



POMPES À CHALEUR INDUSTRIELLES À HAUTE TEMPÉRATURE ARMSTRONG+COMBITHERM



POMPES À CHALEUR INDUSTRIELLES À HAUTE TEMPÉRATURE



Expérience des pompes à chaleur à haute température (> 80 °C/175 °F) depuis 2005

Le fluide de travail HCFO-1233zd(E) est inoffensif pour l'environnement (ODP = 0, GWP < 5, TFA < 2 % de fuites potentielles¹) et pour les personnes (Classe A1, non toxique et ininflammable)

Compresseur à vis fonctionnant en dessous de 17 barg/250 psi, assurant ainsi la fiabilité de l'unité

Capacité de 300 kW à 2 000 kW (jusqu'à 3 compresseurs par unité) adaptée aux besoins industriels

Chaque compresseur peut fonctionner entre 80 % et 100 % de la charge maximale : VFD disponible pour les charges partielles jusqu'à 50 %

Fourniture de chaleur jusqu'à 120 °C/248 °F (source de chaleur à partir de 30 °C/86 °F)

Rendement du cycle de Carnot > 50 %

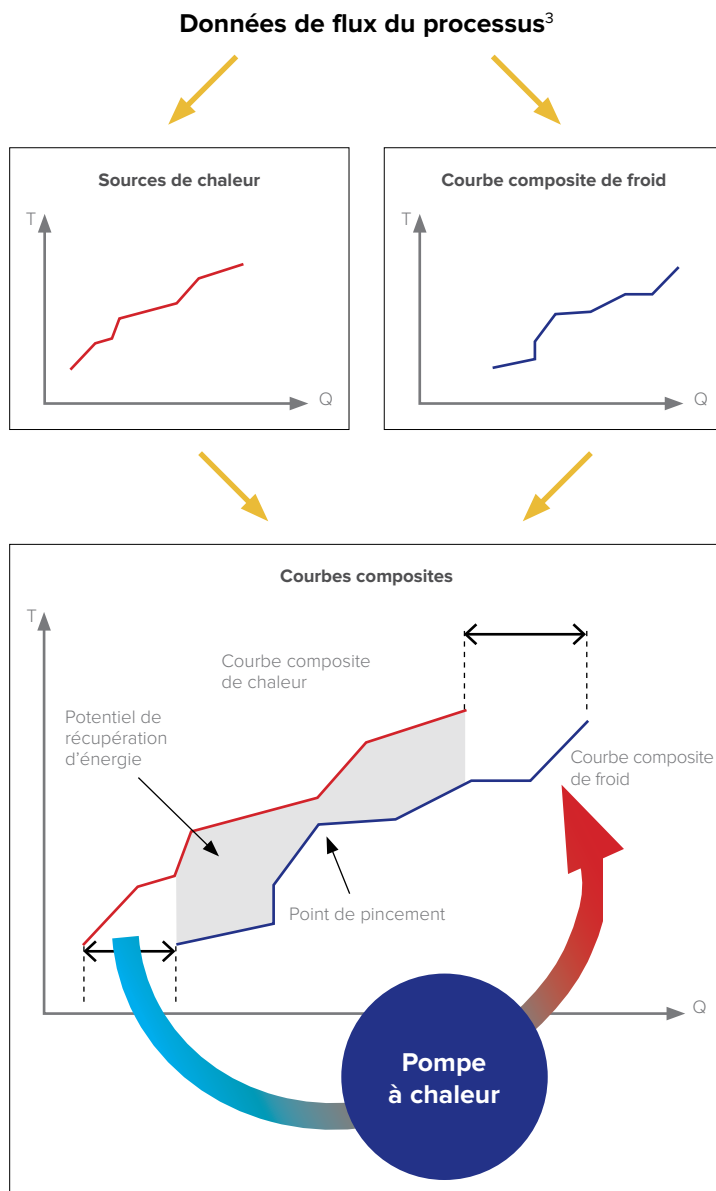
Extension de garantie par contrat de maintenance préventive

LES POMPES À CHALEUR INDUSTRIELLES À HAUTE TEMPÉRATURE SONT AU CŒUR DE LA DÉCARBONATION THERMIQUE

Elles permettent la réutilisation de la chaleur basse température ($< 50\text{ °C}/122\text{ °F}$) qui est rejetée par les systèmes de traitement et de refroidissement et actuellement gaspillée dans la plupart des installations industrielles. Tout au long du cycle de fonctionnement de la pompe à chaleur, la température de l'eau chaude est augmentée à des niveaux relativement élevés, jusqu'à $120\text{ °C}/248\text{ °F}$.

Elles permettent d'utiliser la chaleur perdue pour la production d'eau chaude des applications de nettoyage ou de chauffage à haute température, remplaçant ainsi la vapeur ou l'eau chaude actuellement générée par les combustibles fossiles ou l'utilisation de réchauffeurs électriques. Il en résulte une réduction significative de la consommation d'énergie primaire du site dans les industries légères, généralement de 30 % à 100 %² !

Elles sont un moyen économique de générer de la chaleur chaque fois que leur rendement (COP) dépasse le rapport de prix « électricité renouvelable/combustible fossile ». Cependant, pour les entreprises désireuses de décarboner leur production, la consommation d'énergie fossile ne sera plus une option. Par conséquent, la récupération de la chaleur résiduelle est essentielle³. En effet, l'impact des pompes à chaleur (fonctionnant à l'électricité renouvelable) sur la réduction des émissions de CO_2 permet de relever plus facilement et plus économiquement le défi de la décarbonation thermique par rapport à d'autres alternatives renouvelables.

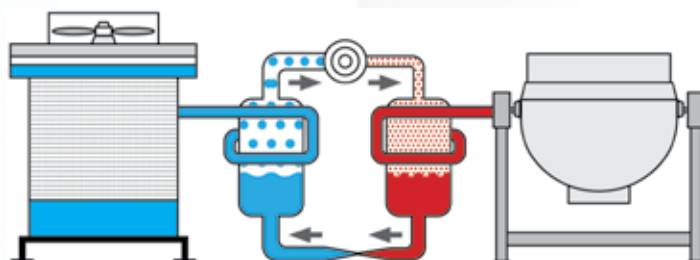


COEFFICIENT DE PERFORMANCE (COP) ET COP COMBINÉ (CCOP)

Une pompe à chaleur utilise le cycle de travail, qui est au cœur de la plupart des équipements qui nous entourent, tels que les réfrigérateurs, les systèmes de climatisation des bâtiments et les refroidisseurs industriels. Le fluide de travail à basse pression est capable d'absorber la chaleur d'une source à travers un échangeur de chaleur (évaporateur). Ce fluide à l'état gazeux est ensuite comprimé à une pression plus élevée, élevant ainsi sa température. Il restitue enfin la chaleur qu'il contient à un « dissipateur » via un autre échangeur de chaleur (condenseur). La boucle est fermée par le passage du fluide à travers un détendeur, ce qui provoque une chute de pression (et une évaporation partielle) avant de le renvoyer à l'entrée de l'évaporateur.

Le coefficient de performance (COP) d'une pompe à chaleur représente le rapport entre la chaleur produite à haute température et la consommation électrique du compresseur nécessaire au fonctionnement du cycle de travail. Si le refroidissement de la source de chaleur est également utile, par exemple en aidant à diminuer la charge d'un groupe froid, alors un coefficient de performance combiné (CCOP) plus élevé permet de comparer la somme des puissances de chauffage et de refroidissement à la consommation électrique du compresseur.

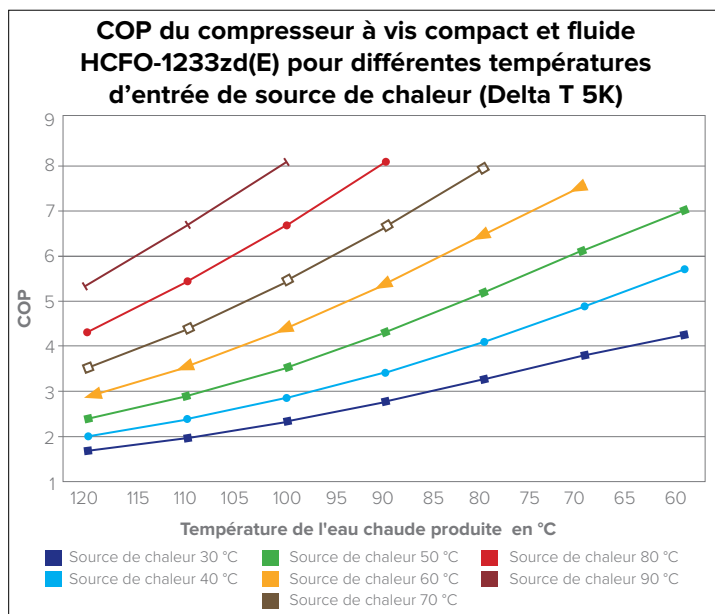
Par exemple, une pompe à chaleur récupérant 300 kW de chaleur résiduelle à 30 °C/86 °F nécessitera 100 kW de consommation électrique pour élever la température de chauffage à 70 °C/158 °F. Elle disposera donc d'une puissance de chauffage de 400 kW, tout en consommant 100 kW de puissance électrique. Son COP sera donc égal à 4. Si les 300 kW de chaleur extraits de la source de chaleur sont également utiles, en diminuant la charge frigorifique de l'installation, alors la pompe à chaleur génère 700 kW de puissance utile de chauffage et de refroidissement, pour une même consommation électrique de 100 kW. Cela se traduira par un CCOP de 7, ce qui réduira considérablement la période d'amortissement de l'unité.



OPTIMISATION DU COP ET DU CCOP

La consommation électrique du compresseur est directement liée à l'augmentation de pression, et donc à l'augmentation de température, du fluide de travail. C'est pourquoi le COP d'une pompe à chaleur est étroitement lié aux températures de la source de froid et du besoin de chaleur : plus la différence est faible, plus le COP est élevé. Une analyse PINCH des flux massiques permet d'optimiser la récupération de chaleur directe dans une installation et de corréliser plus efficacement les sources de chaleur aux sources de froid³. Elles aident également à quantifier l'opportunité d'installer des pompes à chaleur pour récupérer de la chaleur basse température et l'augmenter à des niveaux utiles. Les analyses Pinch permettent d'identifier les applications pour lesquelles le chauffage et le refroidissement sont nécessaires, non seulement en augmentant le CCOP de la pompe à chaleur, mais également en diminuant la charge et la consommation d'eau des tours de refroidissement (le cas échéant).

Typiquement, les pompes à chaleur ne peuvent pas récupérer plus de 50 % de la valeur théorique du cycle de Carnot. Les pompes à chaleur industrielles à haute température ARMSTRONG + COMBITHERM peuvent atteindre un rendement de Carnot supérieur à 50 % par l'optimisation du dimensionnement des compresseurs et par l'intégration d'une récupération de chaleur interne.



LES POMPES À CHALEUR ET LE STOCKAGE D'EAU CHAUDE AIDENT À RÉSOUDRE LE PROBLÈME D'INTERMITTENCE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

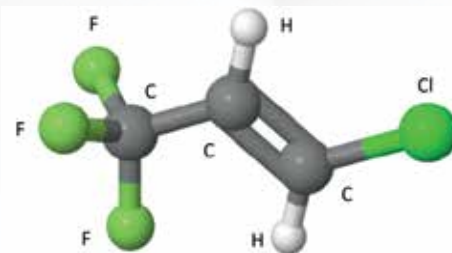
Les pompes à chaleur peuvent être programmées pour fonctionner pendant certaines périodes de la journée où le coût de l'électricité est le plus bas, notamment en raison de l'intermittence des énergies renouvelables. En adaptant la gestion de la charge aux possibilités du réseau, les systèmes de pompe à chaleur (y compris le stockage côté fourniture de chaleur et côté source de froid) contribuent à lisser la demande en énergies renouvelables. Le fonctionnement lorsque les coûts de l'électricité sont les plus bas améliore l'amortissement de l'unité.

Les pompes à chaleur industrielles à haute température ARMSTRONG+COMBITHERM peuvent être intégrées dans les systèmes d'exploitation des installations grâce à l'automate programmable livré avec l'unité. Elles sont également prêtes pour l'IoT (Internet des objets), avec la possibilité de communiquer des données énergétiques et opérationnelles critiques à des tableaux de bord basés sur le cloud.

LE FLUIDE HCFO-1233ZD(E) EST LE FLUIDE DE TRAVAIL DE CHOIX POUR LES POMPES À CHALEUR INDUSTRIELLES À HAUTE TEMPÉRATURE

La sélection du bon fluide de travail est un paramètre essentiel lors de la conception d'une pompe à chaleur. En effet, le fluide de travail ne doit pas seulement être inoffensif pour l'environnement et les personnes, il doit également avoir les caractéristiques thermodynamiques requises pour produire de la chaleur au-dessus de 80 °C/176 °F de manière fiable et économique en faisant fonctionner le circuit interne à une pression relativement basse.

Armstrong International et Combitherm ont mené des examens techniques et économiques complets de tous les fluides frigorigènes disponibles pour les applications de pompes à chaleur industrielles à haute température⁴. Notre conclusion est que seul le fluide HCFO-1233zd(E) offre le niveau de sécurité, de fiabilité et de coût nécessaire au développement des pompes à chaleur à haute température de taille suffisante pour avoir un impact significatif sur la décarbonation des industries légères.

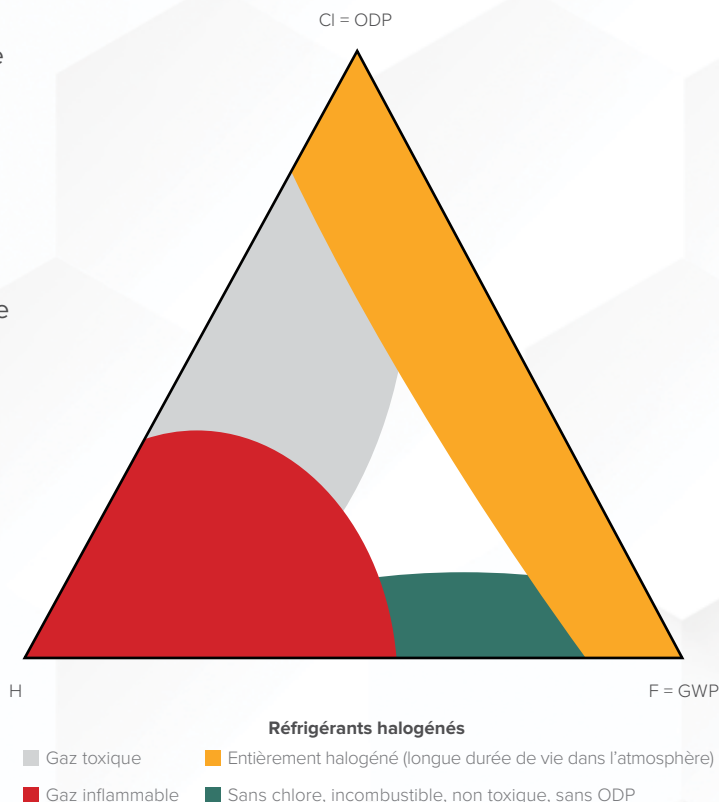


SANS DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT ET LES PERSONNES

Les caractéristiques du fluide HCFO-1233zd(E), qui appartient à la famille des HCFO (hydrochlorofluoro-oléfines), en font le fluide de travail de choix pour les pompes à chaleur industrielles à haute température. Son potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone (ODP) est de 0 et son potentiel de réchauffement global (GWP) est inférieur à 5¹, sensiblement inférieur au GWP > 1000 de la plupart des fluides HFC utilisés auparavant⁵.

De plus, ininflammable et non toxique, il appartient ainsi à la classe A1 la plus sûre. Le fluide HCFO-1233zd(E) a une durée de vie atmosphérique très courte de 36 jours (moyenne mondiale, valeurs locales dépendant des conditions climatiques¹) et 0 % de probabilité expérimentale de produire de l'acide trifluoroacétique (TFA) (< 2% de probabilité théorique¹).

Ces caractéristiques expliquent pourquoi le fluide HCFO-R1233zd(E) est de plus en plus utilisé en remplacement des HFC dans d'autres applications, telles que la mousse isolante pulvérisée sur les chantiers de construction et les systèmes de climatisation automobile.

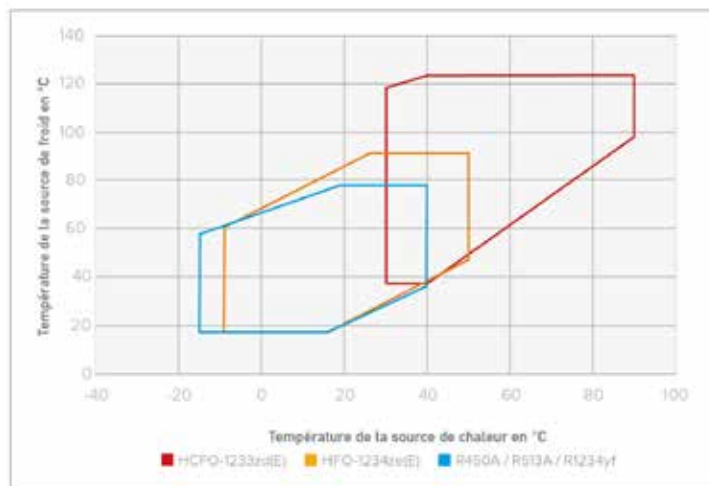


SOURCES DE CHALEUR À PARTIR DE 30 °C (86 °F) ET FOURNITURE DE CHALEUR JUSQU'À 120 °C (248 °F)

Le point d'ébullition du fluide HCFO-1233zd(E) est de 18 °C/65 °F, ce qui permet une pression de 1 barg au niveau de l'évaporateur, tout en récupérant la chaleur résiduelle des sources à 30 °C/86 °F ou plus. La température critique de ce fluide de travail est de 166 °C/331 °F, ce qui signifie que la pression au niveau du condenseur est inférieure à 17 barg/250 psi, tout en fournissant de l'eau chaude jusqu'à 120 °C/248 °F. À ce niveau de température, il est possible de faire évaporer l'eau chaude pour générer de la vapeur basse pression pour les applications qui en ont besoin.

Dans le cas où la température de la source de chaleur ne peut pas atteindre 30 °C/86 °F, il est possible de mettre en place une boucle primaire en utilisant un fluide de travail différent, le HFO-1234ze(E) (appartenant à la classe A2L, faiblement inflammable) ou même de l'eau. Le fluide HFO-1234ze(E) permet à la température de la source de froid d'atteindre jusqu'à 90 °C/194 °F), ce qui facilite la conception d'un système en cascade.

Domaines d'application du compresseur à vis



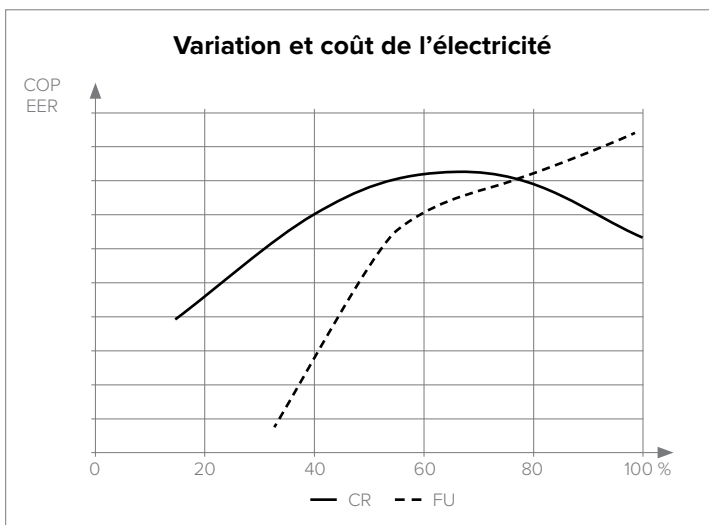
FONCTIONNEMENT FLEXIBLE PERMETTANT UNE ADAPTATION AUX VARIATIONS DE CHARGE ET AU COÛT DE L'ÉLECTRICITÉ

Les pompes à chaleur fonctionnent plus efficacement à 100 % de la capacité du compresseur, ce qui nécessite un stockage d'eau chaude du côté de la source de froid. Cependant, les régulateurs de puissance mécanique intégrés aux compresseurs à vis permettent des fonctionnements jusqu'à 80 % de la charge maximale, avec un impact négatif limité sur le COP.

Afin d'éviter une dégradation supplémentaire du COP pour des charges comprises entre 50 % et 80 %, un variateur de fréquence (VFD) est recommandé.

La conception de l'unité avec plusieurs compresseurs permet également d'obtenir cette flexibilité, parfois sans avoir besoin d'un VFD, tout en limitant l'impact négatif sur le COP.

Variation et coût de l'électricité



FIABILITÉ ACCRUE POUR UNE MAINTENANCE ET DES TEMPS D'ARRÊT RÉDUITS

Les pompes à chaleur industrielles à haute température ARMSTRONG+COMBITHERM sont le fruit de notre expérience dans le domaine des pompes à chaleur industrielles à haute température (supérieure à 80 °C/176° F) depuis 2005. La technologie des compresseurs à vis a fait ses preuves avec d'autres fluides frigorigènes, avant qu'elle soit adaptée en 2020 au fluide HCFO-1233zd(E) et aux applications jusqu'à 120 °C/248 °F. Le volume spécifique de ce fluide de travail lui permet de faire fonctionner le compresseur à des niveaux de pression relativement bas (moins de 17 bar/250 psi), bien en dessous de sa pression nominale de 28 bar/400 psi.

La conception des pompes à chaleur industrielles à haute température a été optimisée pour faciliter la mise en service, les essais et la maintenance des principaux composants.

Notre confiance dans la fiabilité des pompes à chaleur ARMSTRONG+COMBITHERM est prouvée par l'extension de garantie accordée lorsque des contrats de maintenance préventive sont appliqués.

AUCUNE EXIGENCE DE SÉCURITÉ SUPPLÉMENTAIRE

Nous avons fait le choix d'utiliser le fluide HCFO-1233zd(E), non seulement pour améliorer la fiabilité des pompes à chaleur industrielles à haute température ARMSTRONG+COMBITHERM, mais aussi pour éviter l'utilisation de systèmes de sécurité supplémentaires destinés à protéger les utilisateurs de la toxicité et de l'inflammabilité des autres fluides frigorigènes. Cela réduit considérablement l'investissement global et les coûts d'exploitation, ce qui rend réalisable la récupération de la chaleur résiduelle.

PAS DE TEMPS À PERDRE

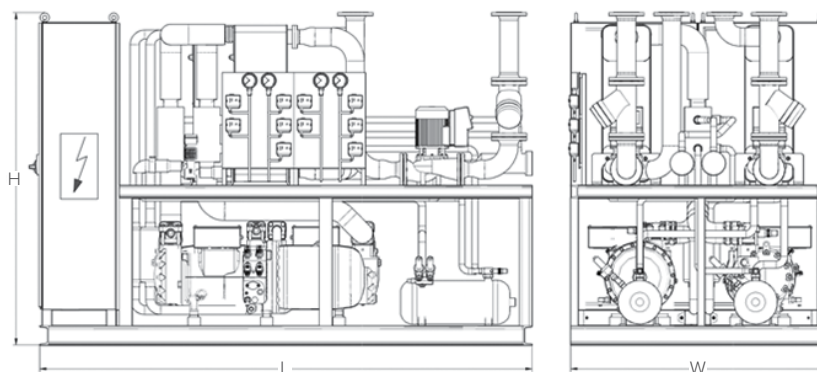
La récupération de la chaleur résiduelle basse température sera l'un des contributeurs les plus importants à l'efficacité énergétique, facilitant ainsi le défi de la décarbonation thermique auquel le monde est confronté. Les pompes à chaleur industrielles à haute température ARMSTRONG+COMBITHERM constituent la solution à même de diminuer significativement la consommation d'énergie primaire des installations. La décarbonation thermique est réalisable de manière sûre, fiable et économique.

DIMENSIONS ET PUISSANCES DE CHAUFFAGE EN KW

Série HWW avec compresseur à vis et fluide de travail HCFO-1233zd(E)

Pompe à chaleur Type	Puissance ¹	Longueur mm	Largeur mm	Hauteur mm	Poids kg	Pompe à chaleur Type	Puissance ¹	Longueur mm	Largeur mm	Hauteur mm	Poids kg
HWW 7553	127	3 100	1 200	2 100	1 900	HWW 2/7553	255	3 100	1 600	2 100	3 000
HWW 7563	147	3 200	1 200	2 100	1 900	HWW 2/7563	293	3 200	1 600	2 100	3 200
HWW 7573	167	3 200	1 200	2 100	2 000	HWW 2/7573	333	4 200	2 000	2 100	4 000
HWW 7583	191	3 200	1 200	2 100	2 200	HWW 2/7583	381	4 200	2 000	2 100	4 200
HWW 8553	204	3 300	1 200	2 100	2 500	HWW 2/8553	407	4 200	2 000	2 100	4 800
HWW 8563	232	3 300	1 200	2 100	2 600	HWW 2/8563	464	4 300	2 000	2 100	5 100
HWW 8573	265	3 400	1 200	2 100	2 800	HWW 2/8573	530	4 500	2 000	2 100	5 300
HWW 8593	346	4 000	2 000	2 100	3 600	HWW 2/8593	691	4 900	2 000	2 100	6 300
HWW 9553	346	4 000	2 000	2 200	4 000	HWW 2/9553	691	4 900	2 000	2 200	7 200
HWW 9563	397	4 000	2 000	2 200	4 200	HWW 2/9563	795	4 900	2 000	2 200	7 400
HWW 9573	452	4 100	2 000	2 200	4 500	HWW 2/9573	905	4 900	2 000	2 200	7 800
HWW 9583	520	4 100	2 000	2 200	4 800	HWW 2/9583	1 040	4 900	2 000	2 200	8 500

¹ Température de la source d'eau basse température 60 °C/140 °F, température de l'eau chaude produite 98 °C/208°F





SOLUTIONS EFFICACES POUR INSTALLATIONS THERMIQUES PAR L'UN DES LEADERS MONDIAUX
DE LA GESTION DE L'ÉNERGIE PROPOSANT DES EXPÉRIENCES APPRÉCIABLES

Armstrong International

Europe/Moyen-Orient/Afrique

armstronginternational.eu