

# Technique et domaines d'utilisation des installations de chauffage à bûches

D'importants progrès ont été réalisés ces dernières années dans la technique de chauffage à bûches. Grâce à une technique de chauffage optimisée, parfois soutenue par une régulation électronique, des rendements élevés sont obtenus avec des émissions faibles. Le confort de chauffage est amélioré aussi par la présence d'accumulateurs thermiques, et les phases de combustion avec émissions élevées sont ainsi évitées.

**Thomas Nussbaumer**, D<sup>r</sup> et privat-docent, travaille depuis 20 ans comme ingénieur-mécanicien diplômé EPF dans le domaine de la technique de production de chaleur et d'électricité à partir du bois. Il est propriétaire du bureau d'ingénieurs Verenum à Zurich, privat-docent à l'EPF Zurich et vice-président d'Energie-bois Suisse. La firme Verenum emploie quatre ingénieurs et propose des conseils et des services dans les domaines de la recherche, du développement, des mesures, des concepts, de la formation et de l'assurance-qualité. L'objectif majeur consiste à minimiser les émissions et à optimiser le rendement. E-mail: [thomas.nussbaumer@verenum.ch](mailto:thomas.nussbaumer@verenum.ch)

D'autres informations sur les activités et des publications plus approfondies sont disponibles auprès de Verenum, Langmauerstrasse 109, 8006 Zurich ou sous [www.verenum.ch](http://www.verenum.ch)

Thomas Nussbaumer

Une installation de chauffage à bûches conçue de manière optimale contribue efficacement à la substitution de combustibles fossiles. Cela s'avère néces-

saire pour éviter l'accroissement de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et permettre aussi aux générations futures d'utiliser de façon ciblée des matières premières fossiles pour la production de produits de haute valeur, comme les matériaux synthétiques.

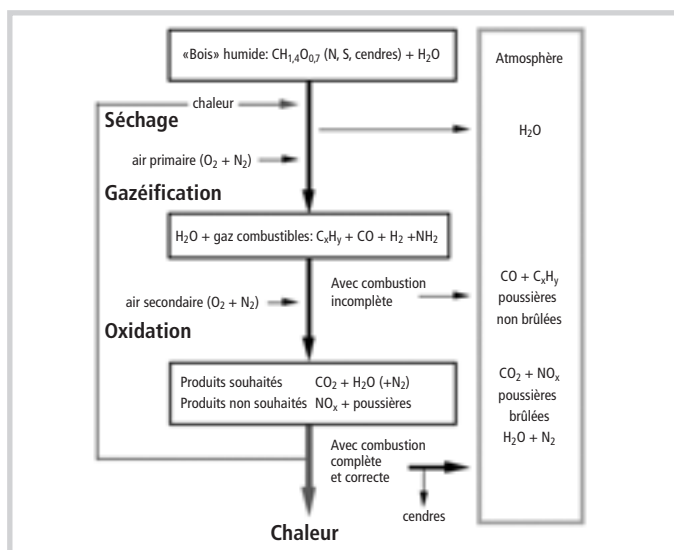
## Effet de substitution élevé des chauffages à bûches

En comparaison avec d'autres techniques utilisant l'énergie renouvelable, les chauffages à bûches ont une efficacité très élevée pour le

## TABLEAU 1

### Catégories de chauffages à bois à alimentation manuelle

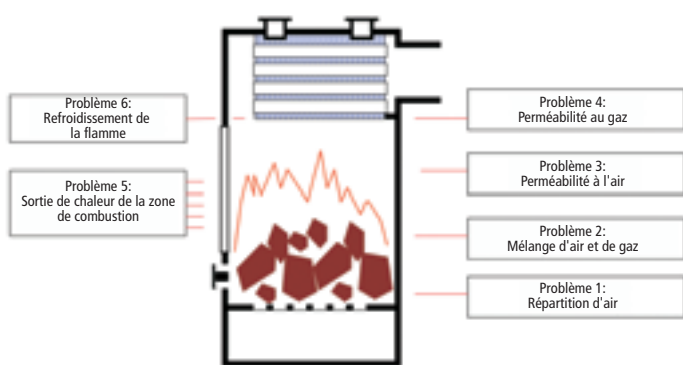
Type	Système de chauffage	Plage de puissance (puissance calorifique)	Principe de combustion	Remarque
Poêle	Poêle individuel	3-10 kW	• Combustion montante	Poêle à bois alimenté directement dans la pièce sans installation fixe
	Poêle-cheminée	4- 12 kW	• Combustion montante	Poêle fermé à convection
	Cheminée ouverte	0- 5 kW	• Combustion montante	Ne convient pas comme chauffage
	Cheminée fermée	5- 15 kW	• Combustion montante	Avec circulation d'air chaud, pour un ou plusieurs locaux
Chaudière	Poêle à accumulation (p. ex.: poêle en catelles)	2- 15 kW	• Combustion montante • Combustion inférieure	Longue durée d'accumulation (10 à 24 h)
	Cuisinière à bois	3- 12 kW	• Combustion montante	La chaleur sert à la cuisson et au chauffage d'une banquette
	Cuisinière de chauffage central	8- 30 kW	• Combustion montante • Combustion inférieure	La chaleur sert à la cuisson et au chauffage central
	Chaudière à bûches	10-200 kW	• Combustion montante • Combustion inférieure • Combustion descendante	Avec une combustion inférieure ou descendante, on parvient à de plus longues durées de combustion et des rendements supérieurs



Combustion en deux phases du bois comprenant transformation de la matière avec l'air primaire, puis combustion des gaz avec l'air secondaire.

remplacement des carburants fossiles. Une installation de chauffage à bûches peut, en considérant la consommation intermédiaire (énergie grise), procurer un facteur énergie-récolte atteignant la valeur de 14. Cela signifie que, à partir de 1 kWh de pétrole nécessaire à l'entraînement de machines et à la production d'installation de chauffage, la chaîne des bûches permet de produire 14 kWh de chaleur. Le facteur de récolte est ainsi un peu plus élevé que pour la chaleur de proxi-

mité du bois, car la préparation de bois décheté demande davantage d'énergie et la distribution de la chaleur entraîne des pertes. Cette valeur élevée pour les bûches ne vaut que pour une installation moderne installée et utilisée de manière optimale. Aussi bien les copeaux de bois que les bûches présentent donc un potentiel de substitution important. Lorsque du pétrole est utilisé pour chauffer, seulement 0,7 kWh d'énergie de chauffage est produit à partir de



Limite de la combustion en une phase à l'exemple d'un poêle avec chaudière attenante. Zones problématiques: 1. Répartition de l'air dans le lit de braises, 2. Mélange de gaz et d'air, 3. Perméabilité à l'air vers l'extérieur, 4. Perméabilité au gaz dans le foyer, par exemple entre le foyer et le conduit d'évacuation de la fumée ou entre le foyer et la chambre de post-combustion, 5. Sortie de chaleur hors de la zone de combustion par des vitres ou le foyer, 6. Refroidissement de la flamme par contact avec les surfaces froides de la chaudière en raison d'une chambre de post-combustion trop petite.

1 kWh d'huile de chauffage, en considérant l'énergie grise. Les bûches ont donc un effet de substitution très élevé pour le pétrole avec un rapport  $14:0,7=20$ , c'est-à-dire qu'avec un litre de pétrole destiné à l'utilisation de bûches, on épargne 20 litres d'huile de chauffage ou 95% de l'énergie fossile. Les bûches sont bien le combustible le plus ancien de l'humanité, et pourtant l'un des plus indiqués lorsqu'il est utilisé de manière optimale.

## Domaines d'application des chauffages à bûches

Les chauffages à bois à alimentation manuelle peuvent être utilisés comme chauffage principal ou d'appoint (tableau 1: Catégories de chauffages à alimentation manuelle). Les chaudières à bûches servent au chauffage central et à la production d'eau chaude lors de la période de chauffage, alors que les poêles à bois ne servent souvent qu'au chauffage d'appoint pendant les périodes intermédiaires.

Les cheminées ouvertes ne sont pas adaptées comme système de chauffage. Elles nécessitent en effet une quantité d'air disproportionnée pour éviter la propagation de fumées dans le local à chauffer. Bien que le feu dégage de la chaleur par rayonnement dans la pièce, l'air tempéré du bâtiment est parfois davantage refroidi que réchauffé.

Les cheminées fermées, poêles individuels et poêles à accumulation servent en général au chauffage d'une seule pièce. La chaleur est dégagée par rayonnement ou convection et, dans certains cas, par échauffement complémentaire de l'air ambiant dans un registre de chauffage.

Les poêles-cheminées peuvent être conçues dans une forme légère ou lourde selon leur destination. Dans les versions légères, le déga-

gement de chaleur est rapide alors que les versions plus lourdes libèrent la chaleur avec un certain décalage dû à son accumulation. Les poêles à accumulation comme les poêles à catelles (à carreaux de faïence) ont une fonction d'accumulation de chaleur particulière qui leur permet de diffuser celle-ci dans la pièce durant plusieurs heures. Le chauffage de plusieurs pièces est possible moyennant une distribution de chaleur par un système hypocauste ou l'utilisation en aval d'un échangeur de chaleur dans une seconde pièce. La diffusion de chaleur par rayonnement permet d'obtenir un climat agréable, car la température de l'air est un peu inférieure à celle de l'émission de chaleur par convection. Les poêles et les cheminées conviennent pour de petites quantités de bois. Leur domaine d'application se limite au chauffage d'appoint de locaux individuels (p. ex. à l'entre-saison) ou au chauffage de maisons à faibles besoins de chaleur. Pour des performances supérieures et un chauffage à l'année, les chaudières à bûches sont principalement utilisées.

## Déroutement de la combustion

La combustion dans les chauffages à alimentation manuelle se partage toujours en plusieurs charges. Après l'allumage, une première période stationnaire de combustion du bois se produit, suivie par la combustion définitive du charbon de bois. L'allumage peut provoquer des émissions importantes et des inconvénients dus aux odeurs, la combustion des gaz dans un foyer froid étant incomplète. Les conséquences sont des émissions accrues de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures (HC) et de poussières fines partiellement consommées comme les suies et le goudron. Les suies et les hydrocarbures sont nocifs pour la santé et

doivent être évités. Cela implique un allumage correct, adapté au type de chauffage. Dans les poêles à bois, il faut éviter le rechargement de grandes quantités car le volume du foyer est souvent insuffisant pour assurer la combustion de l'important volume de gaz produit rapidement.

## Technique de chauffage

Une condition importante pour une combustion complète est une technique de chauffage qui prend en compte le déroulement de la combustion du bois en plusieurs étapes. Il faut considérer ici que le bois se transforme tout d'abord, sous l'effet de la chaleur, en gaz inflammables (monoxydes de carbone, hydrogène et hydrocarbures) et que la matière solide restante (le charbon de bois) est transformée.

En complément de cette dégradation, les gaz combustibles doivent se consumer sans difficulté dans une zone proche du lit de braises. Pour cela, une chambre de post-combustion est nécessaire, et le partage de l'air de combustion en air primaire pour la transformation du bois et air secondaire pour la combustion du gaz s'avère utile. Cette condition est souvent remplie dans les poêles à bûches modernes qui opèrent une combustion en

deux phases. Dans les poêles à bois, la séparation entre la transformation de la matière solide et la combustion des gaz n'est que rarement ou partiellement considérée, la visibilité du feu étant prioritaire.

La présence d'air en quantité suffisante est nécessaire à la combustion des gaz. Pour cela, de l'air secondaire est insufflé la plupart du temps. Le parfait mélange des gaz chauds et de l'air secondaire est déterminant pour obtenir une combustion complète. Dans les chaudières de chauffage central, l'utilisation d'un ventilateur pour favoriser l'apport d'air ou de gaz assure un meilleur mélange.

Afin de maintenir la température de quelque 850 °C nécessaire à la combustion des gaz, il faut veiller à ce que les gaz ne se refroidissent pas dans la zone de combustion. Des parois de foyer refroidies à l'eau ou un refroidissement de la flamme dans l'échangeur de chaleur avec une chambre de post-combustion trop petite entraînent des émissions nocives nettement supérieures. Dans le cas des feux visibles dans l'habitation, les vitres de foyer non isolées conduisent à un refroidissement indésirable.

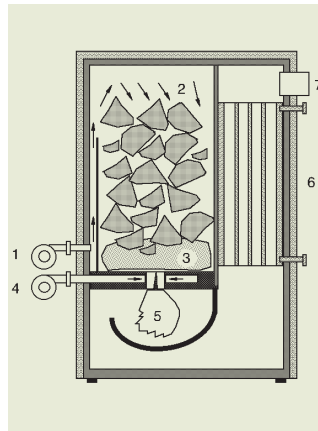


## LE BOIS

### Une énergie qui repousse

L'utilisation de bois comme source d'énergie répond doublement à la notion de durabilité. D'une part, le bois est neutre sur le plan du CO<sub>2</sub>, pour autant que le volume utilisé ne dépasse pas la repousse. En Suisse, cela figure dans la Loi forestière, et l'utilisation de bois comme source d'énergie peut encore doubler. Cela est également mis en exergue dans le programme Energie-suisse de la Confédération et des cantons. D'autre part, le bois comme source d'énergie assure des places de travail et de la valeur ajoutée dans le pays. Le bois est aujourd'hui déjà la deuxième source d'énergie renouvelable indigène après l'énergie hydraulique et peut encore être utilisé davantage à l'avenir.

L'approvisionnement de gros consommateurs ou de réseau de distribution de proximité est possible par le biais d'installations de chauffage automatiques à copeaux de bois. La distribution en réseau ne convient que pour les courtes distances et des puissances de raccordement élevées. Avec les puissances plus petites, les pertes de distribution seraient excessives, raison pour laquelle les maisons familiales sont équipées d'installations de chauffage individuelles. Comme les bûches sont disponibles presque partout ou peuvent être préparées par les propriétaires de forêt, les chauffages à bûches constituent le système le plus adapté en zone rurale.



*Chaudière à combustion descendante avec combustion en deux phases par gazéification du bois, puis combustion du gaz.*

*1. Air primaire, 2. Trémie de remplissage, 3. Lit de braises avec zone de gazéification, 4. Air secondaire, 5. Chambre de post-combustion, 6. Echangeur de chaleur, 7. Gaz brûlés. Les problèmes évoqués à l'illustration 2 peuvent être évités ainsi en grande partie.*



*Exemple de chaudière à bûches avec combustion descendante et régulation par sonde lambda (photo: Liebi).*

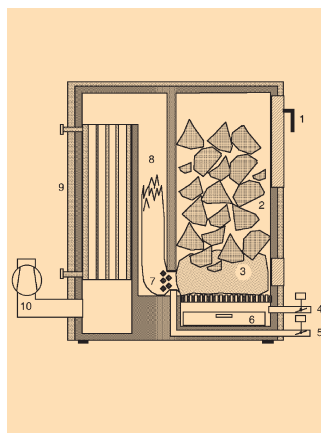
### Combustion inférieure en deux phases pour un processus optimal de longue durée

Afin de remplir les conditions d'une combustion en deux phases dans les chauffages à alimentation manuelle, la plupart des chaudières de chauffage central sont de type à «combustion inférieure» ou à «combustion descendante». Ce principe de fonctionnement permet de prédéterminer par l'apport d'air primaire, et donc de limiter, le rendement instantané libéré par le combustible. Le stock de bois sur le lit de braises sert de réserve de combustible et tombe par gravité sans pour autant prendre part immédiatement à la combustion. Ainsi, une durée de combustion élevée (parfois plus de 10 heures) est possible, ce qui est particulièrement avantageux, l'allumage et l'extinction du feu entraînant des émissions accrues. Cela permet également de dimensionner le boiler

d'accumulation de manière moins large en particulier car les chauffages disposant d'une régulation de la combustion peuvent fonctionner à charge partielle jusqu'à 50% de la puissance nominale en mesurant soit la température, soit la teneur en oxygène. Les gaz issus du lit de braises sont mélangés à l'air secondaire et se consomment complètement.

### Accumulation de chaleur

Comme, lors de la phase stationnaire, un rendement de chauffage élevé et des émissions faibles sont réalisés, un accumulateur de chaleur est nécessaire pour l'utilisation de chauffages à bûches comme système général. Cela permet une diffusion de chaleur régulière et une combustion du bois avec peu d'émissions. L'accumulation de chaleur se fait dans la masse même du poêle dans le cas des poêles à catelles qui diffusent la chaleur



Chaudière à bûches avec combustion latérale inférieure.

1. Porte de remplissage, 2. Trémie de remplissage, 3. Lit de braises avec zone de gazéification, 4. Air primaire, 5. Air secondaire, 6. Cendrier, 7. Système de turbulences, 8. Chambre de post-combustion, 9. Echangeur de chaleur, 10. Ventilateur d'évacuation des gaz brûlés.



Exemple de chaudière à bûches avec combustion latérale inférieure et chambre de post-combustion verticale (photo: Schmid).

avec un certain décalage. Pour les chaudières à bûches en revanche, un accumulateur à eau d'un volume usuel de 1000 à 2000 litres est nécessaire. Comme un tel accumulateur est également nécessaire pour les installations solaires, la combinaison des chaudières à bûches et des capteurs solaires est toute naturelle.

### Apport d'air

Le fonctionnement des chauffages à bois implique naturellement des besoins importants d'air de combustion. Il est donc nécessaire de prévoir un apport d'air extérieur pour l'alimentation dans les bâtiments à l'enveloppe étanche. Cela doit impérativement être pris en compte dans les nouvelles constructions. Afin d'augmenter le confort et d'éviter les pertes énergétiques en raison du prélèvement d'air de l'habitation, une alimentation d'air séparée est également

recommandée dans le cas de transformations.

### Combustibles et exploitation: pas de déchets dans les chauffages à bois!

Avec les installations de chauffage à bois alimentées manuellement, il faut veiller à n'utiliser que du bois de feu sec à l'état naturel. Il est interdit de brûler du bois de démolition, de revêtements intérieurs et de meubles, comme d'ailleurs les panneaux agglomérés et autres matières combustibles provenant de déchets ménagers. Le vieux bois de poutres de toiture ou de l'intérieur de bâtiments est souvent considéré par erreur comme du bois non traité, car les traitements antérieurs ne sont plus décelables visuellement. L'incinération de papier et de carton est également interdite, car le revêtement des emballages (briques de lait) ou le papier imprimé (revues ou jour-

naux) peuvent libérer des émissions toxiques. L'incinération non autorisée de vieux bois ou de déchets entraînent l'émission de substances hautement toxiques telles que des métaux lourds, des acides et de la dioxine présents dans les fumées et les cendres. Hormis les dommages aux personnes exposées, l'épandage des cendres empoisonne les sols et les denrées alimentaires. En dernier lieu, la longévité de l'installation est elle-même menacée, les acides libérés attaquant le foyer, l'échangeur de chaleur et le conduit de fumée. Malheureusement, les contrôles réalisés démontrent que l'incinération de déchets dans les chaudières à bois et dans des feux ouverts est toujours largement répandu, ce qui implique que l'interdiction d'incinération des déchets devra être appliquée à l'avenir de manière plus conséquente. Les chaudières à bois sont

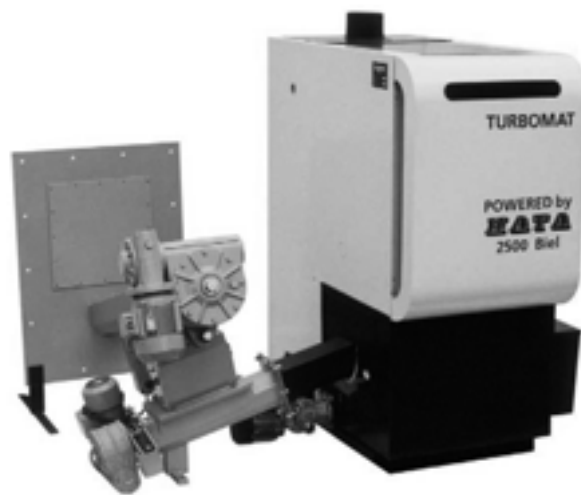
adéquates à condition d'être utilisées correctement. Si elles servent en revanche à l'incinération de déchets, elles provoquent une pollution grave de l'environnement. Cela vaut d'autant plus que les chaudières ont une «mémoire» des déchets, leur incinération produisant des dépôts de poussières dans l'installation qui peuvent libérer de la dioxine hautement toxique pendant des semaines.

### Informations

Energie-bois Suisse, ch.de Mornex 6, 1001 Lausanne, [www.energie-bois.ch](http://www.energie-bois.ch), renseigne sur les homologations de types, les fournisseurs de combustible et les adresses des firmes dans le domaine de l'énergie du bois. Une liste détaillée des fournisseurs d'installations de chauffage au bois est également disponible. ■

# HATA

Le nouveau chauffage à bois déchiqueté HATA, avec les avantages déterminants



Envoyez moi s.v.p. une documentation.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

HATA Holz- et Biomasse-Energietechnik, 3264 Diessbach  
Tél. 032 351 45 45, Fax 032 351 44 58