

# Technique de pointe

Chauffer avec de la glace - le réservoir de glace Viessmann  
Une source de chaleur efficace à prix attractif pour les pompes à chaleur



**Un réservoir de sources primaires comme alternative aux forages et capteurs géothermiques**

Depuis quelques années, les pompes à chaleur occupent une place de choix parmi les générateurs de chaleur. Outre l'efficacité énergétique du système de chauffage, leur potentiel réside dans la possibilité d'utiliser de manière discontinue de l'électricité verte provenant du vent et du soleil. Il s'agit souvent de surcapacités dans le réseau électrique. Il faut donc s'attendre à une nouvelle hausse du nombre de pompes à chaleur installées.

Les pompes à chaleur utilisent la chaleur issue de l'air et de la terre à faible température et la transforment en températures de chauffage grâce au circuit frigorifique.

En général, l'air ambiant, les eaux souterraines et la terre sont utilisés comme sources de chaleur. Le nouveau concept de réservoir de glace intègre également l'utilisation de l'énergie solaire directe en plus de ces sources.

### **Exploitation de sources de chaleur économiques**

La terre et les eaux souterraines constituent d'excellents réservoirs de chaleur. Leurs températures sont relativement stables tout au long de l'année, ce qui garantit un coefficient de performance annuel élevé. Ces sources de chaleur sont exploitées à l'aide de puits et de capteurs ou sondes géothermiques installés horizontalement ou verticalement dans le sol. Les travaux de terrassement nécessaires à cette installation exigent, selon la composition du sol, des coûts d'investissement élevés et de nombreuses autorisations.

Par contre, l'air extérieur peut être facilement utilisé comme source de chaleur à un coût favorable. L'air est aspiré par l'unité extérieure de la pompe à chaleur. La chaleur qu'il contient est extraite dans l'évaporateur et l'air est renvoyé dans l'environnement. Les travaux de terrassement coûteux sont inutiles.

Il existe toutefois une différence entre l'offre et la demande de chaleur : en cas de faibles températures extérieures, les besoins en chaleur sont plus élevés et doivent être couverts à l'aide d'un compresseur modulant ou d'un deuxième générateur de chaleur (résistance électrique dans le réservoir tampon ou chaudière classique).

### **Alternatives aux modes d'exploitation de sources de chaleur habituels**

Depuis que les pompes à chaleur sont utilisées pour chauffer les bâtiments, les fabricants et instituts de recherche s'efforcent de mettre au point de nouveaux moyens pour optimiser l'exploitation des sources de chaleur, réduire les coûts d'investissement et améliorer l'efficacité des pompes à chaleur.

Ils essaient également d'utiliser l'énergie solaire directement dans les pompes à chaleur. Des pompes à chaleur saumure/eau ont déjà été utilisées à la fin des années 1970 en association avec des capteurs solaires non vitrés pour obtenir l'énergie nécessaire.

Peu efficaces, ces solutions n'ont toutefois pas réussi à s'imposer. En outre, dans notre pays, l'énergie solaire n'est pas présente en quantité suffisante pendant les mois froids et les périodes de transition.

Pour utiliser une source de chaleur associant l'énergie solaire et la terre, il convient d'envisager une solution combinant les deux systèmes. Il existe actuellement sur le marché différentes solutions qui ne permettent toutefois pas de contrôler le stockage du rendement calorifique solaire.

Les tentatives de stocker l'énergie solaire pendant les mois d'été à l'aide de sondes ou capteurs géothermiques dans le sol jusqu'à son utilisation dépendent fortement des conditions géologiques. Lorsque les sondes géothermiques croisent des couches irriguées, la chaleur accumulée est transportée sans être utilisée dans les eaux souterraines. En outre, cette solution ne permet pas de conserver l'avantage financier lié à l'abandon des travaux de forage coûteux.

Réservoir de sources primaires contenant 10 m<sup>3</sup> d'eau. L'eau sert de liquide de stockage et est gelée sous contrôle en cas de besoin.



Les absorbeurs massifs et des clôtures de production d'énergie représentent une alternative aux sondes, puits et capteurs géothermiques. Les absorbeurs massifs sont des segments en béton dans lesquels sont installées des canalisations contenant de la saumure. Les segments en béton devraient présenter une certaine capacité de stockage en fonction de leur taille. Les clôtures de production d'énergie sont des registres de tubes simples sans enrobage. Les deux types d'échangeurs de chaleur sont enterrés sur environ un tiers de leur surface, les deux autres tiers dépassent la surface de la terre. La partie au-dessus du sol absorbe la chaleur provenant de l'air ambiant et du rayonnement solaire. La partie enterrée capte la chaleur du sol.

Pour que le système fonctionne efficacement pendant les jours d'hiver sans rendement solaire considérable, une partie suffisamment importante de la surface de l'échangeur de chaleur doit pouvoir absorber la chaleur du sol. Toutefois, à cette époque de l'année, cela s'avère difficile en raison de la surface limitée de l'échangeur de chaleur dans le sol.

Les corbeilles géothermiques constituent une alternative aux capteurs car elles ne nécessitent pas une grande surface de terrain. Il s'agit de corbeilles métalliques de forme cylindrique ou conique équipées de tubes d'échangeur de chaleur et enterrées à une profondeur maximale de quatre mètres. Leur forme et l'occupation du sol ne demandent qu'une capacité d'extraction de la chaleur légèrement supérieure aux capteurs géothermiques.

### Le réservoir de glace Viessmann utilise plusieurs sources primaires

Le réservoir de glace est un système de pompe à chaleur équipé d'un réservoir qui utilise différentes sources primaires. Un système de gestion des sources primaires se charge de régler les différentes sources.

L'air ambiant, le rayonnement solaire et la chaleur géothermique sont utilisés comme sources primaires. Le réservoir stocke ces énergies à basse température et les restitue en tant que source primaire à la pompe à chaleur. Pour augmenter la capacité thermique du réservoir, l'énergie libérée lors du changement de phase (eau liquide vers glace) est également utilisée.

### Composants du réservoir de glace Viessmann

Le système de réservoir de glace se compose des éléments suivants :

- Réservoir de stockage de la glace
- Echangeurs de chaleur pour l'extraction et la régénération
- Absorbeurs d'énergie solaire/d'air
- Pompe à sol/eau
- Gestion des sources de chaleur

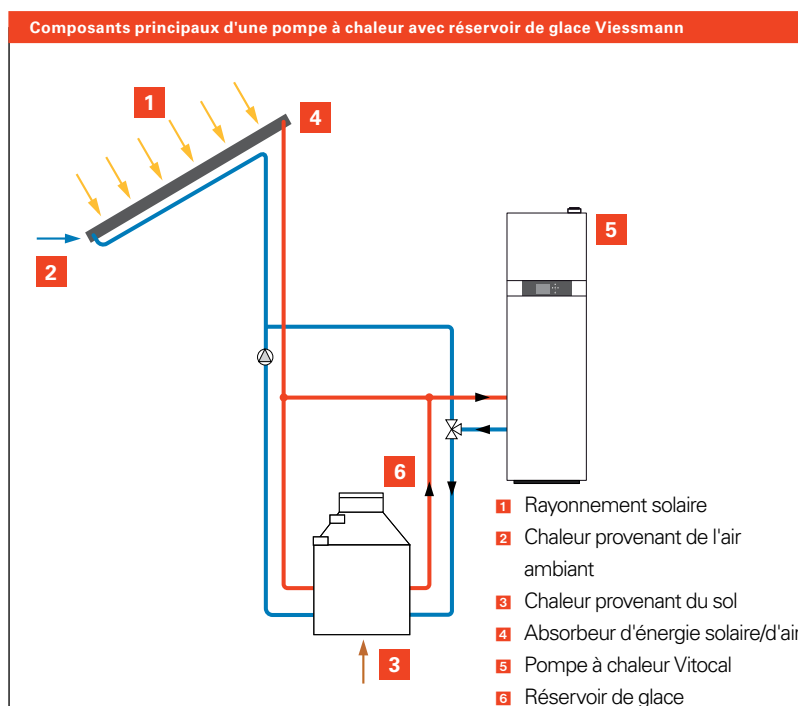


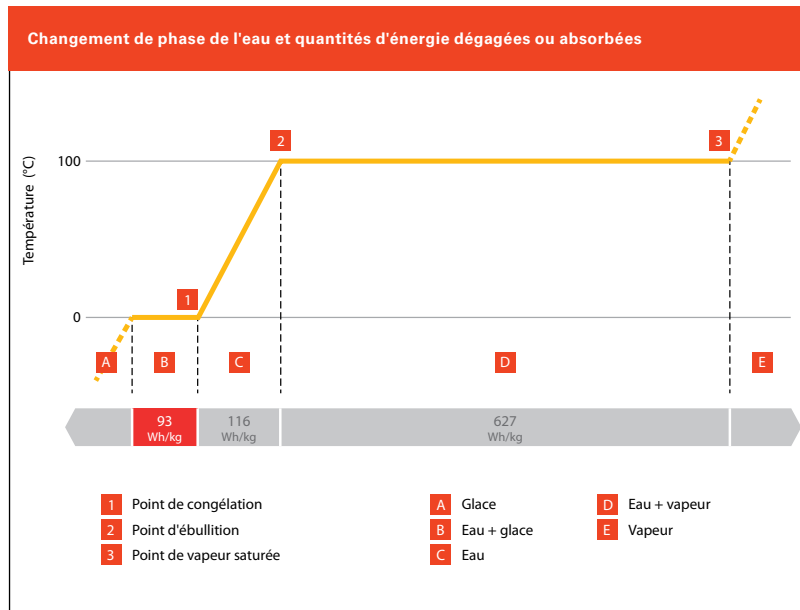
Echangeur de chaleur d'extraction du réservoir de glace

Dans un système standard d'une puissance de chauffage de 20 kW maximum, le conteneur de stockage de la glace se compose d'un ou de deux cylindres en béton (diamètre 2,5 m et hauteur 3,56 m) d'une capacité de 10 m<sup>3</sup> chacun. Ils sont enterrés totalement et remplis d'eau sanitaire. Les eaux superficielles ou pluviales ne peuvent pas être utilisées au risque de voir se former des algues et de la boue. Les algues risquent de perturber le transfert de chaleur dans les tubes de l'échangeur de chaleur.

Le réservoir est équipé, à différents niveaux, de tubes en spirale en matière plastique qui extraient la chaleur de l'eau et la restituent en tant que source primaire à la pompe à chaleur.

L'échangeur de chaleur de régénération se situe sur le côté extérieur du conteneur. Cet échangeur alimente le réservoir avec l'énergie verte accumulée par l'absorbeur d'énergie solaire/d'air.





### Montage simple de l'absorbeur d'énergie solaire/d'air

Les absorbeurs d'énergie solaire/d'air accumulent aussi bien l'énergie directe du soleil que celle de l'air ambiant. Ils se composent d'absorbeurs à tubes en plastique non vitrés et peuvent être installés sur les toitures plates, en pente et en façade.

Le système de gestion des sources de chaleur détermine, à l'aide d'un régulateur et en fonction de l'offre de température, si la pompe à chaleur utilise l'absorbeur ou le réservoir de sources primaires comme source de chaleur.

Pour ce système, il est possible d'utiliser les pompes à sol/eau Vitocal 300-G, 333/343-G ou de la série 350. Elles sont équipées du système RCD indispensable au réservoir de glace et d'une vanne de détente électronique.

### Fonctionnement du réservoir de glace Viessmann

Le conteneur de stockage de la glace est la pièce maîtresse de ce système. Il sert de tampon pour les sources primaires et contient de l'eau comme médium de stockage.

La teneur en énergie de l'eau liquide est limitée et atteint 1,163 Wh/(kg · K). Par conséquent, si un litre d'eau est refroidi d'un 1 degré Kelvin, une quantité d'énergie de 1,163 Wh est produite. Grâce à la pompe à chaleur, l'énergie calorifique est progressivement extraite du réservoir et l'eau est refroidie à 0 °C.

Le processus de gel lié à l'évacuation de la chaleur est nécessaire car le changement de phase de l'eau en glace fournit un nouvel apport énergétique. La température reste constante à 0 °C, une quantité d'énergie de cristallisation de 93 Wh/(kg · K) est produite et peut être utilisée par la pompe à chaleur (ill. de gauche). Cela correspond à la quantité d'énergie libérée lorsque l'eau passe de 80 °C à 0 °C.

La formation de glace commence autour de l'échangeur de chaleur d'extraction et se poursuit de l'intérieur vers l'extérieur (ill. à droite). Cette couche de glace sur le tube en plastique produit une résistance supplémentaire pour la conduction thermique du liquide de stockage vers le circuit de saumure de la pompe à chaleur (ill. en haut à droite). La disposition des tubes de l'échangeur de chaleur dans le réservoir permet d'augmenter sa surface pendant la formation de glace.

Cette augmentation de surface provoquée par la glace est proportionnelle à la hausse de l'inertie thermique. Elle permet d'absorber plus de chaleur, mais la transmission vers la saumure est moins efficace – le flux de chaleur reste constant.

La quantité d'énergie accumulée par l'absorbeur d'énergie solaire/d'air est transmise dans le liquide de stockage par l'échangeur de chaleur de régénération, l'eau se réchauffe et la glace fond à nouveau.

Outre la chaleur de l'absorbeur d'énergie solaire/d'air, le réservoir de glace utilise également la chaleur du sol. Dès que la température de l'eau du réservoir est inférieure à la température du sol avoisinant, le réservoir absorbe la chaleur du sol. Si le réservoir est gelé, la chaleur de la terre est utilisée comme source de chaleur. L'importance du rendement énergétique dépend de la composition du sol.





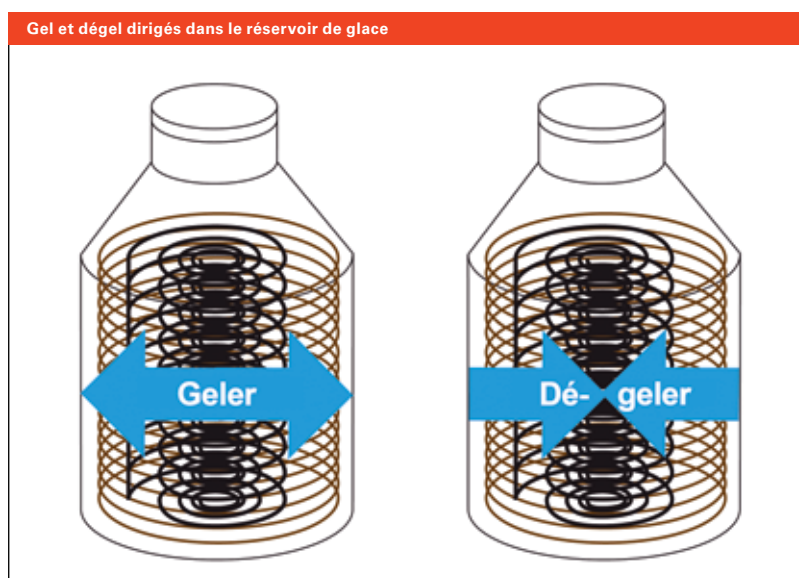
Formation de glace autour de l'échangeur de chaleur dans le réservoir de glace

Par contre, en été, la chaleur est rejetée dans le sol par la surface du réservoir. Il se produit un effet de régulation automatique qui évite une surchauffe du contenu du réservoir pendant cette saison.

#### Refroidir avec le réservoir de glace Viessmann

Pour optimiser efficacement le système à sources primaires, il convient d'utiliser le réservoir de glace pour faire du «refroidissement naturel» en été. Pour ce faire, le réservoir de glace est entièrement gelé à la fin de la période de chauffage en interrompant la régénération du réservoir. La glace formée peut être utilisée comme source froide naturelle.

La chaleur est extraite du système de chauffage par l'échangeur de chaleur correspondant et transférée au médium de stockage. Ce processus fait fondre la glace ou réchauffe l'eau. Pour atteindre des puissances de refroidissement plus élevées, la pompe à chaleur peut passer en mode de refroidissement actif en plus du refroidissement naturel. La chaleur émise par le refroidissement actif est stockée dans le réservoir de glace et peut être utilisée comme chaleur de chauffage directe au début de la période de chauffage.







Absorbeur d'énergie solaire/d'air pour les installations avec réservoir de glace et pompe à chaleur

### **Composants du système parfaitement adaptés**

Les absorbeurs d'énergie solaire/d'air pour capter l'énergie de l'air ambiant et du rayonnement solaire sont spécialement conçus pour les installations avec réservoir de glace et pompe à chaleur. Les grandes sections des tubes composant l'absorbeur permettent une circulation directe du liquide primaire vers la pompe à chaleur. Le débit volumétrique minimum requis peut être garanti grâce aux faibles pertes de charge de cet absorbeur. Les absorbeurs sont fabriqués en matière plastique résistante aux UV et disposés en deux rangées pour créer la plus grande surface possible (ill. ci-dessus).

L'air ambiant disponible jour et nuit constitue la majorité de l'apport énergétique. Le rayonnement solaire est une source de chaleur supplémentaire qui augmente l'efficacité.

Les absorbeurs d'énergie solaire/d'air non vitrés sont donc parfaitement adaptés à une utilisation avec les pompes à chaleur car en plus de leur prix attractif, ils fonctionnent sans problème avec les températures relativement basses dans le circuit de saumure. Dans le cas de capteurs vitrés, l'humidité de l'air risque de s'accumuler sur la vitre et d'empêcher l'absorption de chaleur. Les capteurs solaires traditionnels ne s'adaptent que dans une certaine mesure aux installations avec réservoir de glace.

De la même manière, la pompe à chaleur est un composant parfaitement adapté au système de réservoir de glace et d'absorbeurs d'énergie solaire/d'air. Comme les températures du circuit primaire peuvent atteindre entre +25 et -7 °C pendant la période de chauffage, le circuit frigorifique de la pompe à chaleur doit être optimisée pour le système avec réservoir de glace. Les pompes à chaleur sol/eau de Viessmann comme la série Vitocal 300-G avec système RCD (Refrigerant-Cycle-Diagnostic-System) et vanne de détente électronique sont parfaitement adaptées à cette application.

### Réglage précis grâce aux vannes de détente électroniques

En comparaison aux vannes de détente thermostatiques généralement utilisées, les vannes de détente électroniques permettent un réglage beaucoup plus précis. Equipées d'un moteur pas à pas, elles permettent de régler proportionnellement le débit du fluide frigorifique, offrent une plage de réglage comprise entre 10 et 100 % et présentent des temps d'ouverture et de fermeture très courts. Le réglage précis ainsi obtenu assure une température constante à la sortie de l'évaporateur et une surchauffe constante du fluide frigorifique quel que soit le mode de fonctionnement de la pompe à chaleur. Le condenseur peut donc fonctionner efficacement dans tous les modes avec un coefficient de performance élevé.

Les vannes de détente électroniques sont généralement des actionneurs qui utilisent des capteurs et un régulateur pour fonctionner. A cette fin, Viessmann a développé le système RCD. Il s'agit d'un système de diagnostic du circuit frigorifique qui contrôle en permanence les températures et la pression aux principaux points du circuit. Toutes les valeurs importantes sont enregistrées et permettent d'effectuer un diagnostic.

Ce système permet également d'effectuer un bilan de la consommation électrique et de l'émission de chaleur dans le système de chauffage. Avec la vanne de détente électronique, le système RCD assure un réglage optimal grâce au contrôle permanent de tous les paramètres pertinents, une efficacité élevée et des coûts de fonctionnement réduits pour la pompe à chaleur.

Pompe à chaleur sol/eau Vitocal 350-G : le système RCD et la vanne de détente électronique garantissent une efficacité optimale dans chaque mode de fonctionnement (COP = 4,6 à B0/W35 °C suivant EN 14511)



### Conseils pour le dimensionnement

- Packs disponibles pour des puissances de chauffage de 20 kW max.
- Dimensionnement des conduites primaires pour garantir un delta-T de 3 à 5 K maxi.
- Utiliser un produit antigel à base de glycol jusque -15°C, avec des inhibiteurs adaptés pour la protection contre la corrosion (lors du dimensionnement de la pompe, tenir compte de la viscosité du liquide primaire)
- Dimensions de la fosse :  
Diamètre minimum 3 m  
Profondeur avec couvercle d'accès de 3,64 m (niveau supérieur de la couche de sable fin)
- Raccorder le tuyau de trop-plein du réservoir à un système de drainage ou de canalisation

### Instructions de montage

- Les conduites, robinetteries et accessoires des circuits primaires et solaires à l'intérieur du bâtiment doivent être isolées avec un isolant anti-diffusion (la saumure peut présenter des températures proches du point de congélation)
- Les tuyaux de raccordement de l'échangeur de chaleur dans le réservoir doivent être raccordés sans tension
- Lors de la mise en service, les différents circuits de l'échangeur de chaleur doivent être remplis individuellement et purgés suffisamment.



climate of innovation

Viessmann (Suisse) SA  
Rue du Jura 18  
1373 Chavornay  
[www.viessmann.ch](http://www.viessmann.ch)

Viessmann Belgium s.p.r.l.  
Hermesstraat 14  
1930 Zaventem (Nossegem)  
Tél.: 0800/999 40  
Fax.: +32 2 725 12 39  
E-mail : [info@viessmann.be](mailto:info@viessmann.be)  
**[www.viessmann.be](http://www.viessmann.be)**

Viessmann Luxembourg  
35, rue J.F. Kennedy  
L - 7327 Steinsel  
Tél.: 800 77 001  
Fax.: 026 3362-31  
E-mail : [info@viessmann.lu](mailto:info@viessmann.lu)  
**[www.viessmann.lu](http://www.viessmann.lu)**

**Votre chauffagiste :**

9440 097 Be Fr 02/2013

Tous droits d'auteur réservés.  
Copie et autre utilisation uniquement avec accord préalable.  
Sous réserve de modifications.