaleur ambiante est absorbée dans l'évaporateur de fluide frigorigène et rejetée dans le condenseur.

Les pompes à chaleur à gaz à absorption compactes couvrent une plage de puissance d'env. 20 à 40 kW et peuvent être connectées en cascade. Ces types aussi sont utilisés avant tout dans les systèmes de chauffage basse température. La chaleur ambiante est extraite du sol ou de l'air ou de la radiation solaire.

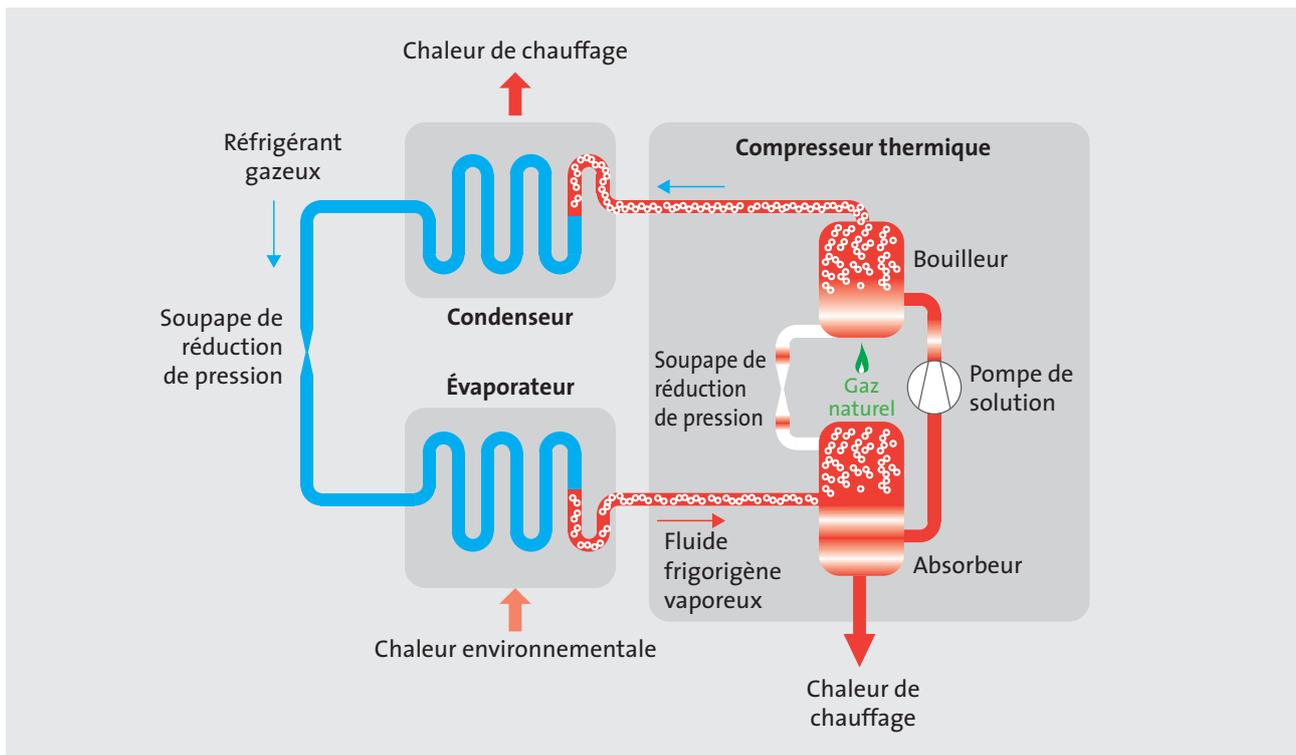


Fig. 66 : Schéma d'une pompe à chaleur à gaz à absorption



## LES ROBINETTERIES ET LES POMPES À HAUTE EFFICACITÉ CONTRIBUENT À UN FONCTIONNEMENT EFFICACE DU CHAUFFAGE

### L'équilibrage hydraulique réduit les dépenses et les émissions

Les chiffres sont impressionnants : environ 1/3 de l'énergie consommée en Allemagne provient des bâtiments d'habitation. L'énergie de chauffage représente la plus grande part.

Un équilibrage hydraulique de l'installation de chauffage est une condition préalable pour atteindre les valeurs efficaces élevées d'un système de chauffage moderne. Ainsi, tous les composants de l'installation de chauffage sont accordés les uns sur les autres pour que la chaleur ne parvienne que là où elle est nécessaire.

Ce principe qui semble logique, est pourtant rarement réalisé. Très peu d'installations de chauffage, seulement 10 % environ, sont équilibrées au niveau hydraulique en Allemagne. Du point de vue de la protection climatique, cela signifie qu'un potentiel annuel de réduction de 10 à 15 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> environ n'est pas exploité.

### La voie de la résistance la plus faible

L'équilibrage hydraulique assure la fourniture d'eau de chauffage dans le bâtiment en fonction des besoins. L'équilibrage des vannes et des pompes permet à l'installation d'être calibrée de façon à ce que seule la quantité d'eau de chauffage nécessaire par rapport à la conception ou au besoin soit mise à disposition dans chaque pièce. Sans équilibrage hydraulique, l'eau se répartit selon le principe de la résistance la plus faible dans la tuyauterie. Les conséquences : les surfaces de chauffe dans les pièces éloignées sont insuffisamment alimentées et incorrectement chaudes. On tente alors souvent de les compenser grâce à des pompes de circulation de chauffage plus fortes. Finalement, la consommation de courant et les coûts d'électricité montent en flèche.

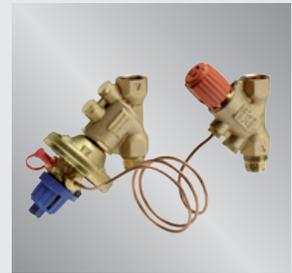


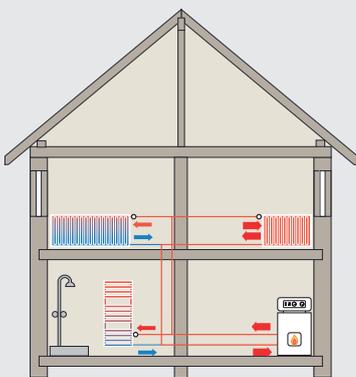
Fig. 67 : Tuyauteries

En outre, l'efficacité d'une chaudière à condensation peut diminuer significativement si l'installation n'est pas équilibrée : si l'ensemble des surfaces de chauffe est surapprovisionné, des températures retour trop élevées arrivent dans l'installation. Les vapeurs d'eau dans les gaz de fumée de la chaudière, ne peuvent être seulement réduites, voire ne peuvent plus être condensées du tout. Par cela, une quantité moins grande de chaleur est utilisée – et les économies engendrées habituellement par une chaudière à condensation moderne, sont mises à mal.

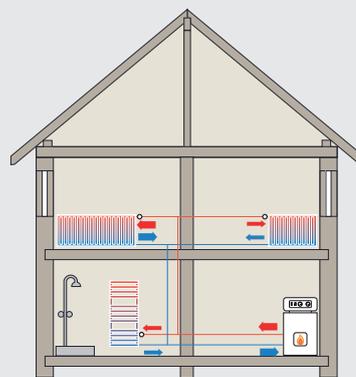
### Les odeurs en tant qu'indicateurs

L'absence d'équilibrage hydraulique est typiquement caractérisée par des radiateurs qui ne deviennent pas chauds du tout, ou le deviennent bien après un abaissement nocturne seulement, tandis que chez les autres, il apparaît un surapprovisionnement et les robinets thermostatiques freinent à la baisse la surdemande d'eau de chauffage. Ceci est souvent lié aux odeurs dans les vannes parce que la pression différentielle dans la vanne ou la vitesse d'écoulement est trop grande. Il peut également arriver que les robinets thermostatiques, en raison d'une pression différentielle trop élevée, ne s'ouvrent ou ne se ferment pas avec la température intérieure désirée.

L'équilibrage hydraulique devient rentable : l'installation peut ensuite être exploitée avec une pression optimale d'installation et un débit volume plus bas. Cela réduit énormément les frais



Courants volumiques de radiateurs mal équilibrés – retour chaud



Courants volumiques de radiateurs bien équilibrés – retour froid

Fig. 68 : Equilibrage hydraulique

d'énergie et de service. Il est possible d'économiser jusqu'à 15 % des frais liés à l'énergie de chauffage.

### Règlementations EnEV, VOB & Co.

Le décret sur les économies d'énergie (EnEV) exigent que les ouvriers confirment par écrit, dans le cadre d'une déclaration d'entreprise, que leurs prestations correspondent au décret, et que l'équilibrage hydraulique a été réalisé s'il est compris dans la procédure de vérification. Selon le cahier des charges allemand pour des travaux de bâtiment (VOB) partie C soit DIN 18380, les ouvriers sont tenus d'équilibrer au niveau hydraulique les installations de chauffage érigées. De plus, l'équilibrage est demandé par tous les programmes d'aide spécialisé de KfW ou de l'Office fédéral de l'économie et du contrôle des exportations (Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ou BAFA).

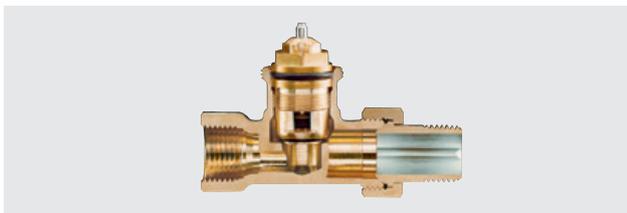


Fig. 69 : Valve avec mécanisme pré-réglable pour ajuster les courants volumiques au besoin de chaleur requis

### Calcul de la charge de chauffage, réglage de la puissance de chauffage

Pour un équilibrage hydraulique, la charge de chauffage est tout d'abord calculée séparément pour chaque pièce du bâtiment. Les surfaces extérieures, murs, plafonds, fenêtres et portes sont comprises dans le calcul. Conformément à la charge de chauffage calculée, la surface de chauffage avec la puissance de chauffage nécessaire est sélectionnée. De plus, la perte de pression qui est différente sur la voie du générateur de chaleur doit être prise en compte pour la surface de chauffage. De ces grandeurs, il résulte finalement les valeurs de consigne pour chaque surface de chauffage. Un équilibrage hydraulique est alors atteint si chaque système parallèle possède la même résistance hydraulique.

Pour pouvoir réaliser l'équilibrage hydraulique, on a besoin de vannes thermostatiques ou vissage retour aux radiateurs.

Les vannes thermostatiques modernes se distinguent par des corps de vanne pré-réglables pour l'équilibrage hydraulique et des bulbes thermostatiques visuellement agréables avec une qualité de contrôle élevée. Les régulateurs programmables de radiateur sont surtout pratiques pour les employés dont l'absence est quotidienne.

C'est avantageux s'il s'agit d'un système à 2 tubes dans l'installation de chauffage. Les systèmes à 1 tube ne peuvent équilibrer que de manière restreinte.

L'enregistrement des données dure environ 1h30 pour une maison monofamiliale, son calcul prend de une à deux heures envi-

ron. Le réglage des surfaces de chauffage se produit ensuite en cinq minutes environ par surface de chauffage. Les coûts d'un équilibrage hydraulique dépendent de la taille du bâtiment et s'élèvent à près de 500 euros pour une maison monofamiliale. Un investissement toutefois amorti très rapidement grâce aux économies d'énergies élevées.

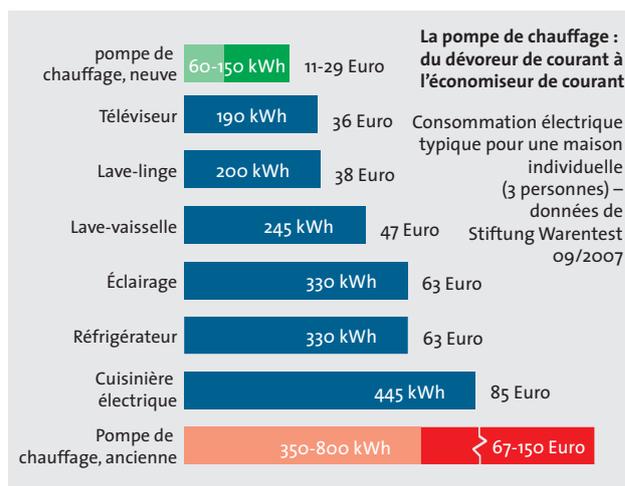


Fig. 70 : Potentiel d'économie dans les pompes

### Pompes de circulation efficaces réglées en fonction des besoins

Un équilibrage hydraulique présuppose toujours la vérification des pompes de chauffage intégrées. Les pompes non réglées et surdimensionnées doivent être changées dans presque tous les cas, afin que les avantages de l'équilibrage hydraulique puissent être entièrement utilisés.

À partir de janvier 2013, seules les pompes de circulation qui répondent à la classe renforcée d'efficacité énergétique A – appelées pompes haute efficacité – sont encore à disposition sur le marché selon les exigences d'écoconception. Ces pompes possèdent un rendement significativement supérieur et s'adaptent continuellement aux modifications des exigences de puissance de l'installation. Ainsi, elles économisent une énergie électrique motrice précieuse, non seulement en cas de pleine charge, mais aussi la plupart du temps en cas de fonctionnement partiellement chargé de l'installation de chauffage. Face aux vieilles pompes de chauffage non réglées, les économies de courant peuvent atteindre jusqu'à 80 %.



Fig. 71 : Pompes haute efficacité selon la directive 2013 sur les écoconceptions



## Chauffer et refroidir avec un seul système

En cas de construction nouvelle d'une maison individuelle, plus de la moitié des maîtres d'ouvrage optent pour un chauffage par surfaces étendues.

Le système est installé durablement dans le sol, mur ou plafond, et forme ainsi un composant intégral du bâtiment. Les systèmes de chauffages et de refroidissement par surfaces étendues remplissent deux fonctions en même temps : en hiver, ils chauffent les pièces pendant que la température de l'air ambiant en été est sensiblement réduite de 4 à 6 °C. Ils sont donc pour les propriétaires un investissement d'avenir.

Leur pose sur une vaste surface provoque une répartition régulière de la chaleur dans la pièce et contribue ainsi à un climat ambiant agréable.

## UNE DOUBLE UTILISATION (CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT) EN RELATION LIBRE AVEC TOUS LES GÉNÉRATEURS DE CHALEUR

### De nombreuses solutions également pour les anciens bâtiments

Les constructions conventionnelles de chauffage au sol sont souvent inadaptées parce que la hauteur de construction requise n'est pas donnée ou parce que des problèmes liés à la charge du plafond apparaissent. C'est pourquoi, des systèmes spéciaux de chauffage par surfaces étendues pour mur, sol et plafond sont développés selon une mise en place durable. Ces systèmes peuvent également être intégrés sans intervention massive dans les bâtiments existants. La diversité de systèmes présents sur le



Fig. 72 : Le chauffage/refroidissement par surfaces étendues veille également dans les anciennes constructions au confort et au bien-être

marché s'étend aujourd'hui des systèmes humides (chape en mortier ou enduit) aux systèmes spéciaux à couche mince, en passant par les systèmes secs. Par cela, les maîtres d'ouvrage offrent des solutions optimales pour les constructions nouvelles, tout comme pour les modernisations.

### Plus de confort, moins de frais

En cas de systèmes de chauffage à surfaces étendues, les faibles températures de système sont en général suffisantes 35/28 °C – idéal pour une transmission de chaleur avec chaudières à condensation, pompes à chaleur et installations solaires thermiques.

C'est pourquoi, de basses températures de systèmes sont deux fois plus rentables pour les habitants : grâce au grand potentiel d'économie d'énergie et grâce à l'énorme gain de bien-être et de confort. Ceci peut être apporté en plus par des régulations intelligentes par pièce.

Un autre point positif est que l'installation invisible des chauffages par surfaces étendues, installée dans les murs, sols et plafonds, laisse aux habitants un grand espace libre pour la conception de l'aménagement d'intérieur.

### Un refroidissement efficace en été

Avec la fonction supplémentaire « refroidissement », le chauffage par surfaces étendues peut être utilisé simplement et sans grande dépense pour le refroidissement de la pièce : pour cela, l'eau froide circule par les tuyaux de conduite – et diminue la température des sols, plafonds ou murs, et ainsi celle des pièces jusqu'à 6 °C, entièrement et sans l'apparition de courant d'air.

La capacité d'un refroidissement par surfaces étendues n'est d'ailleurs pas comparable à celle d'une climatisation. Elle dépend également de l'étalement de température entre l'aller et le retour de l'eau de refroidissement. Tandis que la différence de



Fig. 73 : Chauffage/refroidissement par surfaces étendues aux utilisations variables



Fig. 74 : Confort et bien-être dans de nombreux domaines d'application grâce à un chauffage/refroidissement par surfaces étendues

température s'élève en général à 8 °C en mode de chauffe, un refroidissement par surfaces étendues doit être exploité avec un étalement inférieur ou égal à 5 °C.

Du fait de la faible différence de température requise entre la température d'eau de refroidissement et celle de l'air ambiant (par ex. 18 °C de température d'aller d'eau de refroidissement), les refroidissements par surfaces étendues sont prédestinés à utiliser également les dissipateurs thermiques naturels comme les eaux souterraines ou la terre. Cela rend le mode de refroidissement particulièrement efficace en matière d'énergie.

### Éviter la formation de condensat

Pour piloter la température du système en mode de refroidissement, un régulateur doit être installé et couvrir communément les fonctions de chauffe et de refroidissement. Le régulateur veille à ce qu'en cas de systèmes de refroidissement par surfaces étendues la température reste toujours supérieure au point de rosée, afin qu'il ne puisse se produire de formation de condensat aux conduites de distribution et aux surfaces de transmission. De plus, des conduites d'eau de refroidissement détachées doivent être isolées. En cas de dépassement du point de rosée, soit lorsqu'une température atteint une humidité relative de l'air de 100 % en cas de refroidissement de l'air, les surfaces froides laissent place à la formation d'eau de rosée.

Les différentes variantes typiques de refroidissement par surfaces étendues dans les zones occupées d'une maison d'habita-

tion ou bâtiment de bureau, atteignent en moyenne une puissance frigorifique d'env. 35 W/m<sup>2</sup> au sol, env. 35–50 W/m<sup>2</sup> au mur (en fonction de la réalisation) et env. 60 W/m<sup>2</sup> dans le plafond (en fonction de la réalisation).

### Bilan

L'emploi d'un chauffage/refroidissement par surfaces étendues permet de toujours couvrir la charge de chauffage d'un bâtiment. En été, la température ambiante peut être réduite tant que des rapports de confort sont de nouveau atteints. De cette manière, il est possible que la température de l'air ambiant se situe toute l'année au-dessus du domaine de confort.



Fig. 75 : Double fonction : chauffage et refroidissement dans le plafond

## Efficace, agréable et durable

Grâce aux dernières technologies, les installations de chauffage sont de plus en plus économiques et efficaces quant à leur consommation d'énergie. Que ce soit avec le gaz naturel, le fioul, le bois, l'électricité ou l'énergie solaire : les radiateurs peuvent être intégrés à toute installation de chauffage indépendamment de chaque source d'énergie. Fiables et durables, ils offrent une garantie pour l'avenir.

## LE CONFORT ET LE DESIGN VEILLENT À UNE AMBIANCE DE BIEN-ÊTRE

Pour en profiter durablement, on a besoin de surfaces de chauffe capables de réagir rapidement aux modifications du besoin de chaleur. Il existe pour cela des radiateurs modernes peu profonds de construction, avec un petit contenu d'eau et de grandes surfaces de transmission. La variété est grande et s'étend des produits pour gammes de température extrêmement basses comme lors de l'intégration d'une pompe à chaleur, à l'adéquation pour installations de chauffage urbain. Avec le design souhaité, la structure nécessaire et une technologie optimale, la température de l'air intérieur s'adapte en un tour de main aux désirs des habitants, grâce à un maximum de chaleur rayonnante favorisant le confort. Ainsi l'énergie est économisée aussi bien dans les nouvelles constructions que lors de rénovations.

La puissance d'un radiateur ne décide pas seule de la qualité de la transmission de chaleur. La chaleur peut être émise de manière optimale si le radiateur est également placé au bon endroit. Pour cela, le lieu classique sous la fenêtre est encore et toujours recommandable : sensé d'un point de vue énergétique, il offre parallèlement aux habitants une liberté maximale de conception pour une solution individuelle adaptée et optimale. Pour une transmission de chaleur efficace, le radiateur ne doit pas être déplacé ou caché derrière un rideau.

## Température de confort au degré près

Un système de chauffage fonctionne par la cohabitation de nombreux composants – du générateur de chaleur aux radiateurs individuels, en passant par les vannes thermostatiques. Il est possible d'obtenir une efficacité maximale de l'installation si tous les composants concordent exactement entre eux aux niveaux énergétique et hydraulique.

Les vannes thermostatiques qui maintiennent constamment la chaleur de la pièce à la température désirée jouent un rôle important. De plus, elles sont dépendantes de la pression différentielle exacte située au radiateur et déterminée par un équilibre hydraulique. Cette pression veille à une traversée égale de l'installation de chauffage et améliore la maniabilité. Elle élimine également les bruits perturbateurs et aide à diminuer la consommation d'énergie et le courant de service.

Afin d'obtenir une transmission de chaleur maximale en cas de réduction du débit d'eau, des vannes thermostatiques et robinetteries modernes assistent l'installation de chauffage dans le



Fig. 76 : Nombreuses possibilités d'agencement et accessoires intelligents



Fig. 77 : Améliorer un radiateur moderne pour le confort d'habitation

réglage exact de la température de confort personnel à différents temps de chauffe aussi, pour l'équilibrage hydraulique. Les vannes thermostatiques commutées affectent aux radiateurs l'heure à laquelle elles doivent commencer le chauffage – au degré près. Un débranchement automatique y est inclus.

### Design séduisant et fonctions intelligentes

Une multitude de variantes de formes, couleurs et designs, permet aux maîtres d'ouvrage et planificateurs de réaliser un design d'intérieur attrayant et personnalisé, et de créer des libertés de manœuvre pour les habitants si les radiateurs s'insèrent sans obstacle dans l'environnement architectonique. Les nouveaux radiateurs sont disponibles dans presque toutes les couleurs RAL – même des variations de chrome sont possibles. Si vous aimez l'originalité, vous pouvez choisir une apparence mat poudrée ou bien inox. Les fonctions supplémentaires et accessoires intelligents comme les crochets pour torchons, tablettes, crochets ou même éclairages intégrés, mettent consciemment l'accent sur le bien-être.

Souvent, les radiateurs font office d'objets de design. Ils peuvent également être utilisés comme miroirs chauffants que l'on adapte à l'ambiance, aux couleurs et à l'agencement de l'espace.

### Entre modernisation et confort

La plupart des objets sont soumis à un processus de vieillissement – les installations de chauffage aussi sont concernées par ce processus. Le vieillissement entraîne surtout des conséquences sur la qualité et la capacité de fonctionnement. Avec une durée de vie techniquement croissante, on arrive souvent à une consommation additionnelle d'énergie, une usure élevée des composants de chauffe et une perte du confort. C'est pourquoi, le but de la modernisation du système est l'augmentation de l'efficacité grâce



à un fonctionnement à économie d'énergie et une transmission de chaleur optimale avec des radiateurs modernes.

Lors de la planification de la modernisation du chauffage, les propriétaires comparent surtout les dépenses et l'utilisation. En effets, les éventuelles mesures de transformation, les atteintes possibles, la poussière et le bruit encourus durant la modernisation, méritent considération.

Sur ces entrefaites, la planification et la construction de nouveaux radiateurs prennent en compte la précision de repérage des raccordements existants, de manière à ce que l'échange de tous les radiateurs par de nouveaux radiateurs très performants ne représente plus aucun problème dans la pratique. Un montage simple et rapide du radiateur est pratique courante : vissage, dévissage, revissage, remplissage – terminé.



Fig. 78 : Les radiateurs permettent un design d'intérieur attrayant et personnalisé.





## LA SIMPLICITÉ DE LA SOLUTION REPOSE DANS L'AIR : UNE ALIMENTATION EN AIR FRAIS AVEC UN GAIN DE CONFORT

### Un confort sans restrictions

Les systèmes de ventilation permettent des pièces d'habitation avec air frais extérieur. En général, ils sont équipés d'une régulation à différents niveaux et remplissent plusieurs fonctions d'un coup :

- Ils échangent l'air extrait contenant des odeurs désagréables et des émanations contre un air frais – et assurent ainsi un changement d'air hygiéniquement nécessaire.
- Ils réduisent la teneur en  $\text{CO}_2$  et ce qu'on appelle « teneur en COV » dans l'air. L'abréviation « COV » désigne les composés organiques volatils – soit les matières chimiques libérées par exemple par les matériaux de construction, les colles et les vernis, et retrouvés également dans les fumées de tabac et les gaz d'échappement.
- Ils offrent une protection efficace contre les odeurs désagréables et les bruits de l'extérieur.
- Ils augmentent la qualité de l'air et réduisent l'humidité de l'air. Cela protège la construction et favorise l'absence de moisissure relative à l'air. Parallèlement, la multiplication d'acariens due à la poussière dans la maison est endiguée par la réduction de l'humidité. (Les acariens représentent les allergènes les plus fréquents dans les intérieurs).

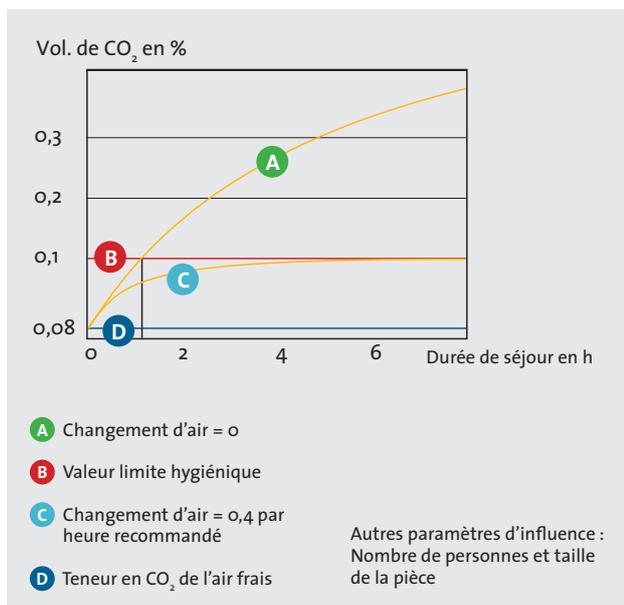


Fig. 79 : Augmentation de la concentration de  $\text{CO}_2$  par une personne au repos

Sur demande, on peut nettoyer en plus l'air extérieur par un filtre à pollen qui limite considérablement la charge en pollen et allergènes.

Ainsi, les systèmes de ventilation pour habitation offrent aujourd'hui de nombreuses possibilités pour trouver une solution taillée sur mesure à chaque besoin individuel.

### Installations avec récupération de chaleur

Impossible sans ventilation. En général, la ventilation est liée à une perte de chaleur, parce qu'un air frais circule de l'extérieur vers le bâtiment. Seuls les systèmes de ventilation à fonctionnement automatique peuvent garantir une balance optimale entre l'entrée d'air externe nécessaire et une perte de chaleur minimale.

Une économie d'énergie maximale est possible lorsque l'on utilise l'énergie de l'air extrait chaud pour préchauffer l'air plus froid extérieur (récupération de chaleur). Les systèmes modernes sont capables de récupérer jusqu'à 90 % de la chaleur se trouvant dans l'air extrait. Des échangeurs de chaleur à plaques, des circuits de liquide, des échangeurs de chaleur à rotation et à contre-courant et des pompes à chaleur à extraction d'air, viennent s'ajouter au système.

Les exigences minimum des systèmes de ventilation avec récupération de la chaleur sont clairement définies : une garantie de protection contre l'humidité et du changement d'air minimum requis, une transmission efficace de la chaleur de 75 % minimum, un besoin en courant inférieur à  $0,45 \text{ Wh/m}^3$ , une filtration de l'air extrait et de l'air extérieur pour la garantie de l'hygiène, une purge des condensats, ainsi que des ouvertures de décharge entre les espaces d'air frais et d'air extrait.

### Exigences particulières

Si l'on utilise un système de ventilation avec récupération de la chaleur, il apparaît dans l'échangeur thermique une eau de condensation qui doit être évacuée.

De plus, les échangeurs thermiques doivent être protégés contre le gel, par le registre de préchauffage, l'échangeur thermique saumure ou air. Un des effets secondaires désirés de son intégration est également la baisse du besoin en chaleur de chauffage. Les échangeurs thermiques installés dans la terre sont également capables de tempérer l'air aussi bien en été qu'en hiver.

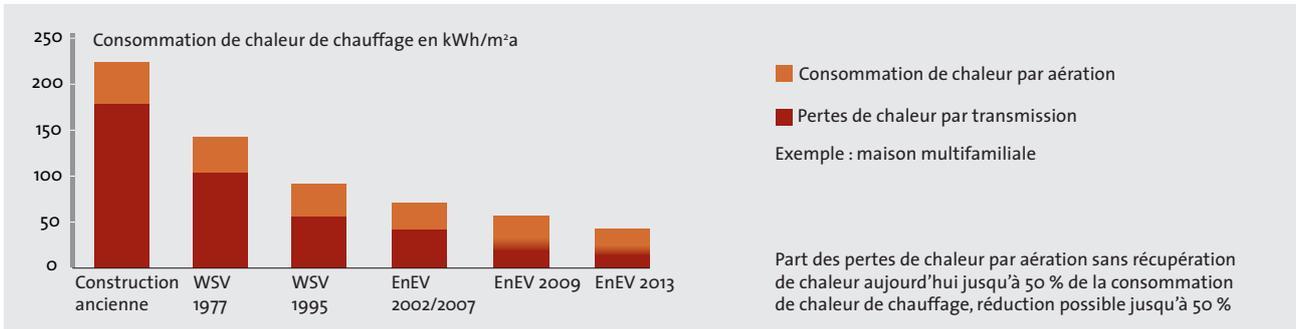


Fig. 80 : Par énergétique des déperditions de chaleur par renouvellement d'air dans le besoin de chaleur

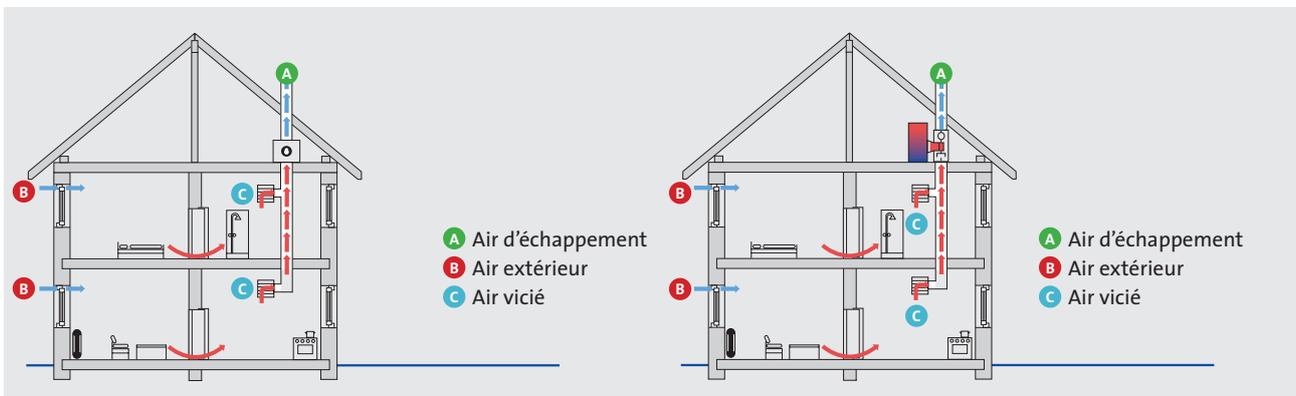


Fig. 81 : Système central d'extraction d'air sans cupération de chaleur

Fig. 82 : Système central d'extraction d'air avec pompe à chaleur

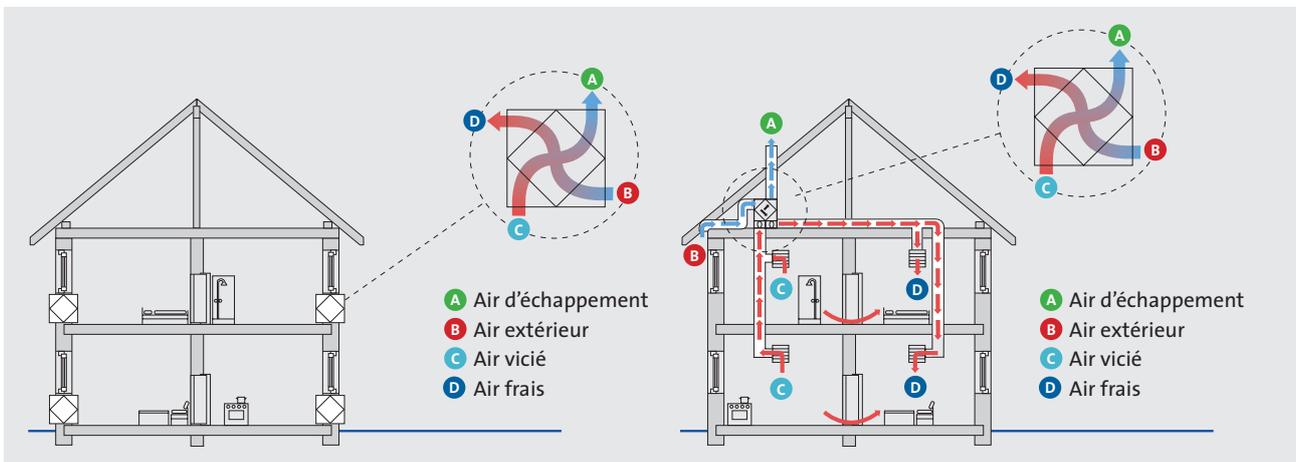


Fig. 83 : Systèmes décentralisés de ventilation avec récupération de chaleur

Fig. 84 : Systèmes centralisés de ventilation avec récupération de chaleur par unité





## UN CLIMAT AMBIANT AGRÉABLE GRÂCE À UN SYSTÈME D'AÉRA- TION ÉCONOMISANT L'ÉNERGIE

Dans les systèmes de ventilation mécanique, on distingue les ventilations décentralisées et centralisées avec et sans récupération de chaleur.

### Ventilation décentralisée de chaque pièce

C'est une solution flexible : plusieurs appareils de ventilation sont répartis dans une unité d'habitation. On évite ainsi un système de répartition de l'air centralisé.

### Système centralisé d'extraction d'air sans récupération de chaleur

L'air extrait des cuisines et salles de bain y est aspiré via un ventilateur centralisé. L'air frais froid circule dans la paroi externe des pièces et chambres via les soupapes à air externe. La direction correcte du courant est importante : l'air est dirigé des salons, chambres et salles de jeux vers les pièces humides (cuisine, salle de bain, WC). L'air extérieur entrant est réchauffé via le système de chauffage présent. Ainsi, un système de répartition d'air n'est donc pas impérativement nécessaire.

### Système centralisé de ventilation avec récupération de chaleur

Les systèmes de ventilation centralisée fonctionnent uniquement en cohabitation avec un système de répartition d'air : pendant qu'un ventilateur transporte l'air extérieur dans le bâtiment, un autre ventilateur aspire l'air extrait chaud issu des pièces. Un échangeur thermique veille à ce que la chaleur de l'air extrait soit restituée à l'air extérieur entrant. Ainsi, jusqu'à 90 % de la chaleur est regagnée et utilisée pour le chauffage de l'air extérieur. Le résultat : il est possible d'épargner jusqu'à 50 % de l'énergie de chauffage.

### Système centralisé d'extraction d'air avec pompe à chaleur d'eau sanitaire pour la récupération de la chaleur

Dans ce système, le système de ventilation est combiné à une pompe à chaleur d'eau sanitaire pour la préparation d'eau chaude potable et de chauffage. L'air extrait circule à travers la pompe à chaleur. Un fluide frigorigène enlève au courant d'air extrait une grande partie d'énergie thermique en s'évaporant. Puis, le fluide frigorigène est comprimé dans un compresseur, pour que l'énergie thermique accumulée puisse être restituée dans l'eau sanitaire. Un système différent avec apport de chauffage est également possible ici.

### La maison à basse énergie

Dans une maison à basse énergie, le besoin de chaleur est fortement réduit par le type de construction dense et très bien isolé dès le début. Ceci est valable également pour les rénovations et modernisations durant lesquelles les fenêtres sont changées et une isolation supplémentaire est apportée.

Une grande importance revient à la ventilation lors de rénovations ou constructions nouvelles. Le type de construction dense veille à ce que l'humidité ne puisse presque pas s'échapper. De plus, une haute qualité de l'air ne peut plus être garantie par le changement d'air infiltré restant.

Seuls les systèmes de ventilation veillent à un renouvellement suffisant de l'air. Parallèlement, il diminue la consommation d'énergie et les frais de chauffage grâce à une réduction supplémentaire des pertes de chaleur par la ventilation.

### Planifier et économiser à temps

Lors de la planification ou modernisation d'un bâtiment, il est préférable que les maîtres d'ouvrage et propriétaires s'informent assez tôt sur les systèmes de ventilation modernes et fiables. Ainsi, le potentiel d'économie d'énergie est utilisé de manière optimale et les coûts sont réduits.

Dans tous les cas, un concept de ventilation est à établir à l'avance : on vérifie alors si dans la nouvelle construction ou lors de la rénovation du bâtiment, une mesure technique pour la ventilation est requise – si oui, laquelle est véritablement en cause.

### Aperçu des avantages

Face aux économies d'énergie et de coûts, les utilisateurs peuvent se réjouir également du confort élevé qu'apportent les systèmes de ventilation : les installations modernes veillent à une qualité d'air optimale et un climat ambiant agréable parallèlement à une isolation acoustique distinguée. Les autres bonus apportés sont l'hygiène complète, la réduction de la pollution, la protection contre le pollen et la formation d'acariens et de moisissures. De plus, une ventilation appropriée protège à long terme la construction.

# LA CHALEUR/DE L'HUMIDITÉ DANS L'HABITATION

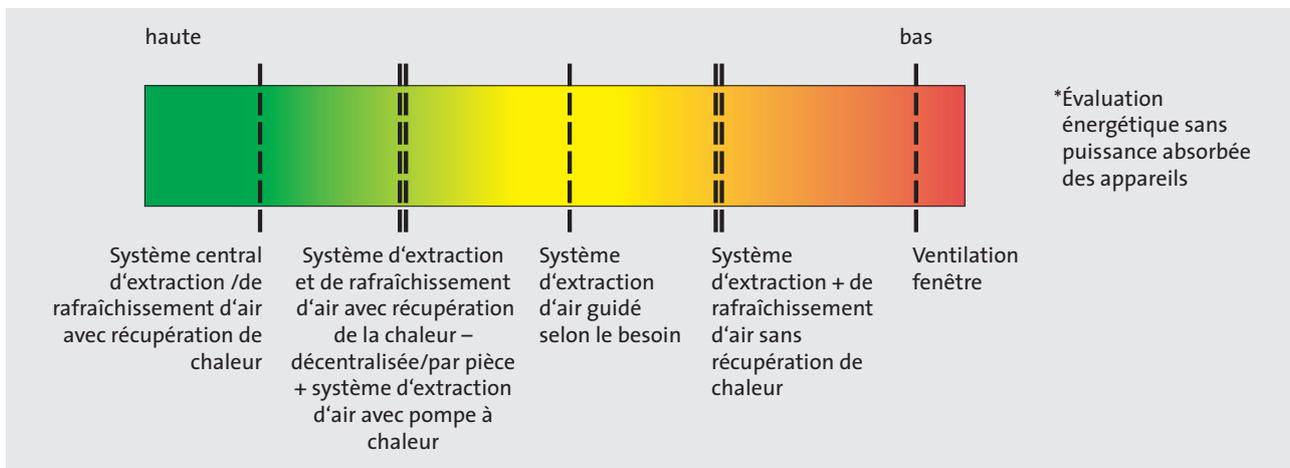


Fig. 85 : Réduction des déperditions de chaleur dues au renouvellement d'air \*

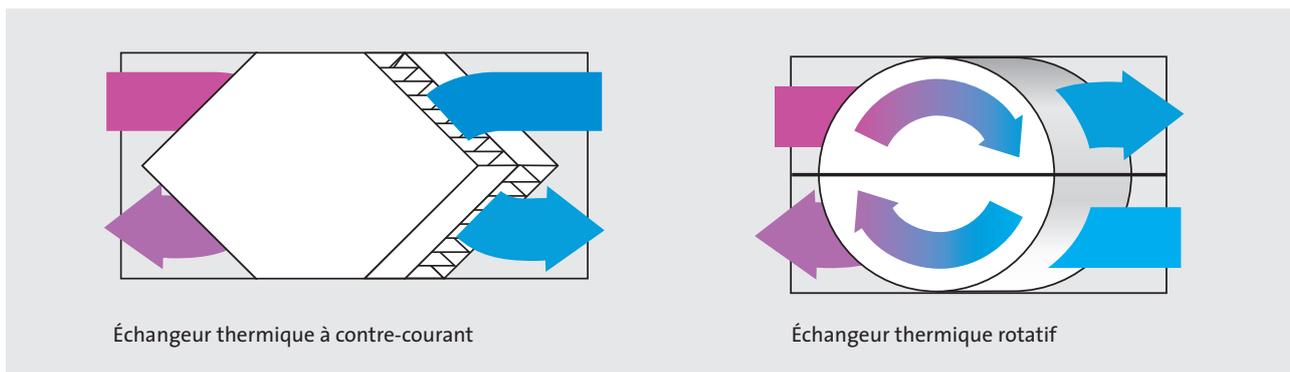


Fig. 86 : Augmentation du confort en hiver possible grâce à la récupération de l'humidité issue de l'air extrait

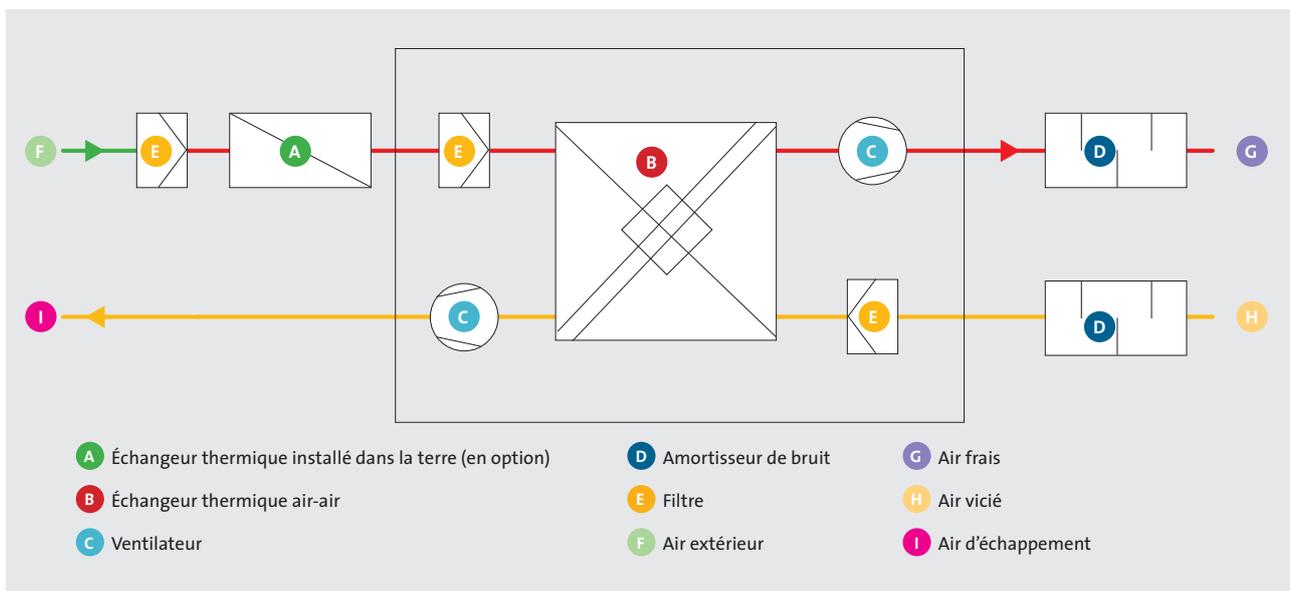


Fig. 87 : Schémas du principe d'aération



## LE BALLON EN TANT QU'ÉLÉMENT CENTRAL D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE OPTIMISÉE.

### De l'eau chaude pour toutes les circonstances

Les ballons d'eau chaude font office de composant central d'un approvisionnement en eau chaude dans les bâtiments d'habitation et de bureau. En raison de leur grande diversité de types, ils peuvent satisfaire différentes fonctions.

L'eau potable réchauffée dans le foyer est recueillie dans les ballons d'eau chaude potable. Elle sera ensuite utilisée par exemple pour la douche, le bain ou la cuisine.

Les ballons tampon garantissent l'approvisionnement en eau chaude de l'installation de chauffage sur une longue période. Cela permet le couplage de chaleur issue des énergies renouvelables et des installations PCCE.

Les ballons combinés unissent les deux fonctions.

Les ballons d'eau chaude modernes possèdent une haute efficacité énergétique. Ils se distinguent par leurs pertes de chaleur minimales ainsi qu'une optimisation de la transmission de chaleur et de la stratification de température. Tous les ballons d'eau chaude disponibles sur le marché remplissent des exigences très élevées de qualité d'eau potable et d'hygiène.

### Le réchauffement de l'eau potable

Les ballons d'eau chaude pour le réchauffement d'eau potable préparent l'eau chaude potable nécessaire dans le foyer ou le bâtiment pour être disponible à tout moment. Pour cela, on distingue les réchauffements d'eau potable monovalents et bivalents.

En cas de réchauffement d'eau potable monovalent, l'eau potable est réchauffée dans le ballon par un échangeur thermique. Cet échangeur est alimenté par un générateur de chaleur central comme une chaudière à fioul ou à gaz avec chaleur.

Dans les ballons ambivalents, l'eau potable est par contre réchauffée par deux échangeurs thermiques. La chaleur captée par le solaire est amenée dans la partie inférieure du ballon d'eau chaude via un échangeur thermique.

En cas de pénétration suffisante du soleil, l'ensemble du volume du ballon peut être réchauffé à partir d'énergie renouvelable. Dans la partie supérieure du ballon se trouve un deuxième échangeur thermique via lequel la partie de réserve du ballon est maintenue à une température constante par le chauffage ultérieur sur l'échangeur thermique central. Ainsi, l'approvisionnement en eau potable chaude est garantie même si l'offre d'énergie solaire n'est pas suffisante.

Pour des raisons hygiéniques, des cuves en inox ou en acier, recouvertes d'émail ou de plastique, sont employées pour le ballon d'eau chaude potable. Des anodes sacrificielles intégrées ou anodes à courant vagabond, protègent le ballon émaillé en plus contre la corrosion en cas de manque dans le revêtement.

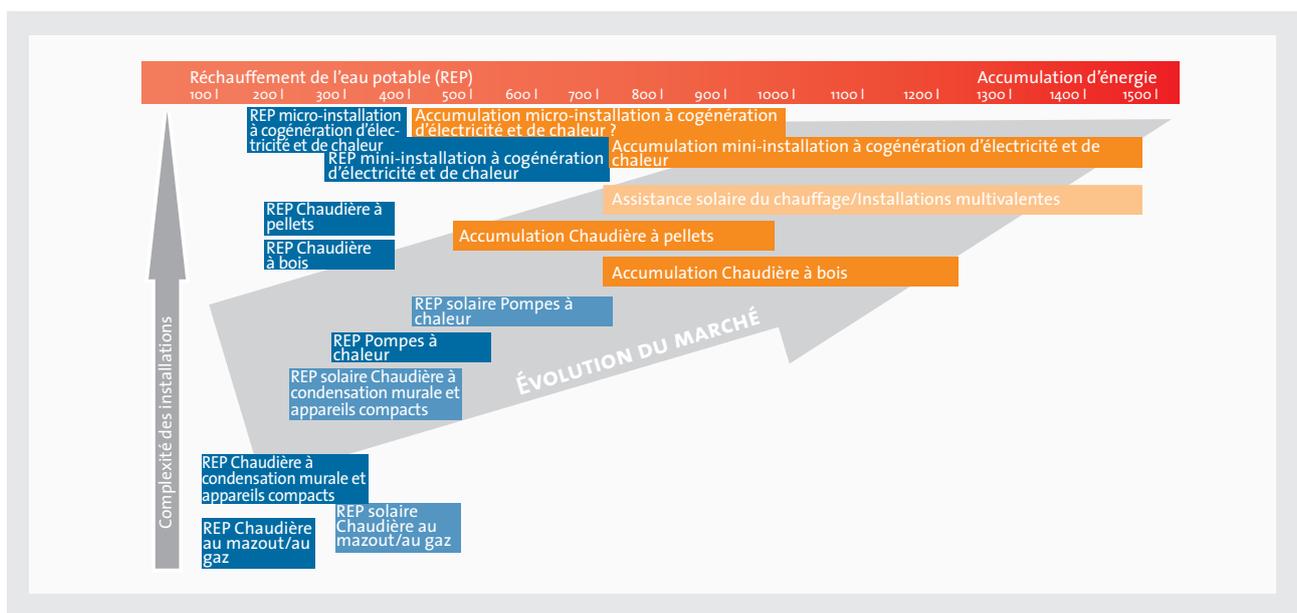


Fig. 88 : Évolution du marché des systèmes d'accumulation et des tailles d'accumulateurs

## L'accumulation de l'énergie thermique

Un ballon tampon dans une installation de chauffage est un accumulateur de chaleur rempli d'eau chaude à chauffer. Il peut réunir la chaleur de différentes sources et la restituer en différé.

Un réservoir tampon aide à équilibrer les différences entre les quantités de chaleur produites et consommées, et ainsi d'égaliser les fluctuations de puissance dans le système de chauffage. Grâce à lui, la production de chaleur peut fonctionner dans une large mesure, indépendamment de la consommation permettant, un meilleur comportement de fonctionnement et une haute efficacité énergétique pour de nombreuses sources d'énergie. Une bonne isolation thermique et la suppression des ponts de chaleur permettent de minimiser les pertes de chaleur continues via la surface extérieure du ballon.

## Un ballon combiné multivalent

Les ballons combinés permettent le réchauffement de l'eau potable et l'accumulation d'énergie dans un appareil. En cas d'intégration d'énergie solaire thermique, les ballons combinés servent donc d'accumulateur de chaleur pour l'apport de chauffage et pour la préparation d'eau chaude potable. On y distingue différents types de réchauffement d'eau potable.

## Système Tank-in-Tank

Pour l'eau chaude potable, une deuxième cuve interne plus petite se trouve à l'intérieur du ballon tampon qui recueille l'eau de chauffage. Ainsi, l'installation solaire peut réchauffer de l'eau chaude potable et de l'eau chaude de chauffage par intercirculation. L'eau de chauffage dans l'enveloppe externe du ballon est réchauffée au solaire par un échangeur thermique. Cette chaleur parvient ensuite dans l'eau chaude potable via la surface du ballon interne.

## Ballon combiné avec station d'eau fraîche

La génération d'eau potable se fait via un échangeur thermique externe : si l'eau chaude potable est requise dans la cuisine ou salle de bain, l'eau froide circule via un échangeur thermique haute puissance à plaques, aménagé à l'extérieur du ballon. L'eau y est directement réchauffée à la température d'eau chaude souhaitée via l'eau de chauffage mise à disposition dans un ballon tampon.

## Ballon combiné avec échangeur thermique interne intégré

Dans cette variante, l'eau potable est réchauffée via un échangeur thermique situé à l'intérieur : l'installation solaire thermique charge le ballon combiné via un échangeur thermique dans la zone inférieure de l'appareil. Si le rayonnement solaire ne suffit

pas pour le réchauffement d'eau potable, il se produit un réchauffement ultérieur par le générateur de chaleur central dans la zone supérieure du ballon.

Si une énergie suffisante est à disposition dans le ballon, l'alimentation du circuit de chauffage se fait également via le ballon. Le générateur central de chaleur est ensuite connecté uniquement si la température prescrite pour le circuit de chauffage descend au dessous du seuil minimum dans le ballon.

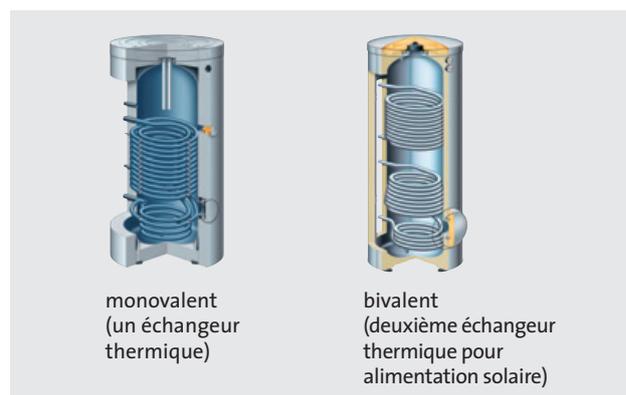


Fig. 89 : Réchauffement de l'eau potable

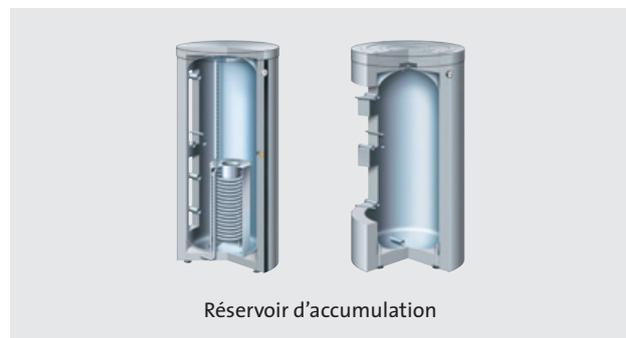


Fig. 90 : Accumulation d'énergie

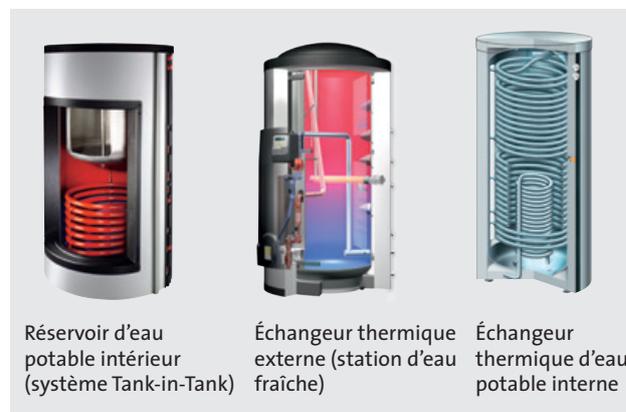


Fig. 91 : Accumulateur combiné (réchauffement de l'eau potable + accumulation d'énergie)



## Réhabilitation des cheminées avec de l'acier inoxydable

La demande renforcée d'installations de chauffage avec combustibles solides remplace les cheminées au centre de l'attention chez les maîtres d'ouvrage et les planificateurs.

Les systèmes d'évacuation des gaz des installations de chauffage doivent être adaptés de manière optimale au type de foyer. En cas d'installation d'évacuation des gaz, beaucoup d'éléments permettent de pencher pour l'acier inoxydable : ce matériau d'une grande longévité ne nécessite que peu de place et peut être employé dans toutes les circonstances de construction. Les installations d'évacuation des gaz en acier inoxydable conviennent aussi bien pour des constructions nouvelles que pour une intégration additionnelle, à l'intérieur comme à l'extérieur.

**LES SYSTÈMES D'ÉVACUATION DES GAZ EN ACIER INOXYDABLE, UNE SOLUTION FLEXIBLE POUR TOUTES LES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE.**

## Adaptation à toutes les exigences

Les conduits d'évacuation des gaz sont exposés non seulement à de hautes températures mais également à des charges chimiques engendrées par les gaz de fumées – ici, il s'agit surtout d'acidité. Si le point de rosée devient inférieur, ces acides agressent les guidages d'évacuation par la condensation. Les systèmes modernes d'évacuation des gaz en acier inoxydable renforcent toutefois sans problème le mode opératoire de condensation des installations de chauffage actuellement employés.

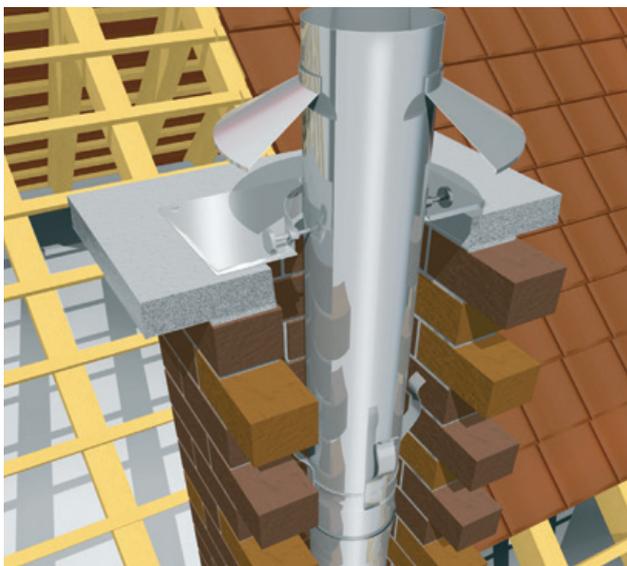


Fig. 92 : Conduits existants

Lors de températures de gaz de fumée d'env. 40 °C et moins, cela entraîne la formation de condensat dans les trajets de gaz de fumée, si la température du point de rosée descend au dessous du seuil minimum. Cette humidité se rassemble dans le radier de la cheminée dans un bac à condensation et y est évacuée.

## Convient à chaque système de chauffage

Les installations d'évacuation des gaz en acier inoxydable sont des dispositifs multitalents qui conviennent à tous les combustibles autorisés.

Différents fabricants proposent des systèmes qui se différencient dans les domaines de la pression et de la température. Les réalisations qui supportent des températures de gaz de fumée maximales de 200 °C conviennent pour les foyers fonctionnant au fioul ou au gaz. Si une installation à combustible solide – par exemple un poêle ou une chaudière à bois de chauffage – doit être raccordée, le trajet de gaz de fumée doit se situer sur une température de 400 °C en dépression.

En cas de chauffage à pellets, on doit intégrer dans le calcul la formation d'eau de condensation à l'intérieur de la cheminée, à cause des basses températures de gaz de fumée. C'est pourquoi, le système d'évacuation de gaz doit être très sensible à l'humidité. Si – conditionné par le fonctionnement d'une installation à cogénération ou le raccordement d'un groupe de secours ou moteur à combustion – des exigences particulièrement élevée sont posées sur la résistance à la pression, il existe des systèmes spéciaux pour une surpression de 5 000 Pa et des températures de gaz de fumée jusqu'à 600 °C.

## Isolation acoustique par un système

Les bruits à l'intérieur de la centrale de chauffe sont souvent dirigés en tant que bruits de corps et bruits aériens au sein de la

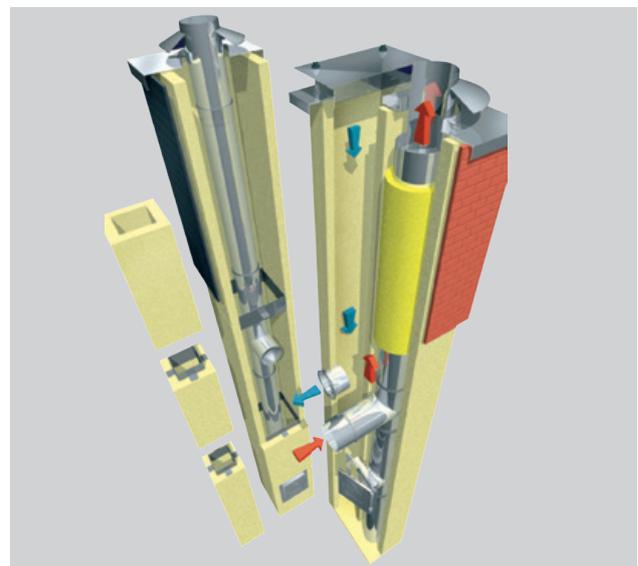


Fig. 93 : Systèmes d'échappement à air



Fig. 94 : Systèmes d'évacuation des gaz en acier inoxydable auprès d'installations de chauffage fonctionnant par moteur à combustion

centrale de chauffage. En cas d'installations de chauffage, d'installations de cogénération et de groupes de secours, la nuisance sonore avec amortisseur de son du gaz de fumée peut être endiguée efficacement : l'absorbeur de bruit de corps sur le manchon de raccordement du foyer et l'amortisseur de son de gaz de fumée dans l'élément d'assemblage permettent de réduire efficacement la transmission des bruits dans l'installation d'évacuation des gaz et ainsi dans la bâtisse et à l'air libre.

## Paroi simple, paroi double et flexibilité

Il existe des installations d'évacuation des gaz en acier inoxydable en deux versions : à paroi simple et à paroi double. Elles conviennent aussi bien pour les montages à l'intérieur qu'à l'extérieur et sont souvent employées consciemment en tant que critère de conception dans les bâtiments. Les systèmes d'évacuation des gaz en acier inoxydable et à paroi simple s'assimilent facilement et sans beaucoup de frais. En fonction de la réalisation, les installations conviennent pour le fonctionnement en surpression et en dépression en lien avec des combustibles gazeux, liquides ou solides.

La plus grande restriction découle de la distance minimum relativement élevée qui doit être respectée face aux autres éléments de construction inflammables. C'est pourquoi, les solutions à paroi simple sont la plupart du temps intégrées. Elles comportent déjà une fonction pare-feu, et permettent une ventilation arrière nécessaire au besoin.

## Systèmes à double paroi pour l'air frais et l'air extrait

Les cheminées à double paroi en acier inoxydable peuvent être montées aussi bien dans des bâtiments que sur un mur extérieur. Leur flexibilité en rapport avec la modification, l'agrandissement ou encore le démontage, représente un autre avantage des installations légères d'évacuation des gaz. Elles conviennent en outre à un montage ultérieur s'il n'y a pas de cheminée appropriée à proximité.



Fig. 95 : Amortisseur de son de gaz de fumée en acier inoxydable auprès de foyers fioul ou gaz



Fig. 96 : Systèmes à cloisonnement double

Les cheminées à double paroi peuvent également être utilisées pour un fonctionnement dépendant de l'air ambiant : dans ces systèmes d'évacuation de l'air et des gaz, les gaz de fumée chauds et l'air frais froid pour l'installation de chauffage est dirigé via deux conduites séparées. Ainsi, la chaleur restante peut être extraite des gaz de fumée.

Des systèmes séparés d'évacuation des gaz et de l'air peuvent être installés dans le cadre de modernisations de gaines, cheminées ou conduits de cheminée. En cas de construction nouvelle, ils sont rétablis en tant que conduits de cheminée du système.

## Objectif de flexibilité

Des systèmes flexibles de tubes en acier sont surtout utilisés si, lors de la réhabilitation de cheminée, des guidages obliques sont requis, ou s'il y a des dimensionnements défavorables par exemple rectangulaires. Les systèmes de tube flexibles sont fabriqués dans des versions à paroi simple ou double. C'est pourquoi, ils possèdent une surface interne ondulée ou lisse. Les techniques spéciales de rainure ou jointure permettent un guidage de tube toutefois mobile.

### Un stockage fiable du fioul

Il est possible de stocker le fioul de différentes manières. Les préférences personnelles pour le lieu d'exposition, les réalités de construction individuelles et les points de vue économiques sont décisifs.

Les systèmes modernes de cuve à fioul assurent une sécurité d'alimentation maximale et une indépendance économique. Ils forment une base idéale pour une fourniture de chaleur écologique.

Une réserve de combustible dans sa propre cuve offre à l'utilisateur de chauffage au fioul le libre choix du fournisseur et la possibilité d'un achat bon marché, parce que le consommateur peut décider lui-même du moment de livraison.

## NOUVEAUX SYSTÈMES DE CUVE : À DOUBLE PAROI, FLEXIBLES ET PEU ENCOMBRANTS

Les cuves à fioul modernes sont des systèmes à double paroi qui ne nécessitent plus de cuvette de rétention. La conception en usine veille à un système de cuve extrêmement sûr qui garantit la sécurité de protection secondaire exigée par le législateur lors du stockage du fioul sur des décennies. La cuvette de rétention autrefois nécessaire pour les cuves à paroi simple, peut être utilisée autrement.

### Exigences

On peut stocker le fioul soit sous terre soit sur terre.

Un réservoir à stockage de fioul est considéré comme souterrain s'il est entièrement ou partiellement encastré dans la terre.

Un stockage de fioul de chauffage dans une cuve acier souterraine et à double paroi est très rare dans la sphère privée. Le stockage aérien dans la cave est courant. Autrefois, il y avait pour cela une pièce à fioul séparée (cuvette de rétention murée). Aujourd'hui, le stockage a lieu dans la chaufferie même. L'exigence du législateur sur la protection secondaire à satisfaire, par la double paroi du système de cuve et avec un appareil supplémentaire indicateur de fuites ou système de reconnaissance des fuites, est fondamentale.

Dans de nombreuses caves, les réservoirs autrefois usuels à une seule paroi, en métal ou en matière plastique, et nécessitant une cuvette de rétention pour la protection secondaire, sont encore présents. Mais cette cuvette de rétention sera une protection secondaire fiable uniquement si la surface d'étanchéité est produite à partir de matériaux fiables. De plus, le murage doit

être suffisamment stable et l'étanchéité de la cuvette de rétention doit être entretenue continuellement.

Depuis plus de 40 ans, on utilise des cuves de stockage en plastique pour le fioul. Elles sont surtout placées dans la cave ou dans la chaufferie. Aujourd'hui, il existe env. 6 millions de réservoirs de stockage du fioul dans les caves des maisons individuelles ou appartements en Allemagne.

De 1970 à 1990, les cuves de stockage en plastique à paroi simple ont été vendues pour le stockage du fioul et placées dans des bacs collecteurs murés. Depuis 1990, les cuves à double paroi, inodores et conçues en usines se sont établies sur le marché et ont totalement pris le relais des anciennes cuves à paroi simple.

L'échange des réservoirs à paroi simple est recommandé par les experts et milieux compétents après 30 ans de durée d'utilisation. Principalement parce que les bacs collecteurs du maître d'ouvrage ne répondent plus aux exigences de sécurité technique quant à l'étanchéité et souvent aussi la statique après cette durée.

Des études du TÜV en Bavière et en Hesse ont révélé que : plus de 80 % des cuvettes de rétention contrôlées ne présentent plus la sécurité secondaire requise.

Aujourd'hui, un encombrement des modernisations est reconnu parmi les cuves à fioul. Environ 45 % des cuves de stockage en matière plastique ont 25 ans ou plus.

Les consommateurs investissent dans une cuve à fioul moderne et double paroi, un produit haute qualité qui garantit un apport facile et sûr à l'avenir également. La facilité d'exposition possible entre temps dans la chaufferie permet même la plupart du temps à cette mesure de modernisation un gain d'espace considérable.

### L'enjeu d'une cuve sûre à double paroi

Le principe de la double sécurité s'applique au stockage du fioul. En cas de cuve à paroi simple, une cuvette de rétention est ainsi légalement prescrite : elle réduit l'écoulement du fioul dans l'eau lors d'éventuelles fuites. Cette cuvette de rétention doit être étanche au fioul. Elle doit comporter un revêtement fiable et être accessible en cas de contrôle. De plus, le murage doit être suffisamment stable et statique en cas de fuite. Afin de pouvoir prendre en compte ce murage, les réservoirs à paroi simple doivent disposer d'un intervalle de mur suffisamment grand.

Les cuves à fioul double paroi ont la capacité – déjà intégrée dans la production – de retenir intégralement le fioul s'échappant de la cuve. De plus, elles peuvent être installées sans prendre beaucoup de place. Avantages évidents responsables de l'imposition sur le marché.

Il existe des cuves à fioul double paroi dans différentes versions – des cuves plastiques à enveloppe métallique avec reconnaissance optique des fuites, des versions avec réservoirs internes et externes en plastique avec possibilité de reconnaissance trans-lucide des fuites.

Tous les systèmes de cuve à double paroi comportent une longue durée d'utilisation et une sécurité maximum sans toutes les dépenses d'entretien liées, qui, avec une cuvette de rétention murée, sont inévitables. La pratique montre que les cuvettes de rétention perdent leurs propriétés de protection après plusieurs années d'utilisation. Les systèmes de cuve à double paroi offrent ainsi un avantage évident de sécurité.

### Petites dimensions, grande flexibilité

Une isolation moderne et une technologie de chauffage plus efficace veillent dans de nombreux bâtiments à une baisse du be-

soin de combustible. Ainsi, la quantité de stockage de fioul diminue aussi.

Les nouveaux systèmes de cuve présentent un besoin réduit de place. Les propriétaires gagnent une place précieuse. Grâce à des dimensions compactes, une intégration ultérieure est également possible. De plus, les cuves actuelles peuvent accueillir un fioul pauvre en soufre et un fioul avec additifs bio, selon les lois sur l'eau et la construction. Pour une protection anti-débordement lors du réapprovisionnement en fioul, les systèmes de cuve sont équipés de capteurs de valeur limite et partiellement de dispositifs de sécurité complémentaires.

Les différents dispositifs de surveillance automatiques veillent à un contrôle facile et sûr. Avec l'indicateur de niveau, la réserve de fioul peut être contrôlée à tout moment.

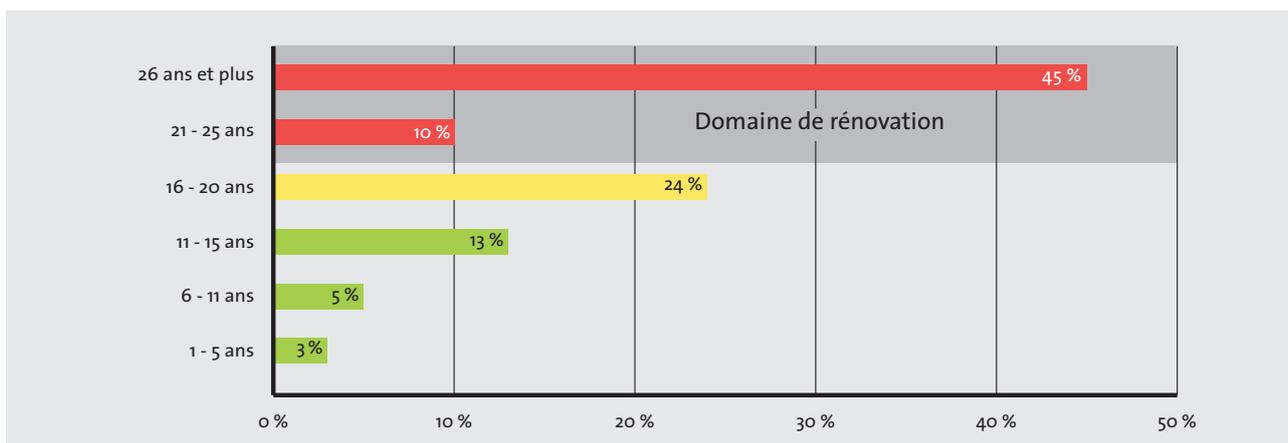


Fig. 97 : Structure d'âge du réservoir en plastique sur le marché depuis 1970



Fig. 98 : Tanks de sécurité modernes à cloisonnement simple et double



## RÉGULATION INTELLIGENTE DE L'INSTALLATION DE CHAUFFAGE : À TOUT INSTANT ET EN TOUT LIEU

### Une technique qui pense pour vous

Derrière les chauffages d'aujourd'hui se cachent des systèmes intelligents qui rendent la vie très agréable. C'est ainsi que dans de nombreux foyers, il est déjà depuis longtemps tout naturel que le matin, le chauffage de la salle de bains se déclenche automatiquement avant le réveil pour pouvoir de la sorte se doucher dans une température ambiante plus agréable. La température dans l'espace habité peut être réglée pour atteindre jusqu'en fin de journée la température de bien-être personnelle. Et l'on comprend presque naturellement que la nuit, le chauffage s'abaisse au plus bas – tout seul.

Les chauffages modernes ne peuvent plus se passer d'une technique de régulation intelligente : celle-ci repose sur une micro-électronique innovante et assure une interaction optimale de tous les composants du chauffage – chaudière, brûleur, circulateurs et radiateurs compris. Elle garantit que la température voulue est obtenue par l'installation de chauffage. Même si entre-temps, la fenêtre est ouverte brièvement ou si des températures extérieures glaciales nécessitent un plus haut degré de température. La technique est simple à exploiter et efficiente énergétiquement comme jamais auparavant. Par le fait que les consommateurs puissent chauffer de façon ciblée en fonction de leurs besoins dans certaines zones, la technique de régulation aide à baisser durablement les frais d'exploitation. Un affichage rend les valeurs de consommation transparentes, il enregistre les états de service et indique un message lorsqu'une mesure de maintenance est nécessaire.

Les habitants peuvent apporter en toute simplicité des corrections aux programmes enregistrés – si la température souhaitée doit soudain être plus élevée ou si dehors une vague de froid subite se profile. Si un jour une panne survient, celle-ci s'affiche immédiatement à l'écran. Les données aident le technicien de maintenance chauffage à identifier les causes sans détour et à y remédier au plus vite.

### Chaleur par simple pression d'un bouton

Les systèmes de chauffage d'aujourd'hui ont beaucoup plus à offrir que les anciennes générations. Ils permettent de commander de manière centralisée la production d'eau chaude sanitaire, la puissance de chauffage ainsi que la ventilation.

Ces systèmes modernes produisent au besoin non seulement de l'eau chaude pour le chauffage mais aussi de l'eau pour la cuisine et la salle de bains.

De plus, ces systèmes permettent une exploitation bivalente, c'est-à-dire grâce à deux sources d'énergie simultanément. Bien souvent, on recourt pour ce faire aux énergies renouvelables, par exemple au solaire thermique. La technique de régulation intègre l'énergie de l'installation solaire au système. Si en raison de mauvaises conditions climatiques l'installation n'apporte pas une puissance calorifique suffisante, le chauffage se met en marche, commande en arrière-plan par la technique de régulation. La technique de régulation prend en charge la commande de systèmes de chauffage très différents – entre autres les micro- et mini-centrales de cogénération qui fonctionnent selon le principe de production combinée d'électricité et de chaleur. La technique de régulation injecte notamment l'électricité excédentaire dans le réseau local, ce qui devrait être un aspect intéressant pour les propriétaires immobiliers qui sont ainsi rétribués pour leur excédent d'électricité.

### Installations de chauffage commandées à distance

La technique de régulation moderne pour systèmes de chauffage offre de multiples possibilités de générer et utiliser la chaleur de façon efficiente. Mais c'est toutefois en combinaison avec la technique moderne de communication que ses potentiels peuvent être pleinement exploités : Ainsi, il est déjà possible aujourd'hui de commander l'installation de chauffage située à la cave par télécommande depuis le salon comme cela se fait depuis longtemps pour le téléviseur, le lecteur de DVD ou la chaîne Hi-Fi.

Pour diagnostiquer les erreurs de l'installation, le technicien n'a plus besoin que d'un ordinateur portable. Et comme la technique de communication transmet automatiquement les perturbations, les défaillances ou tout autre incident à l'installateur, les maîtres et maîtresses de maison peuvent envisager l'hiver en toute quiétude. Le technicien reçoit d'emblée les informations nécessaires et a la situation en main depuis son bureau. Grâce à un accès en ligne, il peut effectuer toutes les mesures nécessaires. De cette manière, tout déplacement superflu peut être évité et la disponibilité de l'installation accrue – sans efforts ou coûts supplémentaires pour l'exploitant.

### Gestion efficiente de la consommation énergétique

Une installation de chauffage moderne peut de nos jours être commandée depuis un ordinateur central qui gère toutes les données, les programmes et les informations. Par principe, un tel « ordinateur de bord » offre une utilisation intuitive par le biais d'un écran tactile. Ici, les habitants peuvent créer des profils de chauffe individuellement pour chaque pièce, fixer une température de base ou régler les valves des radiateurs. Des capteurs enregistrent les conditions ambiantes que le système évalue pour alors réagir en conséquence. De ce fait, la technique de régulation et de communication permet une gestion de l'énergie orientée exactement sur les besoins précis des habitants.

**Indépendance**



**Efficacité**



**Confort**



**Fiabilité**



## Technique de régulation et de communication intelligente



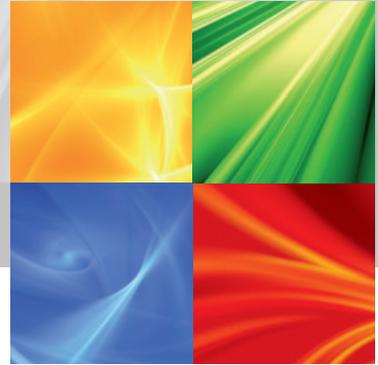
**Production de chaleur**

**Énergies  
renouvelables**

**Réglage de la  
température en  
fonction des besoins**

**Diagnostic**





Systemes de chauffage à grande échelle





## L'initiative portant sur l'efficacité énergétique de BDH, en partenariat avec dena : les systèmes de fourniture de chaleur efficaces réduisent les coûts.

De nombreux processus et procédés techniques de l'industrie et autres activités productrices requièrent de grandes quantités de chaleur industrielle, qui est très onéreuse et consomme beaucoup d'énergie.

Grâce à une optimisation énergétique complète du système de fourniture de chaleur, la consommation et les coûts de l'énergie des installations de chauffage peuvent être nettement réduits : en moyenne de 15 %. De telles mesures d'optimisation énergétique sont très rentables et s'amortissent généralement sur une période d'un à quatre ans.

Rien qu'en mettant en œuvre des technologies plus efficaces, ces anciennes installations pourraient réaliser une économie d'énergie annuelle de 9,6 TWh. Cela représente tout de même 2 % de l'ensemble de la consommation énergétique consacrée à la chaleur industrielle en Allemagne. En moyenne, la consommation énergétique (récupération de chaleur incluse) de la production de vapeur et d'eau chaude pourrait être réduite de 15 %.

## Analyse des économies possibles

Sur la base d'informations approfondies fournies par le corps de métier des ramoneurs (ZIV), par l'organisme TÜV et les entreprises membres de BDH, on peut supposer que, sur le marché allemand de la chaleur destinée aux grands bâtiments et au secteur industriel, près de 300 000 installations techniques de chauffage d'une puissance calorifique comprise entre 100 et 36 000 kW sont exploitées. 80 % de ces installations ne correspondent plus à la technologie actuelle.

Les calculs ci-après ont été effectués sur la base d'environ 250 000 installations identifiées. Les potentiels d'économies qui se dessinent sont importants :

- réduction de la consommation annuelle de mazout : 810 000 t/a
- Réduction de la consommation annuelle de gaz naturel : 4,43 milliards de m<sup>3</sup>
- Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> : 16,3 millions de t/a
- Réduction des émissions d'oxyde azotique (NO<sub>x</sub>) : 34 885 t/a
- Réduction de la puissance électrique installée : 398 MW

Sur la base de l'année 2008, cela équivaut à une possible réduction de la consommation de mazout de 3,3 % et de gaz naturel de 4,6 %. Dans l'ensemble, grâce à la mise en application de technologies efficaces dans les principales installations techniques de chauffage, des économies d'énergie finale de 175 PJ seraient réalisées chaque année.

Si l'on inclut la récupération de chaleur, la consommation d'énergie destinée à la production de vapeur et d'eau chaude peut être réduite de 15 % en moyenne. Les économies d'énergie et les réductions des coûts seront maximisées si le système de fourniture de chaleur dans son ensemble est optimisé au moyen de l'adaptation et de l'ajustement entre eux des composants formant le système.

## Procédure d'optimisation de système

Les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique devraient toujours être considérées comme faisant partie intégrante d'une optimisation de l'ensemble du système. Les plus importantes augmenta-

**POTENTIEL D'OPTIMISATION SUR UNE PLAGE DE PUISSANCE IMPORTANTE : 30 TWH POURRAIENT ÊTRE ÉCONOMISÉS CHAQUE ANNÉE**

## La consommation énergétique élevée de la chaleur industrielle

La chaleur industrielle est produite à partir de différentes sources d'énergie (par exemple, l'électricité, le pétrole et le gaz), transportée de diverses manières (sous forme d'eau très ou moyennement chaude, de vapeur ou d'air chaud) et les besoins se traduisent par des niveaux de températures très variables.

En Allemagne, se sont environ 400 TWh d'énergie finale qui sont consacrés chaque année à l'alimentation des processus thermiques. Le potentiel d'économies par la sobriété énergétique dans l'industrie et l'artisanat en termes de processus thermiques est d'au moins 30 TWh par an (7,5 %). Pour ce qui est du chauffage des locaux, ce sont 96 TWh supplémentaires qui sont requis chaque année, dont environ 18 % qui pourraient être supprimés en améliorant l'efficacité énergétique.

## Production de vapeur et d'eau chaude

Représentant une part de l'ordre de 30 %, la production de vapeur et d'eau chaude dans des chaufferies constitue le procédé de production de chaleur industrielle de loin le plus répandu.

De nos jours, 80 % des installations de production de vapeur et de chaleur industrielles en Allemagne ont plus de dix ans et ne correspondent plus aux règles de l'art actuelles en matière de technologie.

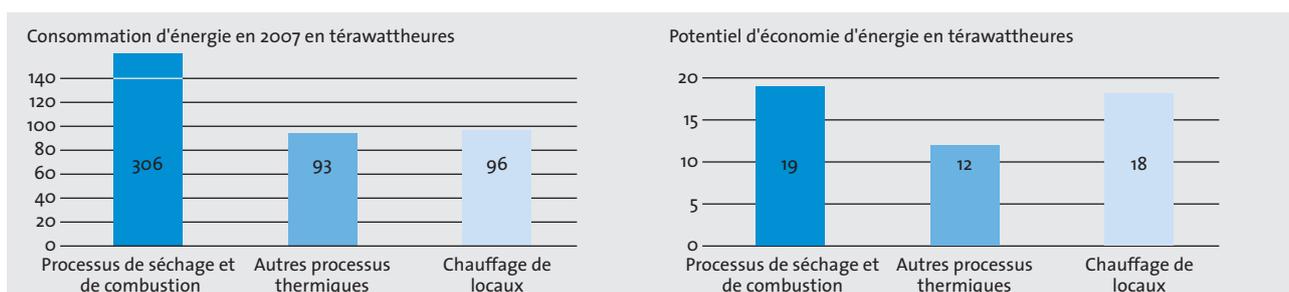


Fig. 99 : consommation d'énergie et potentiel d'économie d'énergie dans des applications de chaleur industrielle



tions de l'efficacité énergétique peuvent être réalisées en harmonisant les composants entre eux et en mettant en œuvre une optimisation de la régulation et de la commande de l'installation.

Dans un premier temps, il s'agit d'effectuer une analyse détaillée de l'existant en matière de consommation d'énergie de l'installation, de déterminer les besoins en chaleur ainsi que les différents composants de l'installation. Ensuite, il faut vérifier l'efficacité énergétique des différents composants afin d'éventuellement remplacer les anciens composants.

D'autres économies peuvent être réalisées en optimisant la régulation et la commande de l'installation de chauffage.

En cas de nouvelle construction d'une installation, il faut veiller dès le départ à l'efficacité énergétique des composants du système dans son ensemble.

De nos jours, environ 40 % de l'énergie mise en œuvre dans la production de chaleur industrielle est perdue sous forme de chaleur dissipée. Si, en amont, les mesures visant à la réduction des pertes de chaleurs sont épuisées, il est judicieux d'exploiter la chaleur en la récupérant. A cette fin, il est utile d'élaborer un schéma des flux thermiques représentant l'ensemble des températures ainsi que les quantités de chaleur transportées et transmises lors du processus.

À l'aide d'une analyse Pinch, il est possible de déterminer l'utilisation la plus efficace qui peut être faite de la chaleur dissipée disponible.

### Optimisation du système dans son ensemble

Avant d'optimiser les différents composants d'un système de fourniture de chaleur, des mesures visant à minimiser le besoin en chaleur et les pertes de chaleur doivent tout d'abord être mises en œuvre. Ce faisant, on part du principe que l'énergie électrique est de qualité supérieure à celle de la vapeur et que la valeur est de qualité supérieure à l'eau chaude. Pour chaque étape du processus, il faut donc, suivant les exigences, sélectionner le moyen de fourniture de la qualité la plus basse possible. Le simple remplacement de l'eau chaude par de la vapeur peut augmenter le rendement de 10 à 15 %. De même, une baisse de la température du moyen de fourniture permet bien souvent la mise en place de la récupération de chaleur et la cogénération pour une réduction plus importante du besoin énergétique.

Afin de minimiser les pertes, il faut inspecter et, en cas de besoin, réparer l'isolation thermique des dispositifs producteurs de chaleurs, des conduites mais également des systèmes de stockage de chaleur.

### Exploitation de la récupération de chaleur

Les mesures de récupération de chaleur permettent de maximiser le rendement du système dans son ensemble afin d'augmenter l'efficacité énergétique d'une installation. Le principe général est le suivant : la récupération de chaleur en vaut d'autant plus la peine que la différence entre la température de la chaleur dissipée et la température requise est importante.

Les sources de chaleur doivent être utilisées à proximité et le plus directement possible. On peut par exemple envisager d'utiliser la chaleur dissipée pour réchauffer de l'eau sanitaire ou industrielle, ou produire de l'eau chaude, pour préchauffer de l'air de combustion ou de séchage ou pour chauffer des locaux. Par exemple, il est également recommandé d'utiliser un économiseur pour préchauffer l'eau d'alimentation.



Fig. 100 : centrale de chauffage composée de sept dispositifs produisant de l'eau chaude d'une puissance cumulée de 105 MW.

Lorsqu'on fait appel à la technologie à condensation, l'économiseur se voit adjoindre un caloporteur supplémentaire, qui refroidit les gaz brûlés afin qu'ils soient à une température inférieure à celle de la condensation. Ainsi, la chaleur de condensation de l'eau contenue dans les gaz brûlés peut être elle aussi exploitée.

### Utilisation de composants énergétiquement efficaces

Encore une fois, lors de la mise en œuvre de composants énergétiquement efficaces, l'objectif est toujours l'optimisation du système dans son ensemble. On peut y parvenir en harmonisant efficacement tous les composants, qu'ils soient nouveaux ou existants, entre eux.

Des brûleurs modulateurs (réglables) peuvent fonctionner sur de vastes plages de charge partielle et sont bien plus efficaces que des brûleurs devant être mis en marche et à l'arrêt individuellement.

Des chaudières présentant d'importantes surfaces caloporteuses réduisent les températures des gaz brûlés et la consommation d'énergie.

Pour des systèmes fonctionnant à l'eau chaude, il est recommandé d'employer des chaudières à condensation sobres en énergie, car leur utilisation entraîne des températures de gaz brûlés nettement plus basses. En outre, leur rendement est largement supérieur.

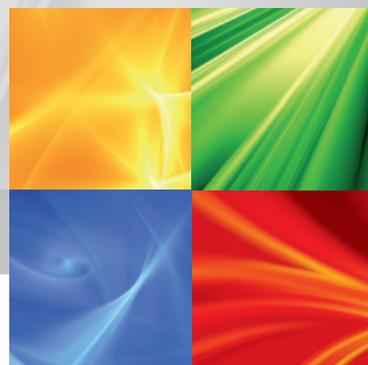
Des moteurs de commande à régulation de la vitesse pour brûleur à ventilateur et pompes permettent également de réaliser des économies significatives en termes de consommation d'énergie.

### Optimisation de la régulation et de la commande

De manière générale, les grandes installations de chauffage doivent être dimensionnées en fonction du réel besoin en chaleur. Ainsi, par exemple, une régulation des chaudières supplémentaires permet de systématiquement mettre en marche le seul nombre de chaudières effectivement nécessaires. Grâce à l'installation d'une régulation des gaz brûlés par capteur, la composition de ces gaz peut être mesurée en permanence. La régulation de l'alimentation en air est effectuée suivant la teneur optimale en oxygène (teneur d' $O_2$ ) du gaz brûlé à ce moment. Rien qu'une baisse d'1 % de la teneur en  $O_2$  entraîne, suivant l'ancienneté de l'installation, une amélioration du rendement de 0,5 à 1 %. Le contrôle et la régulation d'autres paramètres de combustion, comme la teneur en CO, la température du gaz brûlé, l'indice de noircissement ou la pression dans le foyer, et l'installation de clapets d'échappement et de combustion automatique permettent de réduire davantage la consommation d'énergie.







Smart Grid/Smart Home  
Avec le gaz vers un avenir renouvelable





## Vers la voie de la consommation orientée génération

Autrefois, le courant circulait avant tout dans un sens : de la centrale au consommateur. Aujourd'hui, en revanche, de plus en plus de courant circule des petits générateurs décentralisés vers le réseau public – par exemple à partir d'installations photovoltaïques, d'éoliennes, de centrales de cogénération ou de centrales à biomasse.

Tandis que les installations photovoltaïques produisent beaucoup de courant quand le soleil brille, le taux de conversion des installations éoliennes augmente lors que la force du vent croît. En cas d'accalmie et d'ombre, les installations restent cependant improductives.

## MAISON INTERCONNECTÉE : SMART GRID/SMART HOME ASSURENT UNE GESTION EFFICIENTE DE L'ÉNERGIE

Par conséquent, ce phénomène engendre d'énormes variations de l'injection d'électricité. Celles-ci sont à peine prévisibles et doivent être compensées en adaptant la consommation d'électricité (Demand Side Management/gestion de la charge).

Actuellement, les réseaux électriques arrivent parfois temporairement à la limite de la saturation. La stabilité du réseau n'est donc plus garantie, les installations renouvelables doivent momentanément être déconnectées.

À l'avenir, l'ensemble du système énergétique devra être adapté aux nouvelles conditions. Un changement de paradigme doit donc se produire : abandonner la génération orientée consommation au profit de la consommation orientée génération.

## Gestion de l'énergie avec méthode

Les réseaux électriques intelligents (« Smart Grids ») stabilisent le réseau. Grâce à ceux-ci, il est possible de mieux coordonner la génération et la consommation. Pour une gestion énergétique intelligente, des solutions globales performantes de la technique moderne d'information et de communication sont nécessaires. L'un des conditions préalables déterminantes pour la compensation de la génération et de la consommation est l'amélioration des capacités d'accumulation électrique. De telles capacités permettent de compenser les périodes sans vent ni soleil ainsi que les pointes de puissance.

Non seulement les accumulateurs électriques mais aussi des accumulateurs thermiques peuvent être employés pour stabiliser l'ensemble du système. Il s'agit d'installations qui convertissent l'énergie électrique en chaleur ou en froid puis la stockent telles que les installations de pompes à chaleur, les cumulus d'eau chaude, les congélateurs et les entrepôts frigorifiques. Avec un nombre de 500 000 installations existant déjà à ce jour, les pompes à chaleur recèlent un grand potentiel d'utilisation dans

des réseaux intelligents. En tant que système connectable et déconnectable et aisé à commandé, elles peuvent lisser les pointes de puissance régionales de la production d'électricité et stocker l'énergie de l'environnement la forme de chaleur.

Au final, davantage de courant issu d'énergies renouvelables peut être effectivement utilisé et la valeur écologique de la pompe à chaleur peut encore être accrue. Les marchés de l'électricité et de la chaleur sont mis en relation de façon raisonnée. Même les mini- et micro-centrales de cogénération, de par leur disponibilité, peuvent contribuer à stabiliser le réseau.

## Compteurs intelligents

Des compteurs électroniques intelligents présentent pour le clients et le fournisseur d'énergie toute une série d'avantages face aux traditionnels compteurs Ferraris. Ils permettent au client de conserver un aperçu direct sur la consommation et les coûts et contribuent ainsi à un comportement énergétiquement plus efficient. De plus, il est possible de convenir avec le fournisseur une facturation à périodicité plus courte, par exemple mensuelle. Et qui plus est, le client peut retarder sa consommation électrique confortablement et sans la présence d'un second compteur vers une plage où les tarifs sont plus avantageux.

Les fournisseurs d'énergie profitent également : La planification des charges peut être améliorée. Et par des tarifs intéressants, il est aisé de stimuler les report de l'utilisation d'électricité vers des périodes à faible charge.

Les compteurs électroniques constituent le lien entre la gestion énergétique du bâtiment et Smart Grid, ce qui en fait à long terme un élément indispensable du nouveau paysage énergétique.

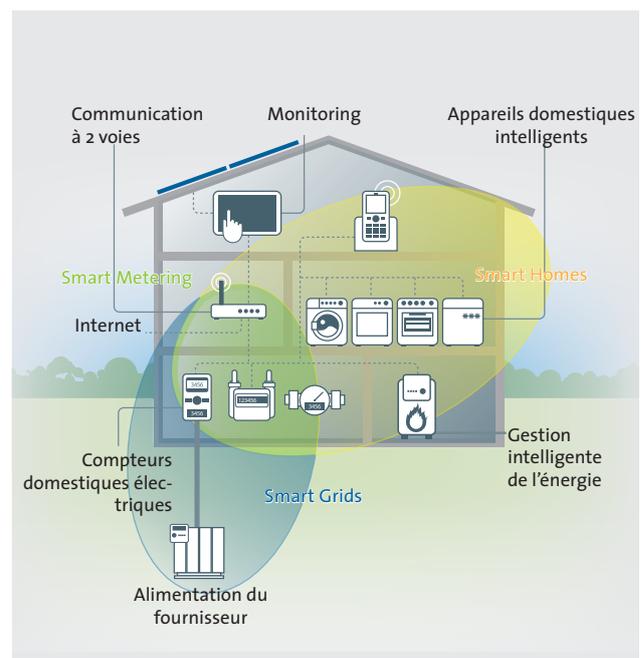


Fig. 101 : Schéma Smart Home

## Smart Home : Votre maison pense pour vous

Les systèmes de gestion intelligente de l'énergie des bâtiments du « Smart Home » optimisent la consommation énergétique dans la maison et l'appartement.

Grâce à l'interconnexion et la communication de tous les applications et systèmes en question dans le bâtiment, le service le

plus favorable énergétiquement de tous les composants a lieu de façon entièrement automatisée et sans perte de confort. Et ces systèmes sont capables de plus encore : En raison de l'interconnexion des systèmes modernes de communication et d'information, le confort et la sécurité dans le bâtiment s'accroissent.

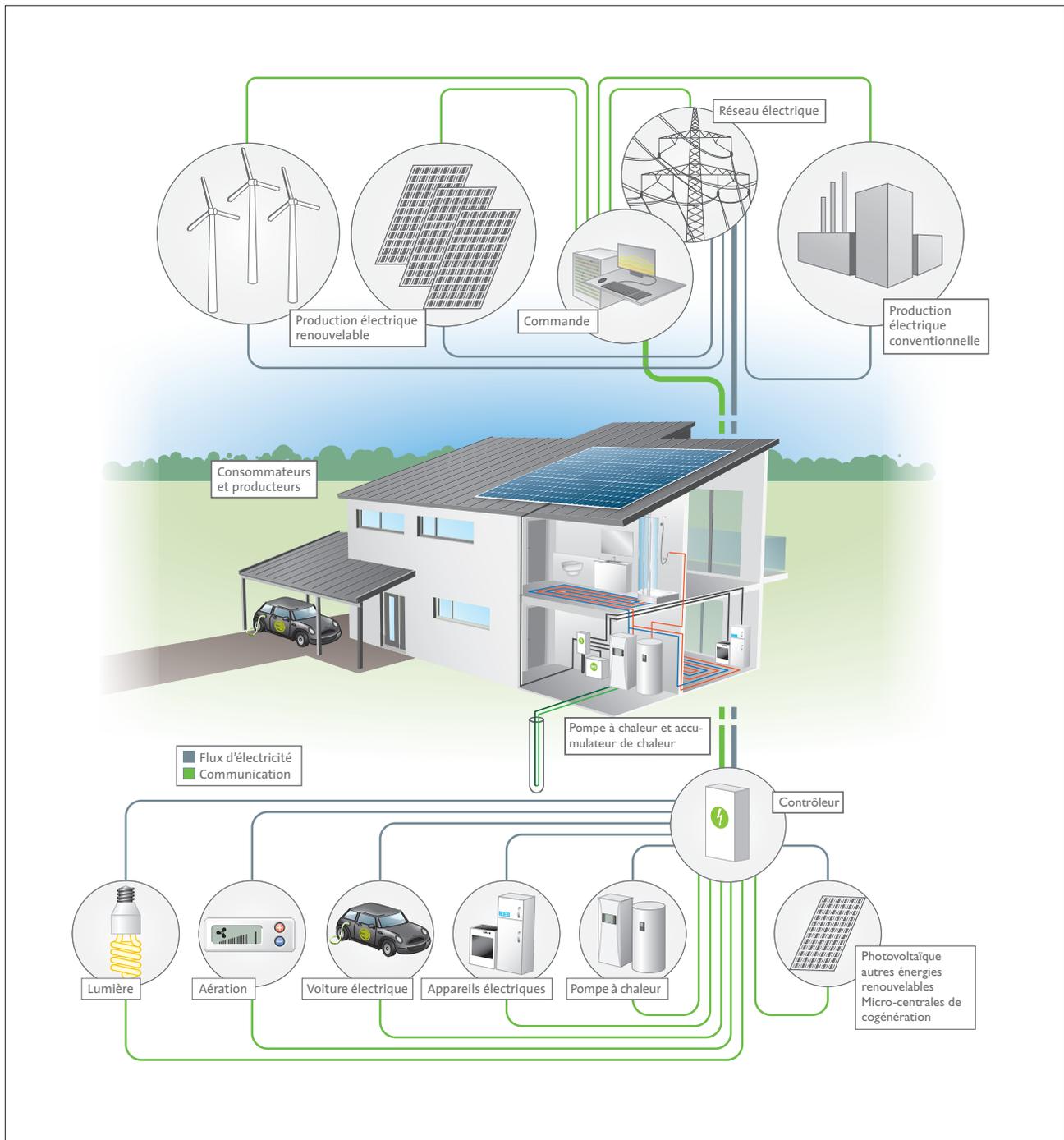


Fig. 102 : Schéma Smart Grid



## Réserves à long terme

Le gaz naturel est après le pétrole et le charbon la troisième grande source d'énergie au monde. Sa part dans la consommation mondiale d'énergie primaire est actuellement de 24 % et continue de croître. Une tendance qui se poursuivra vraisemblablement dans l'avenir : les réserves globales dont l'exploitation est économiquement rentable laissent entrevoir aussi à long terme une couverture suffisante des besoins en énergie. De plus, en raison de la hausse des prix du gaz, les gisements jusqu'alors non rentables peuvent être exploités.

## LA COMBINAISON DE LA CHALEUR ET DE L'ÉLECTRICITÉ PAR LA COGÉNÉRATION SOUTIENT LE TOURNANT ÉNERGÉTIQUE

Le gaz naturel et ses infrastructures permet même d'atteindre encore davantage pour l'approvisionnement en énergie du futur : Les technologies du gaz sont merveilleusement adaptées pour intégrer efficacement les énergies renouvelables dans les systèmes énergétiques.

À côté du biogaz, il est ici question avant tout de la conversion de l'électricité renouvelable excédentaire en hydrogène ou en méthane.

Cette technologie connue sous l'appellation « Power to Gas » (P2G) permet le stockage de grandes quantités d'électricité provenant d'excédents générés lors de la production éolienne ou photovoltaïque. Un autre exemple est le gaz naturel liquéfié (LNG) qui garantira également à l'avenir un approvisionnement sûr et fiable en gaz.

### Soutenir le réseau électrique – Utilisation des synergies de l'électricité et du gaz

Au sein de l'UE, de plus en plus d'électricité provient de sources renouvelables comme la force éolienne et le photovoltaïque. En 2011, la part d'énergies renouvelables dans la production brute d'électricité en Allemagne s'élevait déjà à près de 20 %.

En 2020, cette part pourrait dépasser les 30 % et d'après le concept énergétique du gouvernement fédéral, en 2050 80 % de l'approvisionnement en électricité proviendra de sources renouvelables.

L'industrie allemande de l'électricité doit pour cela faire face au déficit que représente la fluctuation de la production d'électricité à partir de l'énergie éolienne et photovoltaïque : car en effet, l'électricité produite à partir de sources renouvelables dépend fortement des conditions météorologiques.

Les jours de vent fort, les réseaux électriques ne peuvent aujourd'hui plus absorber intégralement l'électricité renouvelable – les éoliennes doivent en partie être déconnectées. Un problème qui s'amplifie au regard de la propagation fulgurante de l'énergie éolienne face à un élargissement traînant des réseaux électriques. Cet effet se fait sentir avant tout dans le Nord de l'Allemagne où se trouvent la plupart des parcs éoliens et où le réseau est particulièrement sous-développé.

Le développement des énergies renouvelables nécessite impérativement des techniques d'accumulation aidant à adapter l'offre fluctuante en électricité à la demande. Il faut pour ce faire recourir à des accumulateurs d'énergie capables de stocker et de restituer à court et à long terme de grandes quantités d'énergie.

Les accumulateurs électriques tels que les batteries ne sont à ce jour que modérément à même de remplir ces critères. De même, il est à peine possible de construire des centrales hydroélectriques en quantité suffisante.

Grâce au P2G, il devient possible de compenser les fluctuations de la production électrique : L'électricité renouvelable est convertie en hydrogène ou en méthane et peut être distribuée avec le gaz naturel par le réseau de gaz existant.

En faisant abstraction de quelques exceptions, l'hydrogène peut dès aujourd'hui être additionné à un taux inférieur à 10 % au gaz naturel. Et pour le méthane, aucune restriction n'est en vigueur.

### Power to Gas : de l'électricité au gaz

Grâce à la technologie P2G, des molécules d'eau sont cassées par électrolyse à partir de l'électricité renouvelable excédentaire comme celle fournie par l'énergie éolienne. On obtient ainsi de l'oxygène et de l'hydrogène. Ce dernier peut être directement injecté dans le réseau de gaz et être mélangé au gaz naturel. Nous avons déjà fait l'expérience de concentrations élevées d'hydrogène dans le passé puisque jusque dans les années 1990, le gaz de ville utilisé pour approvisionner les consommateurs en gaz contenait jusque 50 % d'hydrogène.

En se basant sur ce fait, il peut sembler judicieux d'opter pour le procédé de méthanisation : Au cours d'une réaction chimique de l'hydrogène avec du dioxyde de carbone, on obtient du méthane, le composant principal du gaz naturel. Le rendement de la conversion d'électricité en hydrogène s'élève à près de 80 %, celui de la méthanisation est plus faible.

Le gaz généré est finalement incorporé au gaz naturel. En utilisant les infrastructures de gaz naturel déjà existantes comme réservoirs pour l'électricité renouvelable, on résout de manière élégante le défi posé par le stockage de l'électricité.

Une autre variante de fabrication et d'injection de gaz renouvelable est déjà pratiquée avec succès depuis environ 6 ans : le biogaz. Comme le gaz naturel et le biogaz contiennent du méthane, le biogaz peut être porté par traitement au même niveau de qualité que le gaz naturel et être également injecté dans le réseau de gaz existant. À présent, 101 installations de méthanisation sont en service et 26 installations actuellement en cours de construction doivent entrer en service cette année.

### Technique-clé de la cogénération

L'énergie éolienne et solaire stockée sous forme de gaz grâce au principe P2G peut être reconvertie en différé et selon les besoins en électricité et en chaleur de manière décentralisée en tout lieu.

Pour ce faire, le principe le plus approprié est la cogénération car celle-ci permet de produire simultanément du courant électrique et de la chaleur utile.

La cogénération permet une utilisation avec une grande flexibilité. Dans son mode de fonctionnement alimenté à l'électricité, la technologie de cogénération a pour effet de compenser le réseau électrique et peut amortir efficacement les pointes issues de l'énergie éolienne et photovoltaïque entre autres dans les réseaux régionaux. Grâce à la valorisation intelligente de la chaleur rejetée, par exemple pour la climatisation de bâtiments en été et le réchauffement de bâtiments en hiver, le rendement est maintenu élevé toute l'année. Ceci rend la technologie de cogénération complémentaire aux énergies renouvelables.

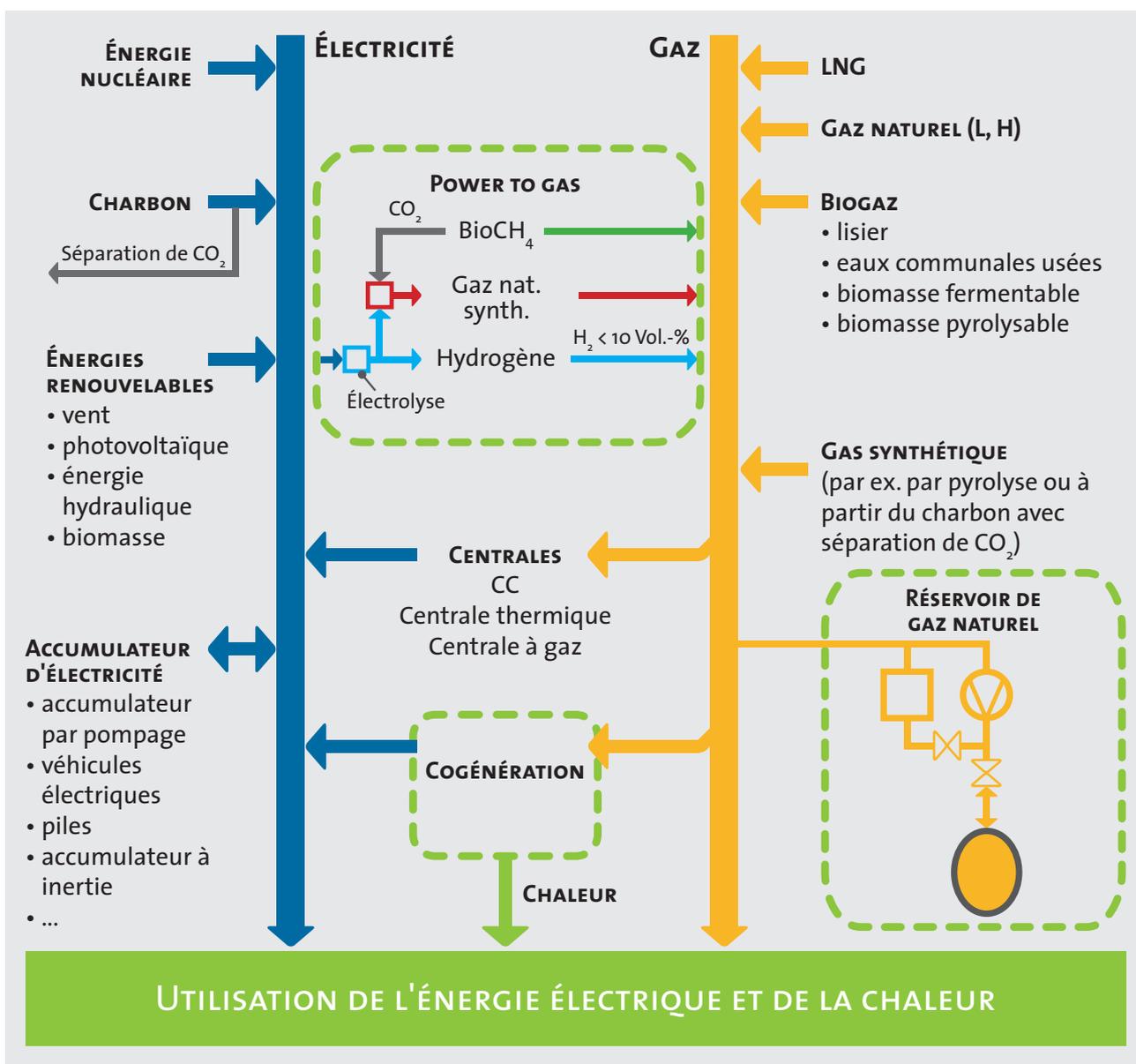


Fig. 103 : Synergies réseau électrique et réseau de gaz





Normalisation dans le domaine de la technique de chauffage et de ventilation





## Questions-réponses

La normalisation dans le domaine de la technique de chauffage et de ventilation est assumée par le Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) de l'Institut allemand de normalisation « DIN ». Le NHRS traite les demandes de normalisation dans le domaine des installations de chauffage et de ventilation et de leurs composants (y compris les équipements de régulation, de protection et de sécurité). Ci-dessous seront traitées quelques questions de fond puisque le thème de la normalisation peut provoquer chez de nombreux utilisateurs un certain désarroi ou être cause de malentendu.

## LES NORMES FAVORISENT L'ACCÈS AUX MARCHÉS GLOBAUX

### But fondamental

La normalisation a pour finalité de fixer des standards techniques et de les rendre accessibles à tous. Cela permet à un large cercle d'utilisateurs d'avoir recours à un même état des connaissances (par exemple mesures et tolérances ou exigences en matière de contrôle et de sécurité).

### Pourquoi une participation au travail de normalisation paie

La participation active au travail de normalisation offre de nombreux avantages, autant à l'utilisateur et au consommateur final qu'aux fabricants, concepteurs, exécuteurs et autorités. Hormis le fait d'être mieux informé sur les règles techniques futures, ce qui contribue fortement à garantir la conception, les points suivants peuvent être avancés :

- surveillance des tendances de développement dans le secteur
- bonne condition préalable pour imposer sur le marché les technologies de l'entreprise
- Codétermination des règles techniques futures
- condition préalable pour l'accès au marché global

### Le caractère obligatoire des normes

Par principe, les normes n'ont pas de caractère juridiquement obligatoire. L'application des normes repose donc avant tout pour tout un chacun sur le volontariat. En respectant les normes, l'utilisateur peut toutefois être certain d'agir correctement sur un plan technique.

Une norme ne devient toujours obligatoire qu'une fois qu'elle est citée de plein droit ou invoquée dans des lois, des décrets, des réglementations administratives ou des contrats.

## Le domaine de compétence du NHRS

Les travaux du NHRS sont répartis sur cinq départements :

- Département 1 – Technique de chauffage
- Département 2 – Technique de ventilation
- Département 3 – MCR pour technique de chauffage et de ventilation
- Département 4 – Facility management
- Département 5 – Efficience énergétique globale des bâtiments – normalisation de systèmes

Chacun des cinq départements est composé de plusieurs comités de travail au sein desquels a lieu le travail de normalisation à proprement parler. Une énumération précise peut être consultée sur le site du NHRS ([www.nhrs.din.de](http://www.nhrs.din.de)). Qui souhaite prendre part peut déposer une demande de collaboration au comité de travail en question.

Outre les petites et moyennes entreprises, les fédérations industrielles et spécialisées sont également fortement engagées en matière de normalisation. L'une d'entre elle est l'Union fédérale de la domotique, des technologies énergétiques et des technologies de l'environnement (BDH) qui apporte un large éventail d'opinions et d'expériences dans les travaux de normalisation.

### Financement

Contrairement à ce que l'on pense souvent, le travail de normalisation du DIN n'est pas exclusivement financé par les fonds publics. Pour le NHRS, ce financement public ne constitue qu'environ 10 % du budget total. La majeure partie, soit près de 53 %, provient de fonds alloués aux projets du secteur économique. Plus de 37 % sont pris en charge par le DIN grâce à ses recettes propres et aux recettes tirées des licences.

Le travail de normalisation du NHRS est de plus encouragé aussi directement par les fédérations et les entreprises. C'est pourquoi a été créée l'« Association de promotion du travail de normalisation du NHRS » (VF NHRS). Celle-ci se charge de promouvoir la science et la recherche dans le domaine de la technique de chauffage et de ventilation et de soutenir financièrement le NHRS. La BDH est membre de la VF NHRS.



Fig. 104 : L'Institut allemand de normalisation à Berlin

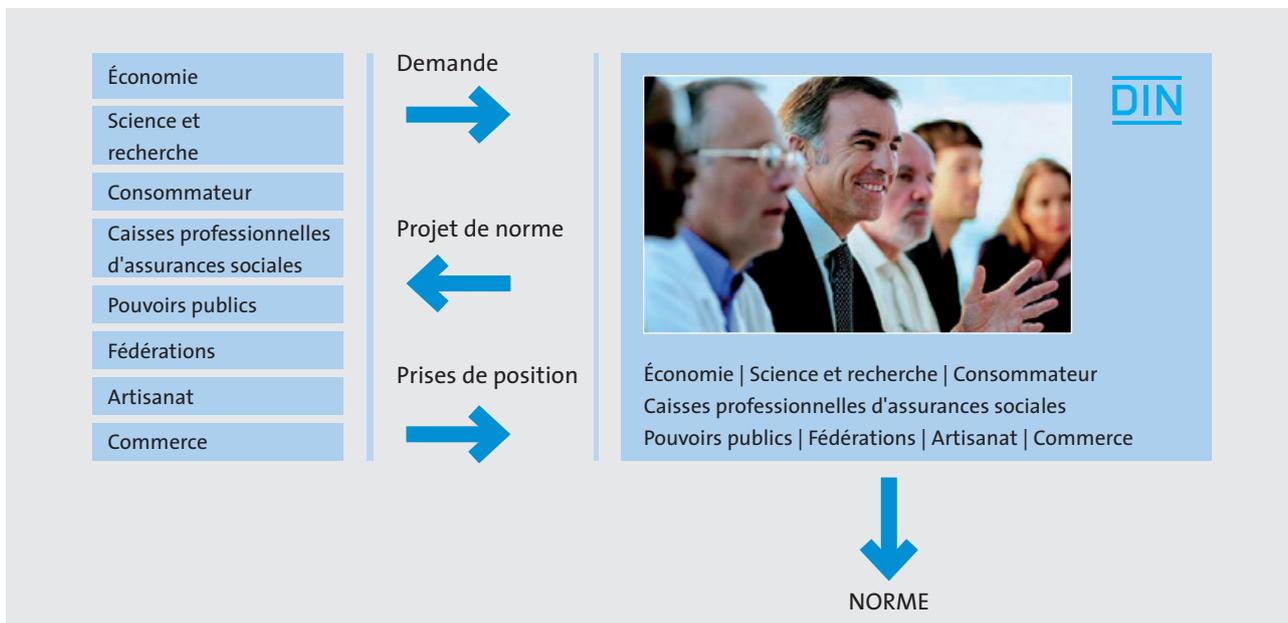


Fig. 105 : Participation au processus de normalisation

## Utilité

Ci-dessous, quelques exemples orientés application illustrent l'utilité de la normalisation.

### *DIN EN 215, Robinets thermostatiques de radiateur – exigences et contrôle.*

Cette norme fixe les exigences de dimensions et d'exécution du raccord (passage direct ou en équerre) des robinets thermostatiques de radiateurs). En référence à la norme DIN EN 215, il est d'emblée possible d'obtenir le raccord correspondant quel que soit le fabricant. Sans cette norme, de nombreuses géométries de raccords différents seraient disponibles sur le marché, ce qui compliquerait considérablement la conception de produits et d'installations ainsi que le montage d'une installation de chauffage. De plus, DIN EN 215 fixe les exigences de propriétés mécaniques, de comportement en service, de durabilité et de résistance aux variations de température ainsi que de procédures de contrôle. Si un raccord est conçu conformément à la norme DIN EN 215, il est permis de partir du principe qu'il n'existera aucun problème d'utilisation avec les valves de thermostat courantes. Et ces déterminations aident non seulement le client mais aussi le fabricant pour le développement, le lancement sur le marché et l'application.

### *DIN EN 12831, Installations de chauffage dans les bâtiments – méthode de calcul des déperditions calorifiques de base*

Le calcul des déperditions calorifiques, base pour la conception de toute installation de chauffage, est aujourd'hui effectué selon le procédé reconnu de la norme DIN EN 12831.

DIN EN 12831 contribue ainsi de façon déterminante à faire en sorte que les installations de chauffage soient conçues pour atteindre la température interne de base requise. DIN EN 12831 fournit un procédé applicable de manière uniforme qui permet la comparabilité de différentes installations.

Pour simplifier, DIN EN 12831 garantit qu'en hiver, l'installation de chauffage est en mesure de chauffer l'appartement ou la maison à une température confortable.

### *DIN EN 12828 Système de chauffages dans les bâtiments – Conception d'installations de chauffage à eau chaude*

En raison des faibles capacités de dilatation des tuyaux, la variation du volume d'eau engendrée par un changement de la température peut causer une forte augmentation de la pression même en cas de faible élévation de la température. Sans mesures supplémentaires telles que les vases d'expansion, cette augmentation de la pression peut provoquer la destruction des conduites et des réservoirs sous pression. Les vases d'expansion à membrane aident à compenser cette variation de volume de l'eau dans les systèmes de conduites.

DIN EN 12828 indique clairement comment les vases d'expansion à membrane doivent être conçus et permet de les dimensionner correctement. Sans dimensionnement correct, il existe un risque non négligeable d'éclatement des conduites.

Un dimensionnement selon DIN EN 12828 met en confiance aussi bien l'utilisateur que le concepteur. Finalement, tout vase d'expansion à membrane correctement conçu en conformité avec la norme DIN EN 12828 peut être considéré comme techniquement sûr.



AEROLINE Tube Systems Baumann GmbH

AFG Arbonia-Forster-Riesa GmbH

Alpha-InnoTec GmbH

altmayerBTD GmbH & Co. KG

ATAG Heizungstechnik GmbH

Austria Email AG

BDR Thermea

August Brötje GmbH

De Dietrich Remeha GmbH

Oertli Rohleder Wärmetechnik GmbH

SenerTec GmbH

Bertrams AG

Bosch Industriekessel GmbH

Bosch Thermotechnik GmbH

Caradon Heating Europe B. V.

Carl Capito Heiztechnik GmbH

Danfoss GmbH

DEHOUST GmbH

Dinak S.A. Deutschland

DL Radiators SpA

Walter Dreizler GmbH Wärmetechnik

Karl Dungs GmbH & Co. KG

ebm-papst Landshut GmbH

eka - edelstahlkamine gmbh

ELCO GmbH

Elster GmbH

Enertech GmbH Division Giersch

ERC GmbH

Federal-Mogul Ignition GmbH

Ferrolli Wärmetechnik GmbH

Georg Fischer GmbH & Co. KG

Flamco GmbH

Fröling Heizkessel- und Behälterbau Ges. mbH

General Solar Systems GmbH

Glen Dimplex Deutschland GmbH

Greiner PURtec GmbH

GRUNDFOS GmbH

HANNING Elektro-Werke GmbH & Co. KG

Hautec GmbH

HDG Bavaria GmbH

Herrmann GmbH & Co. KG

Honeywell GmbH

Hoval GmbH

Huch GmbH Behälterbau

IWO - Institut für Wärme und Oeltechnik e. V.

jeremias GmbH

Kermi GmbH

Körting Hannover AG

KOF-Abgastechnik GmbH

KORADO A. S.

Kutzner & Weber GmbH & Co. KG

MAGONTEC GmbH

MARANI G. S.p.A.

MEKU Energie Systeme GmbH & Co. KG

MHG Heiztechnik GmbH

Mitsubishi Electric Europe B.V.

Möhlenhoff GmbH

Mommertz GmbH

Müller + Schwarz GmbH



Muhr Metalltechnik GmbH + Co. KG  
NAU GmbH Umwelt- und Energietechnik  
NIBE Systemtechnik GmbH  
Ontop Abgastechnik GmbH  
Oventrop GmbH & Co. KG  
Paradigma Deutschland GmbH  
Poujoulat GmbH  
pro KÜHLSOLE GmbH  
Rettig Austria GmbH  
Rettig Germany GmbH, Lilienthal  
Rettig Germany GmbH, Vienenburg  
Riello S.p.A.  
ROTEX Heating Systems GmbH  
Roth Werke GmbH  
SAACKE GmbH  
Schiedel GmbH & Co. KG  
K. Schröder Nachf.  
Schüco International KG  
SCHÜTZ GmbH & Co. KGaA  
Seibel + Reitz GmbH & Co. KG  
SEM Schneider Elementebau GmbH & Co. KG  
Siemens AG  
SOTRALENTZ HABITAT  
Stiebel Eltron GmbH & Co. KG  
SUNTEC INDUSTRIES (Deutschland) GmbH  
TEM AG  
Ten Cate Enbi GmbH  
Testo AG  
The Heating Company Germany GmbH

TiSUN GmbH  
TYFOROP CHEMIE GmbH  
Uponor GmbH  
Vaillant GmbH  
VHB - Verband der Hersteller von Bauelementen für wärmetechnische Anlagen e. V.  
Viessmann Werke GmbH & Co. KG  
WATERKOTTE GmbH  
Watts Industries Deutschland GmbH  
Max Weishaupt GmbH  
WERIT Sanitär-Kunststofftechnik GmbH & Co. KG  
Wieland-Werke AG  
WILO SE  
Windhager Zentralheizung GmbH  
Winkelmann Handelsgesellschaft mbH  
Stahl-Behälter-Technik  
wodtke GmbH  
Wolf GmbH  
Zehnder Group Deutschland GmbH





[www.bmu.de](http://www.bmu.de)



[www.asue.de](http://www.asue.de)



[www.bdh-koeln.de](http://www.bdh-koeln.de)



[www.waermepumpe.de](http://www.waermepumpe.de)



[www.dena.de](http://www.dena.de)



[www.depv.de](http://www.depv.de)



[www.nhrs.din.de](http://www.nhrs.din.de)



[www.dvgw.de](http://www.dvgw.de)



Fachverband  
Gebäude-Klima e. V.

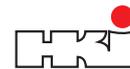
[www.fgk.de](http://www.fgk.de)



[www.geea.info](http://www.geea.info)



[www.hea.de](http://www.hea.de)



[www.hki-online.de](http://www.hki-online.de)



[www.iwo.de](http://www.iwo.de)



[www.messefrankfurt.com](http://www.messefrankfurt.com)

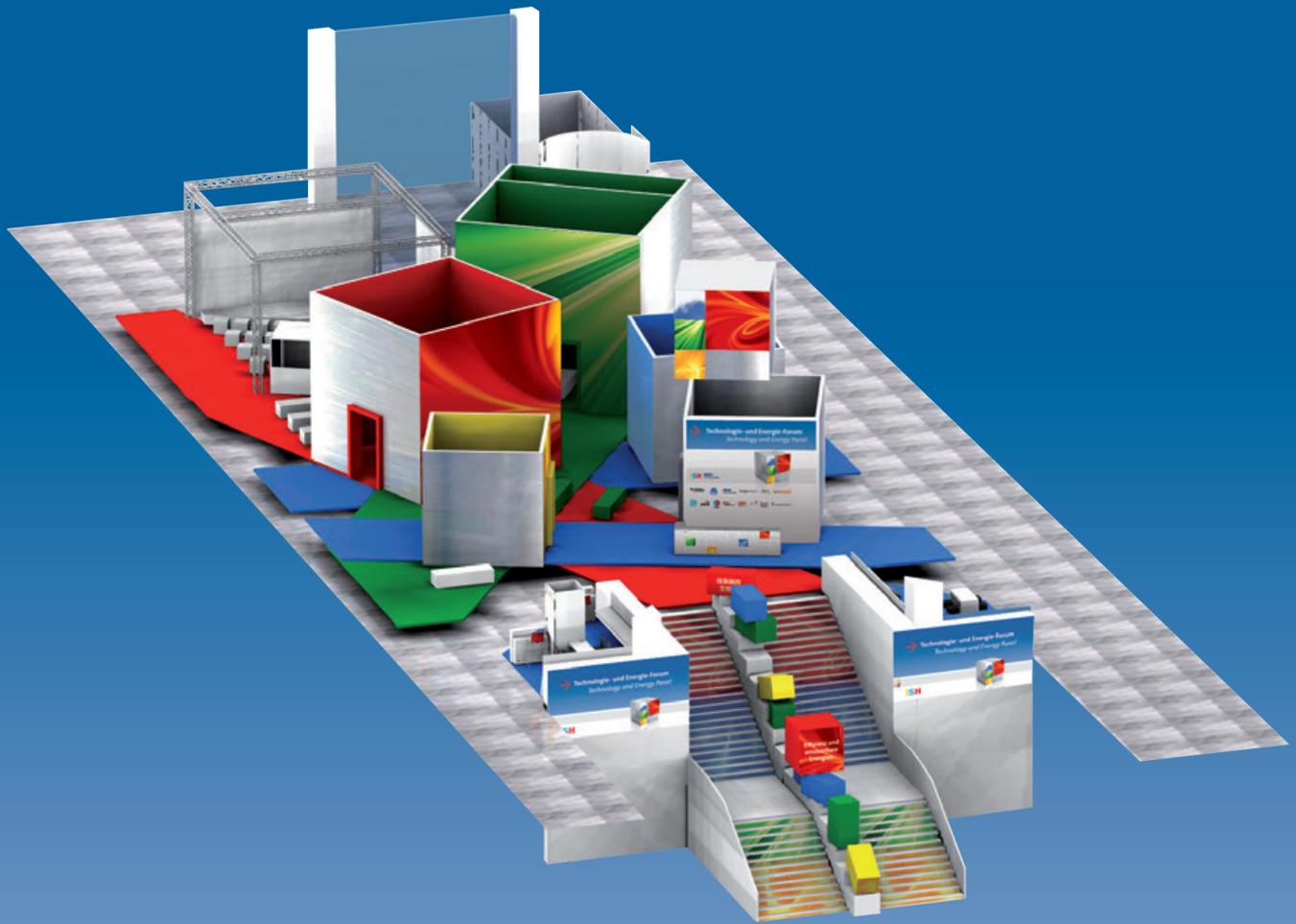


Weltleitmesse  
Erlebniswelt Bad  
Gebäude-, Energie-, Klimatechnik  
Erneuerbare Energien

Frankfurt am Main | Energy  
12. – 16.3.2013

Effiziente Heizungssysteme und  
Erneuerbare Energien  
Aircontec – Klima, Kälte, Lüftung





Éditeur : Interessengemeinschaft Energie Umwelt Feuerungen GmbH, Frankfurter Straße 720-726, 51145 Köln



ISH Forum Technologie et Énergie

