# HAMBURG

## ET 420 Accumulateurs de glace en génie frigorifique

Plus l'alimentation en énergie est décentralisée, plus il est essentiel de pouvoir stocker cette énergie. Depuis des années, l'ingénierie de bâtiment stocke efficacement l'énergie thermique destinée au chauffage de l'eau sanitaire. Par contre, l'utilisation d'accumulateurs de glace pour le refroidissement des bâtiments demeure l'exception.

La chaleur à évacuer pour le refroidissement des bâtiments varie d'un jour à l'autre. Le besoin de refroidissement est en général beaucoup plus élevé dans la journée que pendant la nuit. Pour être en mesure de refroidir les bâtiments même lorsque les exigences de charge sont à leur niveau le plus élevé, les installations frigorifiques sont dimensionnées en fonction du pic de charge attendu. Ce qui entraîne un surdimensionnement du génie frigorifique, si bien que les installations concernées fonctionnent de manière très inefficace en comportement à charge partielle.

1 armoire de commande,

2 réservoir de stockage

3 pompes de circulation,
4 accumulateur de glace,
5 compresseur d'agent réfrigérant,
6 condenseur d'agent réfrigérant,

7 évaporateur d'agent réfrigérant,8 tour de refroidissement

par voie humide,

9 tour de refroidissement
par voie sèche

de glycol,

Des accumulateurs de glace peuvent être utilisés pour soutenir le fonctionnement de l'installation frigorifique lorsque les charges de refroidissement sont particulièrement élevées. On utilise les accumulateurs de glace pour renforcer l'installation frigorifique, principalement dans les bâtiments non habités de grande dimension. En cas de faibles besoins de froid, l'accumulateur est alimenté par l'installation frigorifique, et peut être à nouveau déchargé en cas de pics de charge pour venir en renfort de cette dernière. Cette méthode permet de réduire le dimensionnement du génie frigorifique. L'utilisation d'installations frigorifiques entraîne une baisse des coûts de fonctionnement et d'acquisition.

Lorsque l'on évacue de la chaleur d'un accumulateur de liquide, la température du fluide de stockage baisse. L'eau reste liquide et l'état de l'agrégation reste le même. L'accumulateur de glace appartient au contraire au groupe des accumulateurs latents. L'eau contenue dans l'accumulateur de glace modifie son état de l'agrégation. La température de l'eau reste constante durant la transition entre phases. Si la chaleur continue d'être évacuée, l'eau contenue dans l'accumulateur de glace reste à une température constante de 0°C. L'énergie évacuée correspond au travail issu du changement de phase lors du gel de l'eau.

Pour décharger l'accumulateur de glace, de la chaleur est transférée à la glace. La température reste constante jusqu'à ce que toute la glace de l'accumulateur ait fondu. Le processus du changement de phase permet l'accumulation d'une grande quantité d'énergie thermique avec un faible différentiel de température.

L'ET 420 offre une installation frigorifique avec accumulateur de glace dont le fonctionnement peut être entièrement ajusté

aux besoins. Le concept de l'installation comprend une tour de refroidissement par voie sèche 9, qui représente pendant les essais l'échangeur de chaleur dans le bâtiment à alimenter, ainsi qu'une tour de refroidissement par voie humide 8, qui représente la libération de chaleur dans l'air ambiant. L'accumulateur de glace permet la réalisation de différents états de fonctionnement afin de répondre efficacement aux besoins fluctuants de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment.

En modifiant la position des soupapes, il est possible d'ajuster les états de fonctionnement suivants:

- chargement de l'accumulateur de glace
- refroidissement par l'accumulateur de glace
- refroidissement par l'installation frigorifique
- refroidissement par l'installation frigorifique et l'accumulateur de glace
- chauffage par la pompe à chaleur
- chauffage par la pompe à chaleur et chargement de l'accumulateur de glace
- dissipation de la chaleur par la tour de refroidissement par voie humide







Tour de refroidissement par voie humide

264

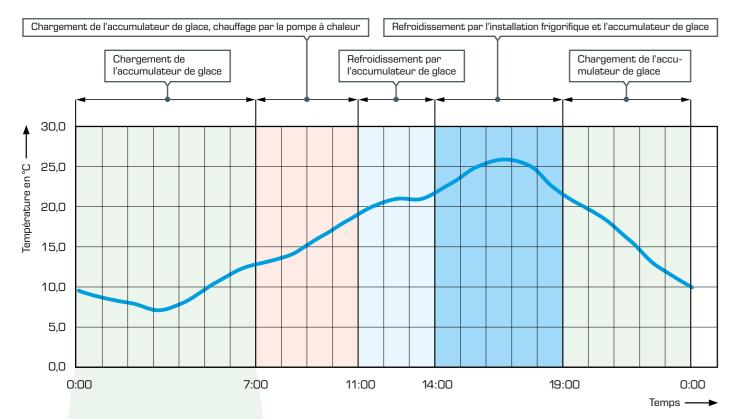


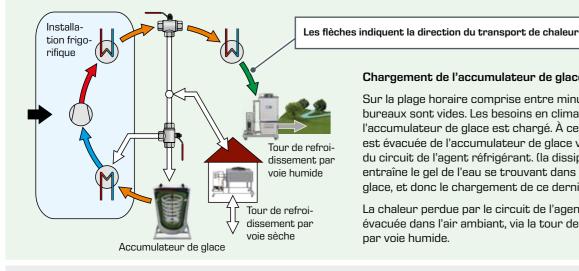
# ET 420 Accumulateurs de glace en génie frigorifique

#### Exemple d'alimentation thermique d'un bâtiment: les modes de fonctionnement de l'ET 420

Ce qui suit montre comment fonctionne, dans la pratique, une alimentation en énergie thermique adaptée à la demande par le biais d'une installation frigorifique avec accumulateur de glace. On considère à cet effet, à titre d'exemple, le profil de charge d'un immeuble de bureaux à alimenter.

Pour montrer le fonctionnement de l'accumulateur de glace, on prend l'exemple du cycle d'une journée. L'objectif principal est de réagir à des charges de refroidissement et de chauffage variables, et d'assurer une alimentation efficace du bâtiment par une séquence judicieuse d'états de fonctionnement.



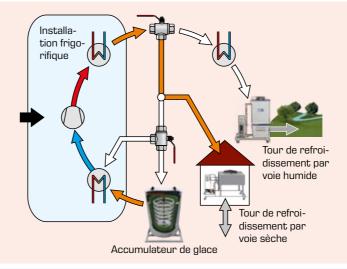


### Chargement de l'accumulateur de glace

Sur la plage horaire comprise entre minuit et 07h, les bureaux sont vides. Les besoins en climatisation sont nuls, l'accumulateur de glace est chargé. À cet effet, la chaleur est évacuée de l'accumulateur de glace via l'évaporateur du circuit de l'agent réfrigérant. (la dissipation de la chaleur entraîne le gel de l'eau se trouvant dans l'accumulateur de glace, et donc le chargement de ce dernier.)

La chaleur perdue par le circuit de l'agent réfrigérant est évacuée dans l'air ambiant, via la tour de refroidissement nar voie humide.

glycol, agent réfrigérant LP, agent réfrigérant HP, ■ eau, ■ air, ■ puissance électrique, □ processus inactif

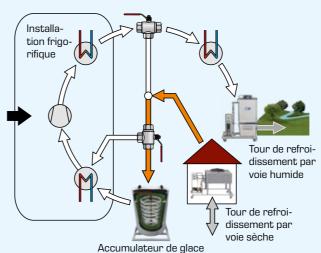


#### Chargement de l'accumulateur de glace et chauffage par chaleur perdue

Sur la plage horaire du matin comprise entre 07h et 11h, la température à l'intérieur du bâtiment est < 20°C. Il y a un besoin de chauffage

La chaleur qui apparaît pendant le processus de charge de l'accumulateur de glace peut être utilisée pour le chauffage. À cet effet, la chaleur est évacuée de l'accumulateur de glace via l'évaporateur du circuit de l'agent réfrigérant. La dissipation de la chaleur permet de charger l'accumulateur de glace.

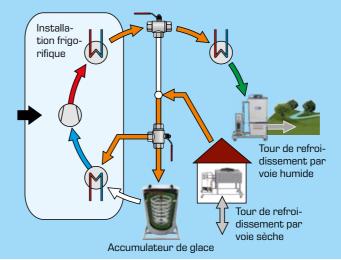
La chaleur perdue utile, provenant du circuit de l'agent réfrigérant, est transférée à la tour de refroidissement par voie sèche via le condenseur, ce qui permet de chauffer le bâtiment. Le système fonctionne en mode pompe à chaleur, en utilisant simultanément de la chaleur et du froid.



#### Refroidissement par l'accumulateur de glace

Sur la plage horaire comprise entre 11h et 14h, les températures à l'intérieur du bâtiment sont comprises entre 20 et 23°C. Les besoins de froid sont relativement bas et peuvent être couverts par l'accumulateur de glace.

La glace contenue dans l'accumulateur de glace fond, et absorbe la chaleur de la tour de refroidissement par voie sèche. Ce qui a pour effet de refroidir la tour de refroidissement par voie sèche. Et donc de refroidir le hâtiment. Il n'est pas pécessaire de faire fonctionner l'installation frigorifique pour évacuer la charge de refroidissement.



#### Refroidissement par l'installation frigorifique et l'accumulateur de glace

Sur la plage horaire comprise entre 14h et 19h, les températures dans le bâtiment sont comprises entre 23 et 27°C. Ce pic de charge dans la charge de refroidissement est couvert par le refroidissement combiné de l'accumulateur de glace et de l'installation frigorifique.

Pour cela, de la chaleur provenant de la tour de refroidissement par voie sèche est évacuée, ce qui permet de refroidir le bâtiment. Une partie de cette chaleur est transférée à l'accumulateur de glace, ce qui fait fondre la glace contenue dans ce dernier, qui absorbe la chaleur provenant de la tour de refroidissement par voie sèche. Afin d'évacuer la charge de refroidissement particulièrement élevée, l'installation frigorifique fonctionne également, et évacue une partie de la chaleur de la tour de refroidissement par voie sèche via l'évaporateur.

La chaleur perdue par le circuit de l'agent réfrigérant est libérée dans l'air ambiant via la tour de refroidissement par voie humide.

### Chargement de l'accumulateur de glace

À partir de 19h, le bâtiment est vide. Il n'y a plus de besoin de climatisation. Durant cette période, l'accumulateur de glace est chargé par l'installation frigorifique.