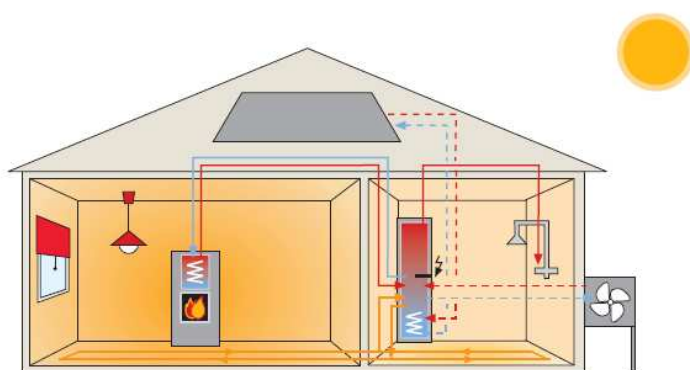


TULIKIVI AU XXI^e SIECLE



*Utilisation de poêles de masse en stéatite
dans les maisons isolées selon les normes modernes,
les maisons basse énergie et les maisons passives*

Dossier réalisé par :

P. Marchand – Agrégé en Politique industrielle de l'environnement

Eco-Logic Unlimited SCRL

Jeroom Duquesnoy laan 8 – 9051 Sint-Denijs Westrem

Pour :

Dutry & Co S.A.

Jagershoek 10 – 8570 Vichte

DUTRY&Co



De warmste keuze!

© 2011 Dutry & Co

TABLE DES MATIERES

PARTIE 1 : Les poêles de masse en stéatite Tulikivi

1.1.	Introduction	p. 3
	<i>Batterie thermique – Confort moderne – Chaleur par rayonnement</i>	
1.2.	Fonctionnement	p. 4
	<i>Principe du contre-courant – Technologie de combustion</i>	
1.3.	Qualité supérieure pour l'environnement	p. 5
	<i>Neutre en termes d'effet de serre – Écologique et économique</i>	
1.4.	Efficacité énergétique de la chaleur par rayonnement	p. 6
1.5.	Dernière génération de modèles Tulikivi	p. 7
	<i>Émission de chaleur uniforme – Intégration d'échangeurs de chaleur – Etanchéité à l'air – Aménée d'air extérieur – C10, la commande électronique – Absence de modèle de très grande taille</i>	
1.6.	Bois ou pellets	p. 9

PARTIE 2 : Poêle-chaudière en stéatite

2.1.	Échangeurs de chaleur W10	p. 10
	<i>Système W10 – P1 ou P2 – Chauffage de l'eau – Chauffage de l'espace</i>	
2.2.	Sécurité, durabilité et environnement	p. 13
2.3.	Sécurité anti-surpression, réservoir tampon et réglage du débit d'eau	p. 14
2.4.	Possibilités d'intégration diverses	p. 16
	<i>Combinaison avec des panneaux solaires – Intégration dans un système de chauffage central existant – Chauffage indirect d'autres pièces</i>	
2.5.	Alimentation adaptée du poêle	p. 18
2.6.	Installation d'un poêle en stéatite avec échangeur de chaleur	p. 19

PARTIE 3 : Possibilités dans les maisons modernes

3.1.	Brûler du bois au XXI ^e siècle	p. 20
3.2.	Types de maisons	p. 21
3.3.	Différences importantes en matière de besoins de chaleur	p. 22
	<i>Besoins de chaleur pour le chauffage – Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire – Besoins de chaleur totaux</i>	
3.4.	Capacité calorifique d'un poêle de masse en stéatite	p. 24
	<i>Groupes de modèles – Production de chaleur moyenne – Répartition de la chaleur par groupe de modèles</i>	

ANNEXES – DONNEES TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES

Annexe 1 : Codes de produit des échangeurs de chaleur et débit d'eau recommandés correspondants	p. 27
Annexe 2 : Emplacements et dimensions des raccordements	
Annexe 3 : Pièces de la pompe/du dispositif de réglage Tulikivi	p. 28
Annexe 4 : Exemple de schéma de raccordement	

PARTIE 1 : Les poêles de masse en stéatite Tulikivi

1.1. Introduction

Les poêles Tulikivi sont synonymes de chaleur agréable, saine et durable. Ils consomment un combustible renouvelable, naturel et local, et présentent une efficacité maximale. Enfin, leur utilisation entraîne un minimum d'effort et de pollution.

Batterie thermique

Les poêles en stéatite Tulikivi sont des poêles à bois qui accumulent la chaleur, de sorte qu'il suffit de les allumer quelques heures pour avoir de la chaleur pendant 24 heures. Même avec un volume restreint, la stéatite Tulikivi présente une capacité de stockage de la chaleur particulièrement importante. En outre, elle résiste mieux à la chaleur que le métal. Ces poêles permettent également de brûler des essences de bois tendre et bon marché, comme le pin ou le sapin, sans entraîner de risque de dépôt de goudron dans la cheminée. Un poêle Tulikivi moyen ne consomme que 10 à 20 kg de bois par jour. Ces batteries thermiques représentent d'énormes économies d'énergie et permettent donc de réduire considérablement les frais de chauffage. Dans la plupart des cas, un poêle Tulikivi est amorti sur une période de 3 à 7 ans (voir <http://www.dutry.be/amortissement>).



Confort moderne

Le confort et la qualité qu'offrent ces poêles en stéatite se distinguent surtout par le gain de temps quotidien qu'ils permettent et par leur technologie intelligente. De plus, ils sont particulièrement faciles à utiliser et chauffent très rapidement, ce qui représente un avantage appréciable avec notre climat très variable. La température intérieure élevée garantit la propreté de la vitre et une vue parfaite sur le feu.

Nombreuses options

Les nombreuses options techniques et esthétiques qui s'ajoutent aux plus de 60 modèles standard rendent ces poêles sans limite. En cas de travail sur mesure, le poêle en stéatite est d'abord conçu sur ordinateur. Les poêles Tulikivi peuvent être équipés d'un four ou d'une cuisinière pour préparer des plats délicieux qui dégagent l'arôme unique du feu de bois.

Chaleur par rayonnement

Véritable réconfort l'hiver, l'agréable chaleur par rayonnement constitue peut-être la donnée majeure qui explique le succès mondial de ces poêles. Avec un poêle Tulikivi, les pieds glacés sont révolus. En matière de climat intérieur, remarquons surtout que cette chaleur n'assèche pas l'air. La chaleur par rayonnement infrarouge est une source de force et de vitalité qui favorise également la santé de la peau. Les poêles en pierre naturelle offrent aussi des avantages en termes de sécurité pour les enfants.

Vous trouverez de plus amples informations à propos des poêles de masse en stéatite de Tulikivi dans la documentation générale de Tulikivi, ainsi que sur le site www.dutry.be.

1.2. Fonctionnement

Principe du contre-courant

Tous les poêles de masse en stéatite Tulikivi se basent sur le principe du contre-courant : les gaz de combustion ascendants sont reconduits jusqu'au bas du poêle avant d'être évacués par la cheminée, permettant un stockage optimal de la chaleur de ces gaz par la stéatite.



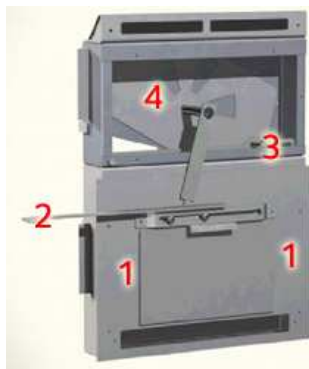
Technologie de combustion

La chambre de combustion à tourbillonnement avec grille-entonnoir se compose de diverses parties importantes :



1. Panneaux en cordiérite avec canaux d'amenée d'air secondaire
2. La grille courbe en fonte permet d'éviter que des cendres ne perturbent l'amenée d'air au niveau de la grille.
3. L'entonnoir en fonte sur lequel repose la grille courbe assure la cohésion des braises pour une combustion optimale.
4. Le conduit en acier assure l'évacuation propre des cendres dans le tiroir.

L'unité de réglage de l'air est une prouesse technique qui permet de régler l'ensemble du processus de combustion à l'aide d'une poignée unique :



1. L'air de combustion est amené à gauche et à droite du tiroir à cendres.
2. Une poignée unique permet de régler toute l'unité.
3. Quand le poêle ne fonctionne pas, ce clapet ferme l'arrivée d'air en positionnant la poignée tout à fait à gauche.
4. Ce clapet sectoriel règle la quantité d'air qui passe par la grille en fonction de la quantité d'air amenée par les panneaux de la chambre de combustion.

1.3. Qualité supérieure pour l'environnement

Neutre en termes d'effet de serre

La combustion de bois ne contribue pas à l'effet de serre, si les arbres coupés sont remplacés ou si les déchets sont utilisés. Le bois de combustion fait donc partie de la biomasse. Ce combustible renouvelable se trouve encore en abondance en Belgique sans qu'il faille utiliser de terres agricoles. La production et le transport du bois de combustion produisent très peu de CO₂, environ 25 fois moins que la production et le transport des combustibles fossiles et 13 fois moins que la production et le transport des pellets de bois.

Écologique et économique

Un poêle de masse en stéatite Tulikivi produit des gaz de combustion particulièrement propres et offre un rendement inégalé. Ces résultats sont dus à la technologie de combustion unique basée sur le principe du contre-courant qui permet à la masse de stéatite de stocker la chaleur produite de manière optimale. En conséquence, il est inutile de limiter la perte de chaleur par la cheminée en réduisant l'amenée d'air (comme c'est le cas avec les poêles à bois classiques), de sorte que le poêle peut fonctionner avec suffisamment d'oxygène. La combustion est donc beaucoup plus efficace grâce à des températures nettement plus élevées (> 800 °C) que celles d'un poêle à bois traditionnel.

Grâce à ce principe de fonctionnement et à leur masse importante (en général, de 1 à 2 tonnes), les poêles en stéatite Tulikivi présentent des rendements nettement supérieurs à ceux d'un poêle à bois ordinaire : 80 à 90 %. À cet égard, ils égalent les chaudières et poêles à pellets. Le tableau ci-dessous reprend les émissions d'un poêle de masse en stéatite Tulikivi, comparées à celles d'autres appareils de chauffage à base de combustibles renouvelables et neutres en termes d'effet de serre :

	CO (mg/MJ)	Nox (mg/MJ)	Poussière (mg/MJ)
Poêles à bois classiques	5000-10000	75-150	80-130
Poêles de masse en stéatite	350-1100	20-110	20-55
Poêles à pellets	200-500	20-85	8-45
Chaudières à pellets	20-200	45-150	4-50

Émissions des appareils de chauffage à base de combustibles renouvelables

En moyenne, les poêles et chaudières à pellets produisent moins de CO que les poêles de masse en stéatite, qui obtiennent à leur tour de meilleurs résultats que les poêles à bois classiques. Cependant, certains poêles de masse en stéatite obtiennent de meilleurs résultats que certains poêles à pellets. En matière de NOx, les poêles à pellets et les poêles de masse en stéatite présentent les émissions les plus faibles, alors que les chaudières à pellets et les poêles à bois classiques produisent nettement plus de NOx. Les poêles de masse en stéatite produisent beaucoup moins de poussière que les poêles à bois classiques, mais les meilleurs poêles et chaudières à pellets obtiennent des résultats encore meilleurs.

Par ailleurs, ces données ne tiennent pas compte du fait que la chaleur par rayonnement produite par les poêles en stéatite Tulikivi soit plus durable (voir 1.4). Comme un poêle de masse en stéatite a besoin de moins de chaleur que les autres appareils qui produisent surtout de la chaleur de convection, son rendement est nettement supérieur, tandis que les émissions réelles sont proportionnellement inférieures. Les poêles en stéatite Tulikivi sont les premiers et uniques poêles à bois à avoir obtenu le label écologique du *Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch Bouwen en Wonen* (VIBE). Ce sont aussi les seuls à avoir obtenu le label de l'*Institut für Baubiologie Rosenheim*. De même, les poêles Tulikivi sont conformes aux normes environnementales mondiales les plus sévères.

1.4. Efficacité énergétique de la chaleur par rayonnement

Un poêle de masse en stéatite produit environ 75 % de chaleur par rayonnement infrarouge et seulement 25 % de chaleur par convection. La majorité des autres systèmes de chauffage chauffent surtout l'air, à l'exception du chauffage par le sol ou par les murs qui produit également une importante proportion de chaleur par rayonnement.

En termes énergétiques, la chaleur par rayonnement est beaucoup plus efficace que la chaleur par convection, car les pertes dues à la ventilation sont nettement inférieures. La sensation de chaleur dans une maison dépend de la « somme » de la chaleur par rayonnement et de la température de l'air, ce qui signifie qu'un poêle de masse en stéatite peut produire la même sensation de chaleur avec une température de l'air beaucoup moins élevée. Avec la chaleur par convection, la température de l'air doit s'élever à 21-23 °C pour être confortable, alors que 16-18 °C suffisent avec un poêle de masse en stéatite. En moyenne, une baisse de la température de l'air de 1 °C représente une diminution des pertes de chaleur dues à la ventilation de 5 %. Comme la température de l'air est en moyenne 5 °C plus basse avec un poêle de masse en stéatite qu'avec la chaleur par convection, le poêle de masse en stéatite permet une économie d'énergie supplémentaire d'environ 25 % si on prend en compte les pertes dues à la ventilation.

La chaleur par rayonnement présente également de nombreux autres avantages en matière d'économie d'énergie, même s'il est difficile de les quantifier et s'ils dépendent fortement de la construction et de l'aménagement de la maison.

Ainsi, on constate moins de pertes de chaleur au plafond, ou les températures de l'air sont sensiblement inférieures. La répartition verticale de la chaleur est donc plus uniforme. Plus le plafond est haut, plus la chaleur par rayonnement est économique.

Comme la chaleur par rayonnement présente également une répartition horizontale claire de la chaleur, elle permet de créer des zones de températures différentes dans une même pièce, afin de répondre aux différents besoins des personnes en fonction de leurs activités. Ainsi, il est inutile de chauffer une pièce entière à une température qui permet de rester assis longtemps, il suffit d'aménager la zone la plus proche de la source de chaleur qui est la plus indiquée pour cette activité. Pour la même raison, il est inutile de chauffer la pièce entière à la température souhaitée par la personne qui a le plus besoin de chaleur.

La chaleur par rayonnement fournit en moyenne une température des murs de 3 à 8 °C supérieure par rapport à la chaleur convective, de sorte que les murs restent plus secs et remplissent mieux leur rôle isolant. Mieux les murs sont isolés, plus la chaleur par rayonnement permet d'économiser de l'énergie.

Même si cela dépend fortement de la maison, un poêle Tulikivi peut chauffer une pièce en consommant de 25 à 50 % d'énergie en moins par rapport à un chauffage par convection. Cet effet est moindre dans les maisons équipées d'un système de ventilation avec récupération de la chaleur, les maisons dont les murs sont mal isolés ou qui ont de grandes fenêtres, ainsi que dans les maisons dont le plafond est relativement bas. Cet effet est plus important dans les maisons sans système de ventilation avec récupération de la chaleur, les maisons dont les murs et les fenêtres sont bien isolés, ainsi que dans les maisons dont le plafond est haut.

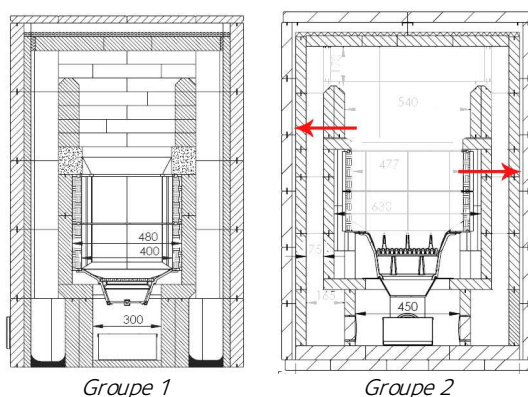
Avantage supplémentaire de la chaleur par rayonnement dans les maisons bien isolées, cette chaleur génère peu de problèmes de surchauffe, ce qui se présente toujours plus souvent dans les maisons modernes. En cas de chaleur par convection, une température trop élevée engendre un sentiment désagréable d'étouffement. Ce n'est pas le cas avec la chaleur par rayonnement, car la température de l'air reste relativement basse, de sorte que son impact sur la respiration est minime.

1.5. Dernière génération de modèles Tulikivi

La gamme Tulikivi actuelle se compose de 2 groupes de modèles : le groupe 1 et le groupe 2. Les modèles du groupe 2 ont été lancés en 2006 et sont plus adaptés aux dernières générations de maisons. Leur design est également plus moderne, même si cette distinction tend à s'atténuer en raison des révisions apportées aux modèles antérieurs du groupe 1.

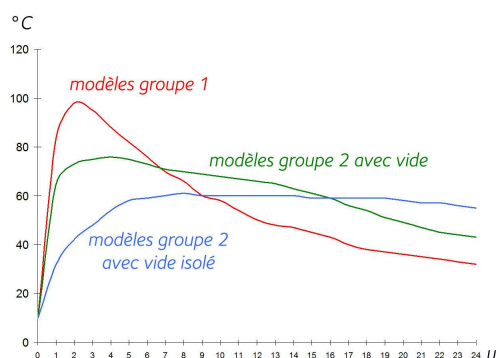
Émission de chaleur plus uniforme

La principale différence entre les deux groupes de modèles se situe au niveau de la structure de la paroi extérieure. La paroi extérieure des modèles du groupe 1 se compose de 2 couches de pierre superposées, alors que ces couches sont séparées par un vide (minimum 9 mm) dans les modèles du groupe 2.



Structure intérieure des modèles Tulikivi du groupe 1 et du groupe 2

Ce vide qu'on trouve dans les modèles du groupe 2 assure une émission plus uniforme de la chaleur que les modèles du groupe 1. L'émission de chaleur maximale est également légèrement inférieure, comme le montre le graphique suivant :



Évolution de la température d'émission maximale d'un poêle en stéatite

Comme le montre le graphique, le vide des modèles du groupe 2 permet également une isolation complémentaire. Ainsi, l'émission de chaleur est encore plus équilibrée, tandis que l'émission de chaleur maximale diminue encore.

Avec la chaleur par rayonnement, il est important de relever que la masse de la maison joue un important rôle de tampon pour la sensation de chaleur. En général, la température d'une pièce reste stable de 12 à

24 heures, même avec les modèles du groupe 1, car une grande partie de la chaleur par rayonnement produite par le poêle est stockée par les murs, le sol, etc. qui la rayonnent à leur tour – ce qu'on appelle le champ de rayonnement secondaire. L'égalisation des courbes du groupe 2 ne vise donc pas tant la stabilisation de la température ambiante sur 24 heures, mais la diminution de l'émission de chaleur maximale quand le poêle fonctionne et juste après. Dans les maisons bien isolées, ce maximum engendre une impression de chaleur excessive, de sorte que l'utilisateur met prématurément fin à la période de fonctionnement, permettant difficilement à celle-ci de couvrir 24 heures.

Intégration d'échangeurs de chaleur

Le vide des modèles du groupe 2 permet également d'intégrer un échangeur de chaleur pour produire de l'eau chaude (voir 2.1). Les modèles du groupe 2 présentent donc cette option de manière standard, alors qu'elle requiert souvent des adaptations spéciales de la structure intérieure pour les modèles du groupe 1. Généralement, le pourcentage maximal de chaleur utilisable pour l'eau est légèrement inférieur avec les modèles du groupe 1 par rapport à ceux du groupe 2.

Étanchéité à l'air

Pour répondre aux besoins des maisons équipées d'un système de ventilation équilibrée, tous les modèles du groupe 2 ont été conçus avec une étanchéité à l'air maximale. Ce n'est pas le cas des modèles du groupe 1, ce qui rend leur utilisation plus difficile dans des maisons avec système de ventilation équilibrée.

Amenée d'air extérieur

L'amenée d'air de combustion directement de l'extérieur s'impose toujours davantage dans les maisons modernes, car elles ne permettent pas d'apport d'air suffisant. Un poêle en stéatite Tulikivi en consomme de 25 à 50 m³/h. Il va de soi que l'amenée d'air extérieur est essentielle dans les maisons équipées d'un système de ventilation équilibrée. Pour les modèles du groupe 2, l'option d'amenée d'air extérieur est prévue de manière standard. Celle-ci est également possible avec les modèles du groupe 1, mais requiert une adaptation plus importante. De plus, l'étanchéité à l'air constitue un problème supplémentaire.

Pour assurer une amenée d'air extérieur, il faut un conduit (souvent plat) qui apporte l'air de l'extérieur. Un diamètre de 150 mm peut servir d'indication. Plus le conduit est long, plus le diamètre doit être grand. L'air extérieur ne peut provenir directement d'une cave ou d'un vide sanitaire, car cela entraîne le refroidissement excessif de la maison par le bas. De plus, les caves sont généralement humides, de sorte que l'air amené dans la chambre de combustion l'est aussi, ce qui nuit à une bonne combustion.

C10, la commande électronique

Pour les modèles du groupe 2, le système de réglage électronique Tulikivi C10 permet de régler automatiquement l'amenée d'air pour assurer un rendement maximal et des émissions minimales. En outre, l'afficheur de contrôle indique quand il faut ajouter du bois et quand la masse en stéatite a emmagasiné une quantité de chaleur optimale. Cette commande électronique permet donc d'optimiser un poêle de masse en stéatite. Vous trouverez de plus amples informations dans la documentation générale de Tulikivi.



Absence de modèle de très grande taille

Vu les besoins de chaleur limités dans les maisons modernes, le groupe 2 ne comporte aucun modèle de très grande taille. On en trouve dans le groupe 1, avec un poids supérieur à 2.500 kg.

1.6. Bois ou pellets

Tous les modèles du groupe 2 peuvent être équipés d'un module à pellets. Ce sera également le cas pour les principaux modèles du groupe 1 dès fin 2011.

Le foyer à pellets P10 de Tulikivi constitue une nouvelle option facile et bon marché à l'achat d'un poêle en stéatite Tulikivi. Il s'agit d'un module métallique qui convertit rapidement le foyer à bois en foyer à pellets.



Le bois reste évidemment meilleur marché, mais les pellets représentent parfois une alternative plus simple. En effet, il suffit de remplir une fois le réservoir à pellets pour chauffer la maison pendant 24 heures, alors qu'il faut recharger trois fois le foyer à bois sur une période de 2 à 4 heures. Ainsi, les gens pressés optent par exemple pour des pellets en semaine et pour le bois le week-end. De plus, on peut facilement stocker quelques sacs de pellets dans la maison, alors que le bois doit être stocké à l'extérieur ou dans une pièce bien ventilée. Il est donc pratique de pouvoir choisir à tout moment.

Le module à pellets Tulikivi présente de nombreux avantages par rapport aux poêles à pellets ordinaires :

- Visuellement, le grand foyer à pellets d'un poêle Tulikivi est comparable à un feu ouvert, contrairement aux petites flammes vacillantes des poêles à pellets habituels ;
- Il n'y a pas de partie mobile susceptible de créer des nuisances ni de bruit de moteur, car l'appareil fonctionne sans courant ;
- La chaleur produite est la célèbre chaleur par rayonnement, agréable, peu énergivore et saine, qui a fait le succès des poêles de masse en stéatite.

En termes d'environnement, la combustion de pellets présente des résultats encore meilleurs que la combustion de bois dans un poêle Tulikivi, même si les différences sont infimes.

Comparé à un poêle à pellets habituel, le module à pellets Tulikivi offre l'énorme avantage écologique de produire de la chaleur par rayonnement peu énergivore (voir 1.4). Comme cette chaleur disparaît moins vite sous l'action de la ventilation, la consommation de pellets reste très faible, assurant également des émissions restreintes.

PARTIE 2 : Poêle-chaudière en stéatite

2.1. Échangeurs de chaleur W10

Système W10

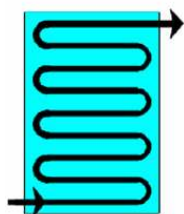
Les échangeurs de chaleur W10 de Tulikivi ont été spécialement conçus pour être installés sur les modèles de poêles du groupe 2 (voir 1.5). Ils sont installés dans le manteau extérieur du poêle. Il existe également des échangeurs de chaleur pour les modèles du groupe 1, mais ils sont moins efficaces et nous n'en tiendrons pas compte ici.



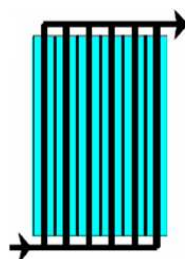
Les échangeurs de chaleur W10 se composent de pièces en aluminium et en cuivre qui s'emboîtent parfaitement. La surface intérieure est noire et nervurée pour permettre un meilleur stockage de la chaleur grâce à cette surface de contact plus grande. Cela permet donc d'emmagasiner une importante quantité de chaleur et de la transférer rapidement à l'eau. Ces systèmes sont livrés complets et installés dans le poêle par le constructeur lors de son montage. Les échangeurs de chaleur W10 ne contiennent que 1 litre d'eau environ par m² d'échangeur.



Ils fonctionnent selon le principe de bande et non de serpentin. Comme la différence de température entre l'eau et l'échangeur de chaleur est plus importante, les températures de l'eau sont plus stables et plus élevées :



Échangeur de chaleur selon le principe du serpentin

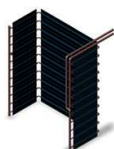


Principe de bande de l'échangeur de chaleur W10

Deux types d'échangeurs de chaleur

P1 ou P2

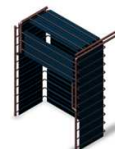
Les options W10 suivantes se présentent pour les modèles de poêles du groupe 2 les plus courants :



Option P1

Echangeurs latéraux et arrière

L'option P1 est conçue pour des besoins de chaleur importants dans une pièce ou si le tuyau d'évacuation de la fumée est relié au côté supérieur du poêle (modèles T)



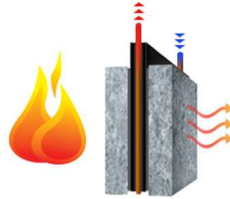
Option P2

Echangeurs latéraux, arrière, avant et supérieur

L'option P2 est conçue pour des besoins de chaleur moins importants dans une pièce ou pour utiliser le plus d'énergie possible pour l'eau.

Chauffage de l'eau

Les échangeurs de chaleur W10 chauffent l'eau selon le même principe que le chauffage de la pièce : il suffit de faire fonctionner le poêle quelques heures pour avoir de l'eau chaude pendant 24 heures. Ces échangeurs de chaleur fournissent donc de l'eau chaude même quand le feu c'est éteint depuis longtemps, contrairement aux échangeurs de chaleur des poêles à bois ordinaires. Le poêle de masse en stéatite forme donc une sorte de réservoir tampon qui répartit la disponibilité de l'eau chaude dans le temps. Ainsi, il est inutile d'allumer le poêle avant de prendre une douche, comme c'est le cas avec nombre de poêles-chaudières à bois.



Présentation schématique de la distribution de chaleur vers l'eau et la pièce.

On peut schématiser la transmission de la chaleur à l'eau dans un W10 comme suit :

$$Q = m \times c_p \times \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{Q}{m \times c_p}$$

Où :

Q = la quantité d'énergie en kWh

m = la masse d'eau en kg

c_p = le coefficient de chaleur spécifique = 0,001161 kWh/kg °C

ΔT = la différence de température entre l'eau entrante et sortante en °C

Exemple 1 :

De combien la température augmentera-t-elle dans un réservoir tampon de 500 litres (500 dm³ = 500 kg d'eau) si on fournit 20 kWh pour l'eau ?

$$\Delta T = \frac{20 \text{ kWh}}{500 \text{ kg} \times 0,001161 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}^\circ\text{C}}} = 34^\circ\text{C}$$

En conséquence : théoriquement, on peut passer d'une température de 25 °C, par exemple, à 59 °C dans le réservoir tampon de 500 l.

Exemple 2 :

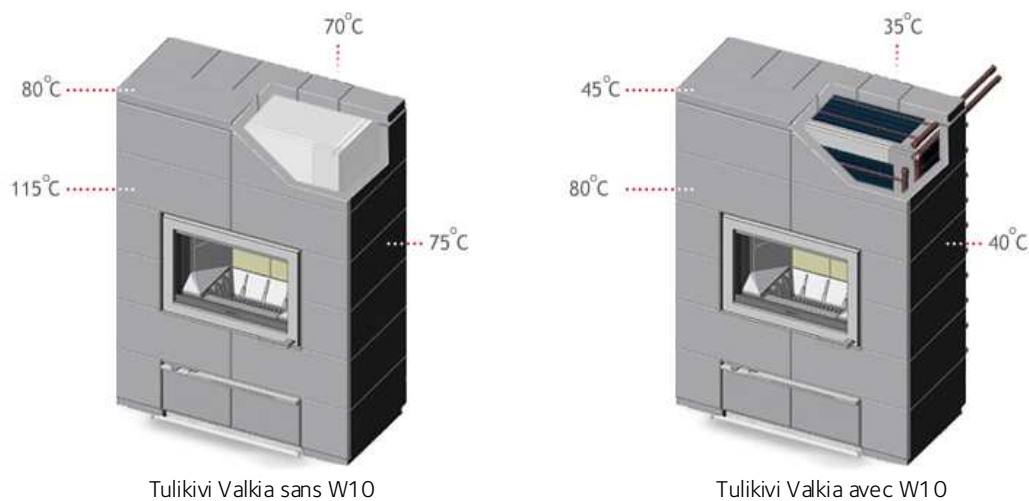
Quelle quantité d'eau à 5 °C peut-on chauffer à une température de 55 °C si le poêle en stéatite fournit 20 kWh au réservoir tampon ?

$$m = \frac{20 \text{ kWh}}{(55 - 5)^\circ\text{C} \times 0,001161 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}^\circ\text{C}}} = 344 \text{ kg}$$

En conséquence : théoriquement, on peut chauffer 344 litres d'eau à 5 °C jusqu'à 55 °C.

Chauffage de l'espace

Il va de soi que l'utilisation de chaleur pour chauffer l'eau dans l'échangeur W10 diminue la chaleur disponible pour chauffer l'espace. Vous trouverez ci-dessous un exemple de l'impact de l'utilisation du W10 sur les températures maximales mesurées en 4 points de la paroi extérieure du poêle :



Températures maximales de la paroi extérieure avec ou sans échangeur de chaleur W10

En conséquence, la quantité d'énergie thermique diminue dans la pièce où se trouve le poêle (voir également 3.4).

2.2. Sécurité, durabilité et environnement

Le système W10 pour les poêles en stéatite Tulikivi se distingue fortement des autres poêles-chaudières à bois en matière de sécurité, de durabilité et d'environnement. La raison principale de ceci réside dans l'absence de contact direct entre l'échangeur de chaleur et le foyer et/ou les gaz de combustion. Il y a toujours une barrière en stéatite d'au moins 4,5 cm d'épaisseur.

Environnement

Tous les poêles de masse en stéatite Tulikivi sont testés selon la norme de test européenne EN 15250 pour les poêles à bois à accumulation de chaleur. L'installation d'un échangeur de chaleur W10 n'a aucun impact sur les émissions mesurées, contrairement aux poêles à bois qui présente un contact direct entre l'échangeur de chaleur relativement froid et les flammes ou les gaz de combustion chauds, ce qui augmente considérablement les émissions et entraîne souvent d'importants dépôts de goudron dans l'appareil et/ou la cheminée.

Durabilité

Comme il n'y a pas de contact direct entre l'échangeur de chaleur et les flammes ou les gaz de combustion dans un poêle Tulikivi équipé d'un W10, la température de service de l'échangeur de chaleur ne dépasse normalement pas 250 °C, avec température moyenne de 100 à 150 °C. C'est particulièrement important pour la durabilité de l'échangeur de chaleur, car ces températures ne détériorent pas les éléments en cuivre/aluminium. Ce point diffère également totalement des poêles-chaudières à bois ordinaires. En effet, le choc thermique subi par les parois de l'échangeur de chaleur est particulièrement important : la température de l'eau s'élève de 10 à 40 °C à l'intérieur, tandis que la température des flammes à l'extérieur de l'échangeur de chaleur s'élève de 350 à 650 °C.

Les assemblages de l'échangeur de chaleur W10 se composent uniquement de liaisons dures en laiton particulièrement durables. Afin de protéger les conduites en cuivre de l'échangeur de chaleur W10 contre la corrosion interne, il est recommandé de maintenir le débit en dessous de 0,8 m/s. La pression d'éclatement s'élève à 72 bars (selon un test du TÜV). Un test de pression de 8 bars doit être effectué lors de l'installation.

Sécurité

C'est précisément en raison de cette durabilité absolument supérieure que la sécurité du système W10 est si élevée. Hormis les erreurs d'installation, la majorité des accidents avec des poêles-chaudières à bois ordinaires résultent de la dégradation rapide du matériau qui compose l'échangeur de chaleur dont le fonctionnement, dès lors, n'est plus sûr.

Il est donc inutile d'équiper l'échangeur de chaleur W10 d'un système de refroidissement de secours comme on en trouve sur la majorité des autres échangeurs de chaleur. Il ne faut pas non plus de vanne de retour.

2.3. Sécurité anti-surpression, réservoir tampon et réglage du débit d'eau

Sécurité

Le circuit d'eau du W10 doit être équipé d'une soupape de sécurité anti-surpression et d'un vase d'expansion. Si l'alimentation électrique de la pompe tombe en panne quand le poêle fonctionne, par exemple, l'eau dans le circuit atteindra rapidement le point d'ébullition. La pression de service maximale du système W10 est réglée à 3 bars.

Pour le choix de la pompe, il faut tenir compte du fait que l'échangeur produit une perte de pression de l'eau qui s'élève à < 20 kPa.

En cas de panne de courant, il faut sécuriser le fonctionnement de la pompe : quand le poêle fonctionne alors que la pompe est à l'arrêt, il faut contrôler que la soupape de sécurité et le vase d'expansion fonctionnent. Après une panne de courant avec pertes de vapeurs d'eau, il faut à nouveau remplir le circuit du poêle et l'aérer.

Réservoir tampon

Afin d'éviter de devoir utiliser trop souvent la sécurité anti-surpression, il faut presque toujours installer un réservoir tampon si on installe un W10 dans un poêle en stéatite. Quand le poêle fonctionne, la chaleur destinée à chauffer l'eau doit être évacuée du poêle, même s'il n'y a pas de demande d'eau chaude domestique ou sanitaire. C'est pourquoi il faut un réservoir tampon d'une capacité minimale de 300 l.

Les systèmes de chauffage avec une inertie élevée constituent la seule alternative, comme un chauffage par le sol ou le système moins connu de chauffage par les murs, qui jouent alors le rôle de réservoir tampon. Dans ce cas, il faut que le réglage de la pompe se base sur la température de l'eau qui sort du poêle, et non sur le thermostat du chauffage par le sol ou les murs. Si le poêle fonctionne, la chaleur doit passer au chauffage par le sol ou les murs, même si ce n'est pas nécessaire. Si ce genre de situation se présente rarement dans la pratique (surtout si on utilise le poêle pour la convivialité), il faut cependant être certain que ce type de cas est exclu.

Réglage

La transmission de la chaleur du poêle au réservoir tampon dépend de la température du réservoir et du poêle. La pompe du circuit du poêle se met en marche quand la sonde du poêle mesure une température supérieure à celle de l'eau du réservoir (par ex. 6 °C). Cela permet d'éviter que le poêle froid ne refroidisse le réservoir tampon chaud.

Le débit maximal s'élève à 540 dm³/h avec les échangeurs de chaleur P1 et à 320 dm³/h avec les systèmes P2 (voir aussi l'annexe 1). Ce débit garantit que la corrosion ne détériore pas les conduites (voir 2.2).

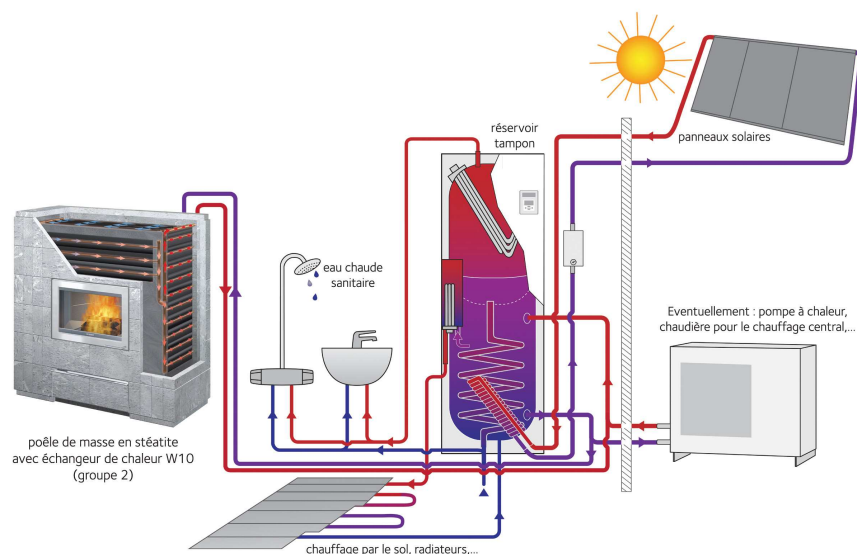
Le débit de passage de l'eau à l'intérieur de l'échangeur de chaleur du poêle est déterminant pour assurer une transmission efficace de la chaleur à l'eau. Si le débit est trop rapide, l'eau ne peut emmagasiner suffisamment de chaleur et sa température reste très basse. Si le débit est trop lent, l'eau pourrait atteindre le point d'ébullition. De même, une température de l'eau élevée augmente fortement les pertes par les canalisations. Si l'eau est très chaude, l'échangeur de chaleur évacue moins efficacement la chaleur du poêle. Cela résulte du fait que l'échangeur de chaleur se met à l'arrêt quand la pierre à l'intérieur de l'échangeur atteint la température de l'eau demandée. Pour une température élevée, la pompe commence donc à fonctionner plus tard et s'arrêtera plus tôt, réduisant ainsi la chaleur utilisée pour l'eau et augmentant la chaleur pour le chauffage.

L'idéal est une température de l'eau entrante de 30 à 40 °C et une température de l'eau sortante de 40 à 50 °C. Ce rapport permet à la pompe d'utiliser la chaleur du poêle de manière optimale. C'est aussi la température idéale pour la plupart des applications de chauffage, mais il y a des exceptions.

La principale exception se présente quand le poêle en stéatite constitue la principale source d'eau chaude sanitaire, comme ce sera souvent le cas dans les maisons passives et basse énergie (voir partie 3). Dans ce cas, il faut augmenter la température de l'eau chauffée par le poêle à 55-65 °C en réduisant le débit. Il faut alors que les conduites qui transportent l'eau du poêle jusqu'au réservoir tampon soient particulièrement bien isolées. Les conduites sont alors plutôt raccordées en haut du réservoir tampon. La pompe doit aussi permettre un réglage suffisant, afin de pouvoir diminuer la température souhaitée de l'eau quand le poêle partiellement refroidi ne peut plus fournir la température souhaitée. Autrement, la quantité d'énergie totale utilisée pour chauffer l'eau peut baisser considérablement. En pareil cas, il faut également prévoir un dispositif électrique capable de chauffer l'eau du réservoir tampon à la température demandée à partir de celle que le poêle peut encore fournir. Faire fonctionner le poêle deux fois par jour (voir 2.5) peut améliorer l'efficacité et permettre au système de fournir de l'eau très chaude, mais cela ne supprime pas le besoin d'un soutien électrique. D'autre part, ces températures élevées ne peuvent être atteintes que 1 à 2 heures après le début de la période de fonctionnement.

La pompe/le groupe de réglage Tulikivi disponibles séparément permettent par exemple de réaliser tous ces réglages et d'assurer la sécurité requise (voir Annexe 3). Certains réservoirs tampons disposent d'un régulateur intégré qui peut également servir au réglage du circuit du poêle.

2.4. Possibilités d'intégration diverses



Combinaison avec des panneaux solaires pour l'eau chaude sanitaire

L'utilisation de panneaux solaires (capteurs solaires) pour produire de l'eau chaude sanitaire (douche, cuisine, etc.) constitue l'une des combinaisons les plus logiques et les plus courantes avec le système W10. L'été, les panneaux solaires assurent la production d'eau chaude, de sorte qu'il est inutile d'allumer le poêle. L'hiver, c'est surtout le poêle qui assure la production d'eau chaude, avec l'aide des panneaux solaires quand il fait ensoleillé. Le printemps et l'automne, les deux appareils contribuent à la production de la quantité d'eau chaude sanitaire requise.

Le poêle en stéatite et les panneaux solaires sont reliés par le biais du réservoir tampon qui forme un élément indispensable du système de panneaux solaires. Pour pouvoir raccorder le poêle au réservoir tampon, on utilise un réservoir hybride qui, outre le raccordement des panneaux solaires, permet également le raccordement d'un autre appareil de chauffage. Il existe également des réservoirs tampons avec des entrées et sorties multiples. Le réservoir tampon doit avoir une capacité de 300 à 1000 l. Le poêle peut être raccordé à la partie inférieure ou intermédiaire du réservoir.

À moins d'une consommation d'eau chaude sanitaire inhabituellement élevée, la combinaison des deux appareils suffit pour produire les kilowatts nécessaires pour une famille moyenne. Cependant, le réservoir est toujours équipé d'un dispositif électrique ou d'un autre système permettant de chauffer suffisamment l'eau sanitaire pour permettre de prendre une douche chaude immédiatement après un retour de week-end, par exemple. Cela fait également partie du confort au XXI^e siècle.

Intégration dans un système de chauffage central existant

S'il y a déjà un système de chauffage central ou si on en prévoit un, la solution la plus séduisante consiste à raccorder en série à la chaudière le poêle en stéatite équipé d'un échangeur de chaleur W10 et un petit réservoir tampon. L'eau refroidie qui revient des radiateurs, du chauffage par le sol, etc. passe d'abord par le poêle avant d'arriver dans la chaudière.

Si le poêle est froid, la chaudière fonctionne normalement. Un dispositif de dérivation peut alors permettre que le poêle ne refroidisse pas l'eau de la chaudière. Une autre option consiste à utiliser le poêle comme « radiateur » complémentaire.

Quand le poêle est chaud, la chaudière ne doit (presque) pas fonctionner pour obtenir une eau à la température souhaitée. Cette application ne réduit nullement le confort qu'offre le système de chauffage central, mais le poêle permet de réaliser une économie bienvenue sur la consommation de la chaudière. Comme nous l'expliquions plus haut, il faut également un réservoir tampon (voir 2.3), sauf si le chauffage par le sol ou les murs le remplace.

Chauffage indirect d'autres pièces

Avec un peu de créativité et un concept de maison relativement adapté, on peut facilement chauffer plusieurs pièces avec la chaleur par rayonnement direct d'un poêle de masse en stéatite. À cette fin, on prévoit généralement des pièces ouvertes les unes sur les autres, ainsi que le montage du poêle à travers un mur ou l'aménagement d'une niche derrière le poêle. Dans de nombreux cas, cela permet de couvrir plus que la moitié des besoins de chauffage d'une maison. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet dans la documentation plus générale de Tulikivi.

Pour chauffer indirectement des pièces situées trop loin du poêle en stéatite pour profiter de sa chaleur par rayonnement direct, le système W10 constitue une possibilité. Le système W10 de Tulikivi constitue une bonne source de chaleur pour des systèmes à basse température, comme le chauffage par le sol ou par les murs. Il convient moins au chauffage à l'aide de radiateurs qui produisent plutôt de la chaleur par convection moins efficace (voir 1.4), bien que cela dépende finalement des besoins de chaleur réels et de l'utilisation éventuelle d'un système de ventilation avec récupération de la chaleur. **Avec des radiateurs, il faut néanmoins se rappeler que la température de l'eau est inférieure, s'élevant de 40 à 50 °C (voir 2.3) au lieu des températures habituelles de 65 à 85 °C, de sorte que les radiateurs produisent moins de kilowatts. Il faut donc plus de radiateurs. On peut éventuellement augmenter la température de l'eau chauffée par le poêle en diminuant le débit (voir 2.3), mais le poêle chauffe alors l'eau moins efficacement.**

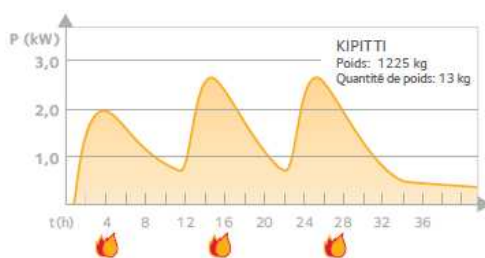
2.5. Utilisation adaptée

En général, on n'allume un poêle de masse en stéatite habituel qu'une seule fois par jour. Les poêles équipés du système Tulikivi W10 fonctionnent 1 à 2 fois par jour, à un intervalle de 12 à 24 heures. En fonction du modèle, chaque utilisation implique une consommation de bois maximale qui varie de 10 à 20 kg. Vous trouverez une liste des quantités de bois à utiliser dans la brochure générale de Tulikivi.

Il est totalement inutile de brûler en une fois des quantités nettement supérieures, car la perte de chaleur par la cheminée augmente considérablement quand le poêle de masse en stéatite a atteint une température donnée. C'est donc exactement la même chose qu'un seau d'eau qui déborde. Il faut environ 12 heures pour que le poêle en stéatite ait suffisamment refroidi et puisse à nouveau stocker de la chaleur efficacement. Il est alors sensé de le rallumer.

Le printemps et l'automne, ou dans des maisons avec des besoins de chaleur limités, on peut naturellement brûler moins de bois que le maximum indiqué pour le modèle. La combustion reste efficace avec 1/3 à 1/2 de cette quantité maximale.

Le graphique suivant présente la puissance calorifique destinée à l'eau pour 2 jours avec 3 périodes d'utilisation du poêle, par exemple :



Émission de chaleur destinée à l'eau avec le système W10 et l'un des plus petits modèles du groupe 2, sur la base d'une consommation de 3 x 13 kg de bois

2.6. Installation d'un poêle en stéatite avec échangeur de chaleur

Pour calculer les besoins de chaleur du bâtiment et concevoir le système de chauffage, il est recommandé de se faire assister par un concepteur spécialisé.

L'échangeur de chaleur pour un modèle du groupe 2 comprend les éléments suivants :

- Échangeur de chaleur avec tube ascendant pour la sonde thermique ;
- Ensemble du matériel d'installation (matériel de protection, vis, équerres de fixation) ;
- Instructions d'installation et rapport du test de pression.

La disposition des conduites et des câbles du poêle jusqu'au réservoir tampon doit être établie préalablement. On peut loger les conduites dans un canal quand le poêle est installé au sol dans un nouveau bâtiment. Pour éviter les perturbations éventuelles, la liaison entre le poêle et le réservoir tampon doit être réalisée à l'aide de tuyaux de cuivre (DN Cu 22) pourvus d'une isolation résistante à la chaleur (par ex. HT-10X022, Armacell).

Le raccordement de l'échangeur de chaleur du poêle au réseau doit être planifié sur place. Quand l'échangeur de chaleur du poêle constitue le point le plus haut du réseau d'eau, il faut prévoir une possibilité de purge.

À la fin de l'installation du poêle et de l'échangeur de chaleur, un plombier doit souder les éléments de l'échangeur de chaleur (pour l'option P2) et raccorder le circuit du poêle au réseau (pour les options P1 et P2).

On installe alors la sonde thermique dans le poêle, on réalise un test de pression (8 bar) sur les raccords et on aère le réseau.



PARTIE 3 : Possibilités dans les maisons modernes

3.1. Brûler du bois au XXI^e siècle

Nous sommes au début d'un nouveau siècle et, en toute logique, l'intérêt pour les idées et produits très novateurs augmente également. À l'époque des tablettes électroniques et des téléphones intelligents, brûler du bois semble peu approprié. C'est du moins la vision de nombreux décideurs politiques...

Cependant, nous apprécions toujours la magie du feu de bois et de nombreuses personnes s'interrogent à propos de l'informatisation poussée de notre monde. Les ordinateurs ne font pas toujours ce qu'on en attend. D'autre part, l'intérêt de la technologie informatique pour la production de chaleur ne fait aucun doute, car c'est la seule possibilité d'intégrer les différents systèmes d'entrée et de sortie nécessaires. Il est également important que l'ensemble reste le plus simple possible si l'on ne veut pas dépendre totalement de l'aide d'un technicien. À cet égard, brûler du bois dans un poêle de masse en stéatite représente une bonne alternative sans perte d'efficacité. L'intégration électronique est possible, mais on peut s'en passer en grande partie.

Les poêles à bois classiques ne sont plus guère utilisables dans les maisons isolées selon les normes modernes. Comme la taille des bûches ne permet pas de faire un tout petit feu, les poêles à bois ordinaires produisent souvent trop de chaleur pour une maison moderne. Même le plus petit poêle à bois classique produit au moins 3 kWh, ce qui entraîne rapidement un effet de sauna dans une maison moderne. On ne peut pas ralentir non plus la combustion en réduisant l'amenée d'air, car cela nuit à la qualité de la combustion et augmente les émissions dans l'atmosphère de manière inacceptable. Si l'on utilise un poêle à bois ordinaire pour profiter quand même d'un feu de bois et du bois de combustion bon marché et neutre en termes d'effet de serre, on se voit paradoxalement contraint d'assurer une perte de chaleur maximale par la cheminée.

C'est pourquoi un poêle de masse en stéatite représente une possibilité exceptionnelle. En effet, la chaleur produite par le feu ne passe pas directement dans la pièce, elle est d'abord emmagasinée dans la masse de stéatite. En outre, on peut encore réduire l'émission de chaleur en installant une isolation complémentaire et/ou un échangeur de chaleur. L'émission de chaleur moyenne dans la pièce sur 24 heures peut donc varier de 1 à 3 kWh, et on peut utiliser une quantité plus ou moins équivalente pour produire de l'eau chaude pour chauffer d'autres pièces ou pour les besoins sanitaires.

Il s'agit donc d'une relecture du feu de bois dans des poêles à bois modernes. Ils constituent une alternative à la fois intemporelle et contemporaine aux systèmes de chauffage central à base de combustibles fossiles, aux fragilités techniques des poêles et chaudières à pellets et à la consommation souvent cachée de systèmes alternatifs comme les pompes à chaleur (qui peuvent consommer de 1 000 à 6 000 kWh annuellement, voire davantage). Brûler du bois dans un poêle de masse en stéatite est bon marché, facile, efficace, écologique et n'occasionne aucun problème.

La suite montre qu'un poêle de masse en stéatite peut remplacer complètement les chaudières de chauffage central et/ou les pompes à chaleur dans les maisons passives et basse énergie, et permet de réduire drastiquement la consommation liée à ces appareils dans d'autres types de maisons. Ainsi, la combustion de bois a trouvé sa place au XXI^e siècle.

3.2. Types de maisons

Les maisons construites selon les normes actuelles sont bien mieux isolées et chauffées plus efficacement que les anciennes maisons, même si celles-ci sont parfois très bien isolées. Cette évolution s'exprime par le biais des valeurs E et K. La valeur K indique le niveau maximal de l'isolation thermique générale du bâtiment. La valeur E indique les prestations énergétiques d'un bâtiment et des installations fixes dans des circonstances normales (liée au certificat de performance énergétique en Belgique). Plus la valeur E est faible, moins la maison consomme d'énergie.

Type de maison	Valeur K	Valeur E
Maison mal isolée	> 45	> 80
Maison construite selon les normes actuelles	45	80
Maison basse énergie	20-30	40-60
Maison passive	10-15	10-50

Valeurs K et E de divers types de maisons

On définit les maisons basse énergie comme des maisons dont les performances sont meilleures que les maisons construites selon les normes actuelles, avec une consommation d'énergie inférieure d'au moins 50 %. En général, on obtient ces valeurs grâce à :

- La compacité de la maison ;
- L'isolation complète des parois, des murs et du toit ;
- La production peu énergivore de chaleur et d'eau chaude ;
- La ventilation avec récupération de chaleur.

Les maisons passives se distinguent des maisons basse énergie dans la mesure où elles sont encore mieux isolées et où on utilise autant que possible l'énergie solaire passive pour la production d'énergie par le biais d'une orientation et d'un vitrage optimaux.

Le concept de maison passive a évolué et désigne désormais des maisons neutres en matière d'énergie. La grande différence réside dans le fait que la maison pourvoit (presque) entièrement à ses besoins d'énergie par le biais de sources d'énergie renouvelable. Qu'il s'agisse de maison passive au sens moderne ou non, les besoins d'énergie sont à peu près identiques. La maison produit souvent plus d'énergie qu'il n'en faut l'été, tandis qu'on constate un manque l'hiver. Les deux périodes doivent s'équilibrer sur une base annuelle. À cette fin, on utilise des pompes à chaleur, chauffe-eau solaires et panneaux photovoltaïques. Pour des raisons obscures, la biomasse et l'énergie éolienne ne sont pas considérées comme « énergie renouvelable produite localement » dans les réglementations relatives aux subsides. Selon cette définition, l'installation d'un poêle de masse en stéatite (= biomasse) n'entre donc pas dans le concept de maison neutre en termes d'énergie, même si cela doit être remis en question.

3.3. Différences importantes en matière de besoins de chaleur

Besoins de chaleur pour le chauffage

Le tableau suivant compare les besoins de chaleur pour le chauffage de divers types de maison en fonction de leur taille ou non :

Type de maison	Consommation annuelle (kWh/m ²)	Consommation annuelle (kWh)	Puissance habituelle (kW)
Maison mal isolée	> 150	> 30.000	> 6 kW
Maison construite selon les normes actuelles	80-100	8.000-30.000	< 6 kW
Maison basse énergie	≤ 30	3.000 – 9.000	< 2 kW
Maison passive	≤ 15	1.500 -4.000	< 1 kW

*Besoins de chaleur pour le chauffage de divers types de maisons
(Attention : ces valeurs se basent essentiellement sur les normes belges.
Les variations concernent principalement la différence de taille des maisons).*

Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire

En moyenne, on consomme 40 l d'eau chaude sanitaire par personne par jour. Mais la consommation individuelle peut fortement différer de ce chiffre. La consommation d'énergie annuelle totale pour la production d'eau chaude sanitaire d'une famille de 4 personnes s'élève à quelque 3.000 kWh. Ce besoin ne dépend pas du type de maison, même si les maisons passives et neutres en termes d'énergie recourent principalement à la chaleur solaire pour produire l'eau chaude sanitaire. Dans les maisons passives, le besoin de chaleur pour l'eau chaude sanitaire est souvent supérieur au besoin de chaleur pour le chauffage.

Néanmoins, la consommation réelle peut être fortement différent de ces valeurs moyennes. Il faut donc toujours bien étudier les habitudes des habitants. Suivant quelques valeurs indicatives :

- 1 bain chaud = ± 120 L d'eau chaude sanitaire (ECS)
- 1 douche chaude de 5 min = ± 70 L d'ECS
- 1 douche de 5 min avec pomme économique = ± 30 L d'ECS
- 1 vaisselle à la main = ± 30 L d'ECS

Ainsi un ménage de 2 personnes, qui tous les 2 jours partagent ensemble une douche chaude avec pomme économique, aura une consommation de 15 L d'eau chaude par jour (1 KW). Un autre ménage de 4 personnes, qui prennent chacun tous les matins une douche de 5 min sans pomme économique, et le soir encore un bain chaud, aura une consommation de 760 L d'eau chaude par jour (45 KW).

Besoins de chaleur totaux

Si l'on fait abstraction du fait que les panneaux solaires peuvent assurer une grande partie de la production d'eau chaude sanitaire l'été, le printemps et l'automne, le tableau suivant indique la consommation totale pour le chauffage et l'eau chaude :

Type de maison	Consommation annuelle (kWh)
Maison mal isolée	> 33.000
Maison construite selon les normes actuelles	11.000-33.000
Maison basse énergie	6.000 – 12.000
Maison passive	4.500 -7.000

Consommation totale pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

La non-prise en compte de l'impact des panneaux solaires assure une marge supplémentaire dans l'évaluation qui suit de la capacité calorifique d'un poêle de masse en stéatite. D'autre part, la consommation d'eau chaude sanitaire de nombreuses familles excède largement la moyenne, ce qui peut être décisif pour les maisons passives et basse énergie.

3.4. Capacité calorifique d'un poêle de masse en stéatite

Groupes de modèles

La capacité calorifique d'un poêle de masse en stéatite dépend fortement de son poids. Les tableaux qui suivent se basent sur les groupes de modèles suivants :

Petit : *poêles en stéatite du groupe 2 d'un poids approximatif de 1200 kg*
Modèles Kipitti, Kipitti T, Vasa, Vasa T, Kirakka, Kirakka T, Louhi, Louhi T, Silo, Silo T.

Moyen : *poêles en stéatite du groupe 2 d'un poids approximatif de 1500 kg*
Modèles Valkia, Valkia T, Vaski, Vaski T, Nammi, Nammi T, Parna, Parna T, Kouta, Kouta T, Lainio, Lainio T, Olos et Olos T.

Grand : *poêles en stéatite du groupe 2 d'un poids approximatif de 2000 kg*
Modèles Sarmi, Sarmi T, Pahta, Pahta T, Sonka et Sonka T.

La capacité calorifique de poêles d'un poids similaire dépend également de la structure intérieure. Pour des raisons techniques, de nombreux modèles avec raccord supérieur, ainsi que les modèles Lainio et Olos présentent une capacité de stockage de la chaleur inférieure à celle des autres modèles d'un poids comparable. C'est pourquoi ils apparaissent ici dans un groupe auquel ils n'appartiennent pas sur la base de leur poids.

Production de chaleur moyenne

Le tableau ci-après indique la production de chaleur annuelle des différents groupes de modèles de poêles de masse en stéatite du groupe 2, sur la base de 1 ou 2 périodes de fonctionnement par jour, ou éventuellement avec ½ de la quantité de bois maximale par utilisation (voir également 2.5).

Modèle	Bois/utilisation	Production annuelle d'un poêle en stéatite (kWh)		
		½ de la quantité/jour	1 utilisation/jour	2 utilisations/jour
Petit	± 13 kg	± 4.000	± 8.000	± 16.000
Moyen	± 15 kg	± 5.000	± 10.000	± 20.000
Grand	± 20 kg	± 6.000	± 12.000	± 24.000

Production annuelle moyenne des divers groupes de modèles de poêles en stéatite, calculée en fonction d'une utilisation moyenne selon la saison

De manière comparable, le tableau suivant indique la puissance moyenne d'un poêle en stéatite Tulikivi du groupe 2 équipé d'un système W10 :

Puissance habituelle du groupe 2 + W10 – moyenne sur 24 h			
Répartition	½ de la quantité/jour	1 utilisation/jour	2 utilisations/jour
Chauffage	0,5-1,2 kW	0,9-2,3 kW	1,2-3 kW
Eau	0,3-0,7 kW	0,6-1,2 kW	1,2-1,8 kW
Total	0,8-1,9 kW	1,5-3,5 kW	2,4-4,8 kW

*Puissance moyenne des divers groupes de modèles de poêles en stéatite.
Les différences concernent les différents systèmes W10.
La puissance est calculée en fonction d'une utilisation moyenne selon la saison.*

Utilisation de poêles de masse en stéatite dans les maisons isolées selon les normes modernes, les maisons basse énergie et les maisons passives

Le tableau suivant est également indicatif. Il reprend la répartition moyenne entre le chauffage et la production d'eau chaude :

W10	1 utilisation/jour	2 utilisations/jour
P1	61%/39%	53%/47%
P2	54%/46%	47%/53%
P2 + isolation	45%/55%	40%/60%

Répartition moyenne en % de la production de chaleur entre chauffage/eau en cas d'utilisation des options W10 P1 et P2, en fonction du nombre d'utilisation

Si le poêle fonctionne 2 fois par jour, l'importance relative de la chaleur destinée à l'eau augmente. L'option P1 fournit logiquement moins de chaleur pour l'eau que l'option plus complète P2. L'association du système W10 avec une isolation supplémentaire du poêle fournit le pourcentage de chaleur pour l'eau le plus élevé.

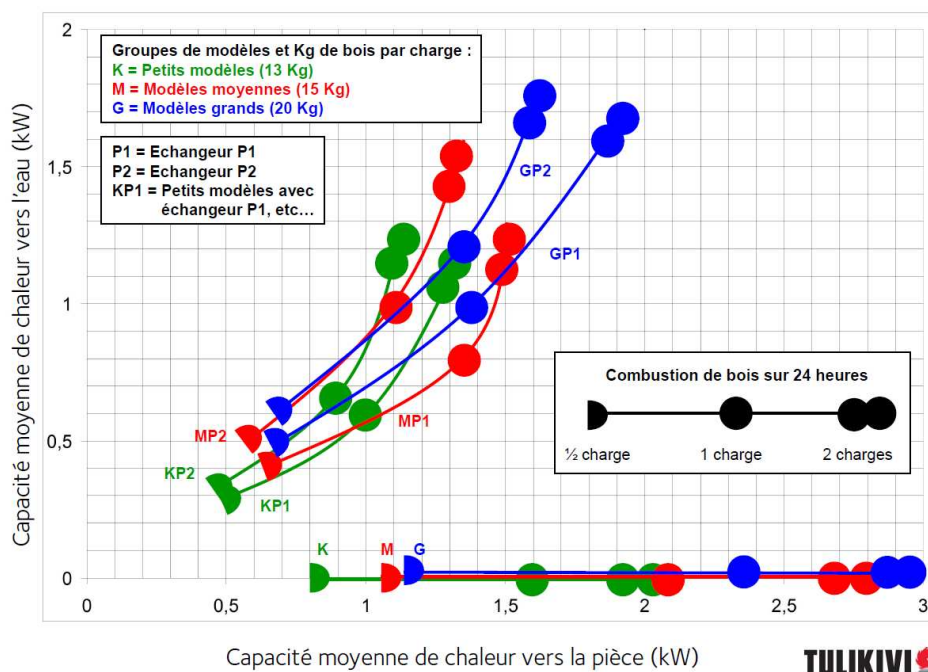
Si on compare ces données avec les besoins de chaleur des différents types de maisons (voir 3.3), on peut conclure comme suit :

- Maisons passives : seuls les petits poêles de masse en stéatite ont du sens, car ils fournissent une capacité plus que suffisante. La plupart du temps, ils fonctionneront avec une quantité de bois inférieure à la quantité maximale par période de fonctionnement et il sera inutile de les faire fonctionner 2 fois par jour. Ces maisons n'ont donc pas besoin de pompe à chaleur ou de chaudière pour le chauffage central supplémentaire. Le réglage de la température de l'eau chauffée par le poêle sera établi en fonction des besoins d'eau chaude sanitaire (voir 2.3). Les panneaux solaires seront essentiels pour couvrir les besoins d'eau chaude sanitaire en dehors des périodes d'utilisation du poêle.
- Maisons basse énergie : on peut utiliser efficacement des poêles de masse en stéatite de toute taille. Le choix dépendra des besoins de chaleur effectifs (sanitaires également) et de la volonté de produire suffisamment de chaleur avec une seule période de fonctionnement par jour. En principe, ces maisons peuvent également se passer de pompe à chaleur ou de chaudière pour le chauffage central supplémentaire. Le réglage de la température de l'eau chauffée par le poêle sera établi en fonction des besoins d'eau chaude sanitaire (voir 2.3). Les panneaux solaires seront essentiels pour couvrir les besoins d'eau chaude sanitaire en dehors des périodes d'utilisation du poêle.
- Maisons construites selon les normes actuelles : seuls les grands modèles de poêles de masse en stéatite suffiront pour chauffer entièrement ces maisons. Dans les maisons plus grandes, il faudra le faire fonctionner deux fois par jour. Pour les jours froids, il est préférable de prévoir une source de chaleur supplémentaire : on choisit généralement une pompe à chaleur ou une petite chaudière.
- Maisons mal isolées : dans ce cas-ci, un poêle de masse en stéatite du groupe 2 ne représente généralement pas une solution de chauffage idéale (voir 1.5). Les modèles du groupe 1 donneront de meilleurs résultats. En général, comme ces maisons disposent déjà souvent d'un système de chauffage central, la taille du poêle dépendra surtout de l'économie que l'on veut réaliser sur la consommation de la chaudière. Si on veut réaliser d'importantes économies dans une grande maison, il faudra installer un modèle de grande taille du groupe 1 (2.500 à 3.000 kg). Lors de l'installation d'un échangeur de chaleur dans ces poêles, il faut tenir compte du fait que le pourcentage de chaleur utilisé pour l'eau est légèrement inférieur avec les modèles du groupe 1 (maximum 30 %).

Attention : ces données sont purement indicatives et ne visent qu'à illustrer les possibilités. Finalement, le choix du modèle de poêle résulte d'une interaction professionnelle entre l'architecte et/ou le chauffagiste et le distributeur de poêles de masse en stéatite. Il est également important de savoir si la consommation d'eau chaude sanitaire excédera la moyenne indiquée ici.

Répartition de la chaleur par groupe de modèles

La graphique qui suit permet de se faire une idée pertinente de la production de chaleur pour le chauffage et pour l'eau chaude par période de fonctionnement :



Production moyenne de chaleur (par heure) sur 24 heures

Les valeurs peuvent être plus élevées si le poêle fonctionne 2 fois par 24 heures (voir 2.5). Les valeurs maximales augmentent peu, alors que la puissance moyenne en kW sur 24 heures sera au moins égale à la puissance moyenne indiquée pour 12 heures. Cela entraîne surtout une différence importante pour l'échangeur de chaleur. D'autre part, les valeurs peuvent baisser en utilisant moins de bois que le maximum recommandé (voir 2.5).

Cette graphique permet de choisir le modèle optimal pour une habitation particulière. Si on se retrouve à droite des lignes indiquées, le besoin en chauffage de pièces peut être partiellement produit avec l'eau chaude à travers des radiateurs, de murs chauffants, etc.. Si par contre on se retrouve à gauche des lignes indiquées, la demande en eau chaude sanitaire est trop élevée en fonction de la demande de chaleur pour le chauffage de la pièce. Dans ce cas il vaut mieux installer un petit boiler à eau, ce qui représente un investissement très limité.

Pour évaluer la production de chaleur pour le chauffage de la pièce où se trouve le poêle, il faut tenir compte de l'effet d'économie d'énergie de la chaleur par rayonnement (voir 1.4).

ANNEXES – DONNEES TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES

Attention : ces données techniques peuvent être modifiées. Consultez votre distributeur Tulikivi local avant de prendre une décision sur la base de ce type de données.

Annexe 1 : Codes de produit des échangeurs de chaleur et débit d'eau maximal (Qw)

	P1	Qw avec P1 (dm³/h)	P2	Qw avec P2 (dm³/h)
Sarmi	OU00316	540	OU00410	320
Sarmi T	OU00507	540		
Valkia	OU00328	540	OU00411	320
Valkia T	OU00179	540		
Sonka	OU00192	540	OU00412	320
Sonka T	OU00624	540		
Nammi, Parna	OU00336	540	OU00413	320
Nammi T, Parna T	OU00453	540		
Pahta	OU00316	540	OU00410	320
Pahta T	OU00507	540		
Kouta, Kouta T	OU00446	540		
Kipitti, Vasa	OU00469	540	OU00481	320
Kipitti T, Vasa T	OU00616	540		
Silo	OU00517	540	OU00543	320
Lainio	OU00469	540		
Lainio T	OU00616	540		

Annexe 2 : Emplacements et dimensions des raccords (mm)

	A	B	C
Sarmi	1560	160	90
Sarmi T	1560	160	90
Valkia	1437	131	62
Valkia T	1437	131	62
Sonka	1435	172	102
Sonka T	1435	172	102
Nammi, Parna	1423	172	100
Nammi T, Parna T	1423	172	100
Pahta	1560	131	62
Pahta T	1560	131	62
Kouta, Kouta T	1590	107	49
Kipitti, Vasa	1436	113	45
Kipitti T, Vasa T	1436	115	45
Silo	1436	115	45
Lainio	1436	115	45
Lainio T	1436	115	45



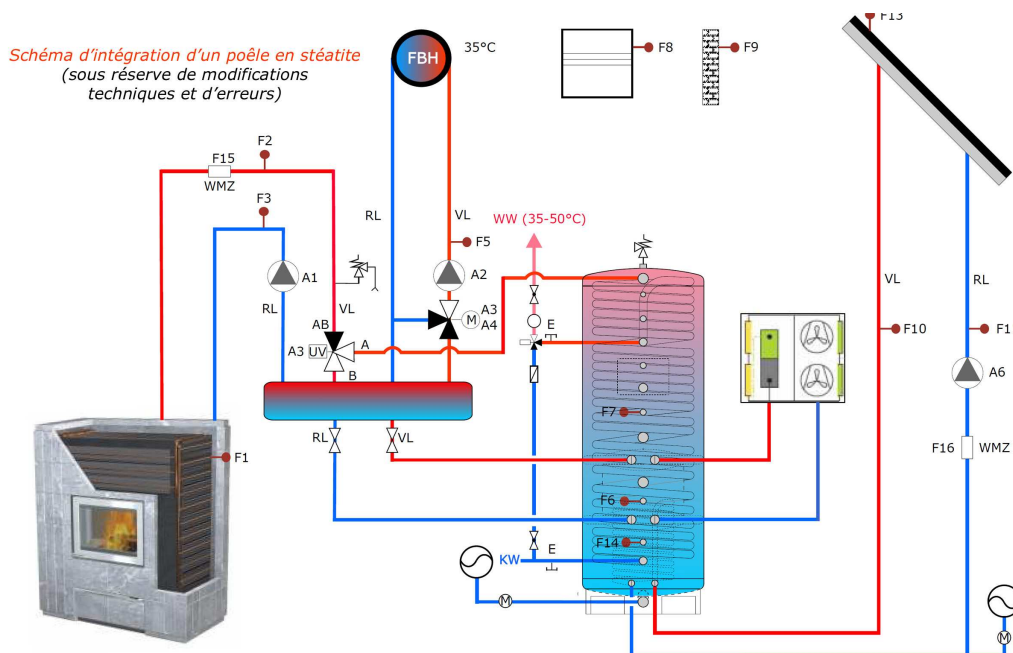
Annexe 3 : Pièces de la pompe/du dispositif de réglage Tulikivi (option)

La pompe/le dispositif de réglage optionnels Tulikivi avec le code de produit OU00415 comprend :

1. Pompe DN20 + unité de réglage/commande (220 – 240 V)
2. Soupape de sécurité (3 bars)
3. Débitmètre mécanique et vanne régulatrice de débit
4. Raccord pour remplir/vider le système, 2 pièces
5. Clapet anti-retour et thermomètre, 2 pièces
6. Purgeur/désaérateur automatique
7. Sondes thermiques Pt-1000, 3 pièces



Annexe 4 : Exemple de schéma de raccordement



Sorties

- A1 Pompe du poêle avec réglage de débit
- A2 Pompe centrale du système de chauffage
- A3 Vanne de mélange en position ouverte
- A4 Vanne de mélange en position fermée
- A5 Pompe à chaleur
- A6 Pompe pour les panneaux solaires avec réglage de débit
- A7 Non utilisé
- A8 Vanne de commutation pour l'eau sanitaire

Entrées

- F1 Sonde de l'échangeur de chaleur du poêle
- F2 Sonde de température sortante du poêle
- F3 Sonde de température entrante du poêle
- F4 Non utilisé
- F5 Sonde de température entrante du chauffage
- F6 Sonde intermédiaire du réservoir tampon
- F7 Sonde supérieure du réservoir tampon
- F8 Sonde de température ambiante
- F9 Sonde de température extérieure
- F10 Sonde de température entrante des panneaux solaires
- F11 Sonde de température sortante des panneaux solaires
- F12 Non utilisé
- F13 Sonde des panneaux solaires
- F14 Sonde inférieure du réservoir tampon
- F15 Impulsion du système du poêle
- F16 Impulsion des panneaux solaires