

Mode d'emploi

Échangeurs de chaleur à plaques, plaques simples et semi-soudées  
Installation, mise en service et maintenance



<b>Tables des matières</b>	
<b>Introduction</b> .....	3
<b>Alertes de sécurité</b> .....	3
<b>Généralités</b> .....	4
<b>Conception : plaques uniques et semi-soudées</b> .....	6
Cadre .....	6
Plaques uniques .....	6
Plaques semi-soudées (cassettes de plaques) .....	6
Joints .....	6
<b>Description</b> .....	7
Plaques gauches (G)/droites (D) .....	7
Plaques gauches et droites, plaques simples .....	7
<b>Stockage</b> .....	8
<b>Installation</b> .....	8
Transport et levage .....	9
<b>Système de tuyauterie</b> .....	10
Filtration .....	10
Installation des raccordements de tuyauterie .....	10
<b>Mise en service</b> .....	11
Processus de démarrage .....	11
<b>Arrêt</b> .....	12
Arrêt pendant une courte période .....	12
Arrêt pendant une longue période .....	12
<b>Maintenance</b> .....	12
Nettoyage CIP .....	12
Conseils concernant les agents de nettoyage .....	12
Ouverture de l'échangeur de chaleur à plaques .....	13
Nettoyage mécanique/manuel .....	14
Remplacement de la plaque/cassette .....	15
Remplacement des joints .....	15
Fermeture de l'échangeur de chaleur à plaques .....	16
Entretien régulier de l'échangeur de chaleur à plaques .....	17
Entretien supplémentaire de l'échangeur de chaleur semi-soudé .....	17
<b>Dépannage</b> .....	18
<b>Service après-vente</b> .....	19
Commande de pièces .....	19
Modifications de l'échangeur de chaleur .....	19

**Introduction**

Ce mode d'emploi couvre l'installation, la mise en service et la maintenance des échangeurs de chaleur à plaques fournis par Danfoss. Il est destiné aux personnes responsables de l'installation, l'utilisation et la maintenance des échangeurs de chaleur. Nous vous recommandons de lire attentivement ce mode d'emploi avant d'entreprendre toute tâche.

Ce mode d'emploi s'applique à tous les échangeurs de chaleur à plaques produits et fournis par Danfoss.

Danfoss décline toute responsabilité en cas de dommages découlant d'une installation, d'une utilisation et/ou d'une maintenance incorrectes des échangeurs de chaleur à plaques Danfoss ou en cas de dommages causés par le non-respect des instructions du présent mode d'emploi.

Veuillez noter que nos échangeurs de chaleur à plaques sont spécialement conçus pour les conditions de conception maximum (pressions, températures, capacités et type de fluides) fournies par le client et indiquées sur la plaque signalétique.

Des pics de pression soudains supérieurs à la pression de service maximum (ou des coups de pression) susceptibles de se produire pendant le démarrage ou l'arrêt du système peuvent sérieusement endommager l'échangeur de chaleur et doivent être évités. Danfoss ne peut pas être tenue responsable en cas de dommage résultant de tout fonctionnement s'écartant des conditions de conceptions d'origine.

**Alertes de sécurité**

Les consignes suivantes doivent toujours être respectées lors de l'installation ou de l'entretien des échangeurs de chaleur à plaques :

- Respectez les réglementations de sécurité nationales/locales.
- Assurez-vous que l'échangeur de chaleur n'est pas sous pression.
- Assurez-vous que l'échangeur de chaleur a refroidi à une température inférieure à 40 °C (104 °F).

Les symboles d'avertissement se réfèrent à des alertes de sécurité.



Les avertissements/avis de sécurité doivent être strictement respectés pour prévenir :

Les blessures causées par :

- Un mauvais transport/levage
- Toute brûlure/congélation après un contact avec des pièces à des températures extrêmes
  - Toute brûlure/congélation ou tout empoisonnement après une libération non contrôlée de fluide sous pression
  - Tout contact avec des produits chimiques
  - Tout contact avec des bords tranchants de plaques ou de cassettes, par ex.



Les dommages d'équipements causés par :

- Un mauvais transport/levage
- Des coups de béliers
- Des forces externes
- La corrosion
- L'action chimique
- L'érosion
- La fatigue des matériaux
- Les chocs thermiques et/ou mécaniques
- La congélation
- Le blocage de l'échangeur de chaleur par des particules

Généralités

*Identification de l'échangeur de chaleur*  
Tous les échangeurs de chaleur à plaques fournis par Danfoss possèdent une plaque signalétique positionnée à l'avant (tête) de l'échangeur de chaleur.

Tous les détails techniques de l'échangeur de chaleur sont indiqués sur cette plaque signalétique.  
Avant l'installation, assurez-vous que l'application prévue est conforme aux données d'applications et aux limitations d'utilisation indiquées sur la plaque signalétique.

**Plaque signalétique d'échangeur de chaleur à plaque simple**

<p>Mois/année de production</p> <p>Désignation du modèle</p> <p>Numéro de série</p> <p>Mesure min. de l'assemblage (A)</p> <p>Mesure max. de l'assemblage (A)</p> <p>Baisse de pression max.</p> <p>Temp. fonctionnement min//max.</p> <p>Raccordements d'entrée - de sortie</p> <p>Pression de service max.</p> <p>Pression max. de test autorisée</p> <p>Volume interne total</p> <p>Fluides par côté</p>	<p>Plate heat exchanger type: S19</p> <p>Serial No.: JRF76804</p> <p>A-measure min.: 159 mm</p> <p>A-measure max.: - mm</p> <p>Max. differential pressure: 16 Bar</p> <p>Min. working temperature: 0 °C</p> <p>Max. working temperature: 80 °C</p> <p>Month and year: 12-2018 MM-YY</p> <p>Marking: CE 1727</p> <table border="1" style="width: 100%; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Ref. Side</th> <th>/</th> <th>Brine side</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F4 - F1</td> <td>/</td> <td>F3 - F2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>/</td> <td>16</td> <td>Bar</td> </tr> <tr> <td>20,8</td> <td>/</td> <td>20,8</td> <td>Bar</td> </tr> <tr> <td>23,5</td> <td>/</td> <td>23,5</td> <td>Ltr.</td> </tr> <tr> <td>Water</td> <td>/</td> <td>Water</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Do not exceed above values at any time. Please read instruction manual before installation, operation and maintenance.</p> <p>Manufactured by Danfoss A/S, 6430 Nordborg, Denmark</p>	Ref. Side	/	Brine side		F4 - F1	/	F3 - F2		16	/	16	Bar	20,8	/	20,8	Bar	23,5	/	23,5	Ltr.	Water	/	Water	
Ref. Side	/	Brine side																							
F4 - F1	/	F3 - F2																							
16	/	16	Bar																						
20,8	/	20,8	Bar																						
23,5	/	23,5	Ltr.																						
Water	/	Water																							

---

**Plaque signalétique d'échangeur de chaleur à plaques semi-soudées**

<p>Mois/année de production</p> <p>Désignation du modèle</p> <p>Numéro de série</p> <p>Mesure nominale de l'assemblage (A) Tolérance -1,5 %</p> <p>Baisse de pression max.</p> <p>Temp. fonctionnement min//max.</p> <p>Raccordements d'entrée - de sortie</p> <p>Pression de service max.</p> <p>Pression max. de test autorisée</p> <p>Volume interne total</p> <p>Fluides par côté</p>	<p>Plate heat exchanger type: SW19A-IG</p> <p>Serial No.: 76803</p> <p>A-measure Nominal*: 159 mm</p> <p>Max. differential pressure: 16 Bar</p> <p>Min. working temperature: 0 °C</p> <p>Max. working temperature: 80 °C</p> <p>Month and year: 02-2019 MM-YY</p> <p>Marking: CE 1727</p> <table border="1" style="width: 100%; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Ref. Side</th> <th>/</th> <th>Brine side</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F4 - F1</td> <td>/</td> <td>F3 - F2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>/</td> <td>16</td> <td>Bar</td> </tr> <tr> <td>20,8</td> <td>/</td> <td>20,8</td> <td>Bar</td> </tr> <tr> <td>23,5</td> <td>/</td> <td>23,5</td> <td>Ltr.</td> </tr> <tr> <td>NH<sub>3</sub></td> <td>/</td> <td>PropGlycol</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A-measure min.: A-measure Nominal - 1.5% Do not exceed above values at any time. Please read instruction manual before installation, operation and maintenance.</p> <p>Manufactured by Danfoss A/S, 6430 Nordborg, Denmark</p>	Ref. Side	/	Brine side		F4 - F1	/	F3 - F2		16	/	16	Bar	20,8	/	20,8	Bar	23,5	/	23,5	Ltr.	NH <sub>3</sub>	/	PropGlycol	
Ref. Side	/	Brine side																							
F4 - F1	/	F3 - F2																							
16	/	16	Bar																						
20,8	/	20,8	Bar																						
23,5	/	23,5	Ltr.																						
NH <sub>3</sub>	/	PropGlycol																							

Fig. 1. Exemples de plaques signalétiques. (\*) L'agrément de qualité Danfoss confirme que l'échangeur de chaleur à plaques a réussi le test d'étanchéité.

**Généralités**  
(suite)

Chaque échangeur de chaleur est fourni avec une liste de données indiquant les composants clés et les accessoires utiles selon la commande

de chaque client, les dimensions de l'échangeur de chaleur et un schéma de montage.

**Liste de données (exemple)**

<b>Client :</b>		<b>Personne de contact :</b>	
<b>Projet :</b>		<b>E-mail :</b>	
<b>Type HEX :</b>	SW40A-72-TM	<b>Ingénieur :</b>	IR
<b>Unité :</b>	1 (parallèle)	<b>Code :</b>	-
		<b>Date :</b>	04-03-2019 16:28:08

Paramètres calculés	Unité	Côté réf.	Côté saumure
Type d'écoulement			Flux parallèle
Charge	kW		350,00
Température d'entrée	°C	-7,59	
Température d'évaporation	°C	-8,00	
Surchauffage	K	0,00	
Température de sortie	°C	-8,00	
Qualité d'entrée/de sortie		0,000/0,667	
Taux du débit massique	kg/h	1 464,4	83 899,1
Débit volumétrique	l/min		1 346,458
Chute de pression totale	kPa	5,03	93,71
Chute de pression - sur le port	kPa	0,63	5,20
Zone totale	m²		26,60
Marge de surface	%		8,7
LMTD	K		4,48
HTC (disponible/nécessaire)	W/m²-K		3 189/2 935
Flux de chaleur	kW/m²		13,158
Pression d'évaporation abs.	bar	3,15	
Vitesse port	m/s	0,09 (entrée)/15,22 (sortie)	3,23
Cisaillement	Pa	5,41	109,07

Propriétés du fluide	Unité	Côté réf.	Côté saumure
Fluid		Ammoniac	Éthylène glycol (25,00 %)
Viscosité du liquide	mPa-s	0,1855	3,6207
Densité liquide	kg/m³	649,1	1 039,1
Capacité de chauffage du liquide	kJ/kg-K	4,575	3,755
Conductivité thermique du liquide	W/m-K	0,583	0,451
Viscosité de la vapeur	mPa-s	0,0088	
Densité de la vapeur	kg/m³	2,6	
Capacité de chauffage de la vapeur	kJ/kg-K	2,570	
Conductivité thermique de la vapeur	W/m-K	0,023	

Spécification :	Unité	Côté réf.	Côté saumure
Type HEX :	-	SW40A-72-TM	
Nombre de plaques :	-	72	
Nombre max. de plaques sur le cadre actuel :	-	84	
Groupe ment :	-	(35TM)/(36TM)	
Épaisseur/matériau des plaques :	-	0,5 mm/EN1.4301(AISI304)	
Joint principal/joint torique :	-	NITRILE HT (H)/CHLOROPRÈNE	
Raccordement :	-	Bride DN 100 classe AISI316 PN16	Bride DN 100 classe AISI316 PN16
Contre-bride :	-	Oui	Oui
Type de cadre/couleur :	-	C2L/RAL3020	
Type de certification/approbation :	-	PED	
Volume :	L	26,28	28,7
Poids :	kg	253,74	
Température de paroi min.	°C	-7	-6,56
Temp. de conception (max./min.) :	°C	50/-12	
Pression de conception (max.) réf./saumure :	bar	16/16	

**Schéma (exemple)**

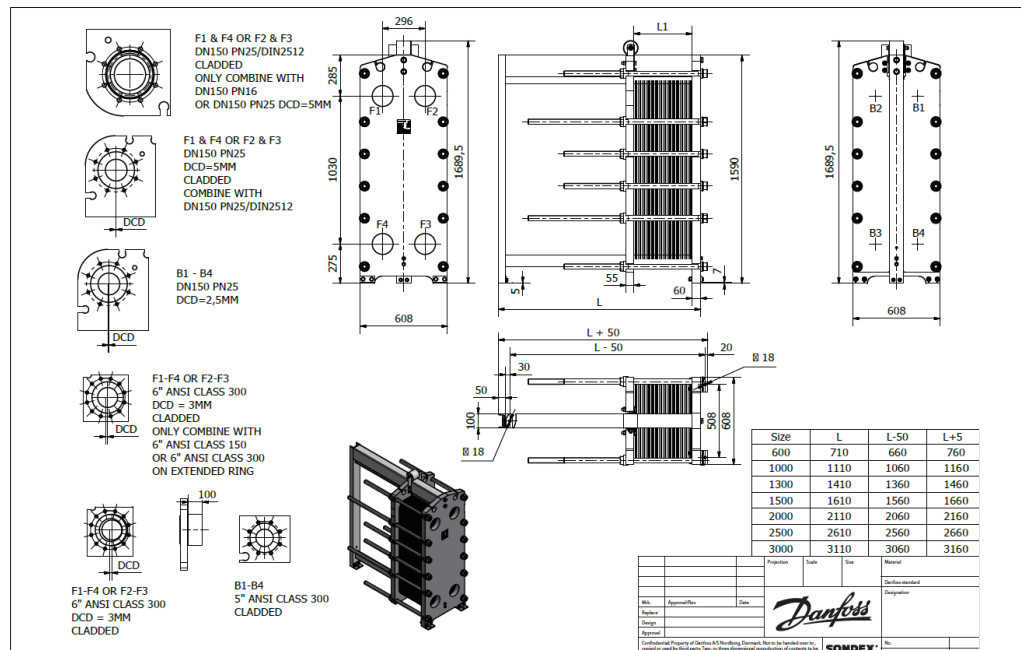


Fig. 2. Liste de données de documentation standard et schéma (exemples)

**Conception :  
plaques uniques  
et semi-soudées**

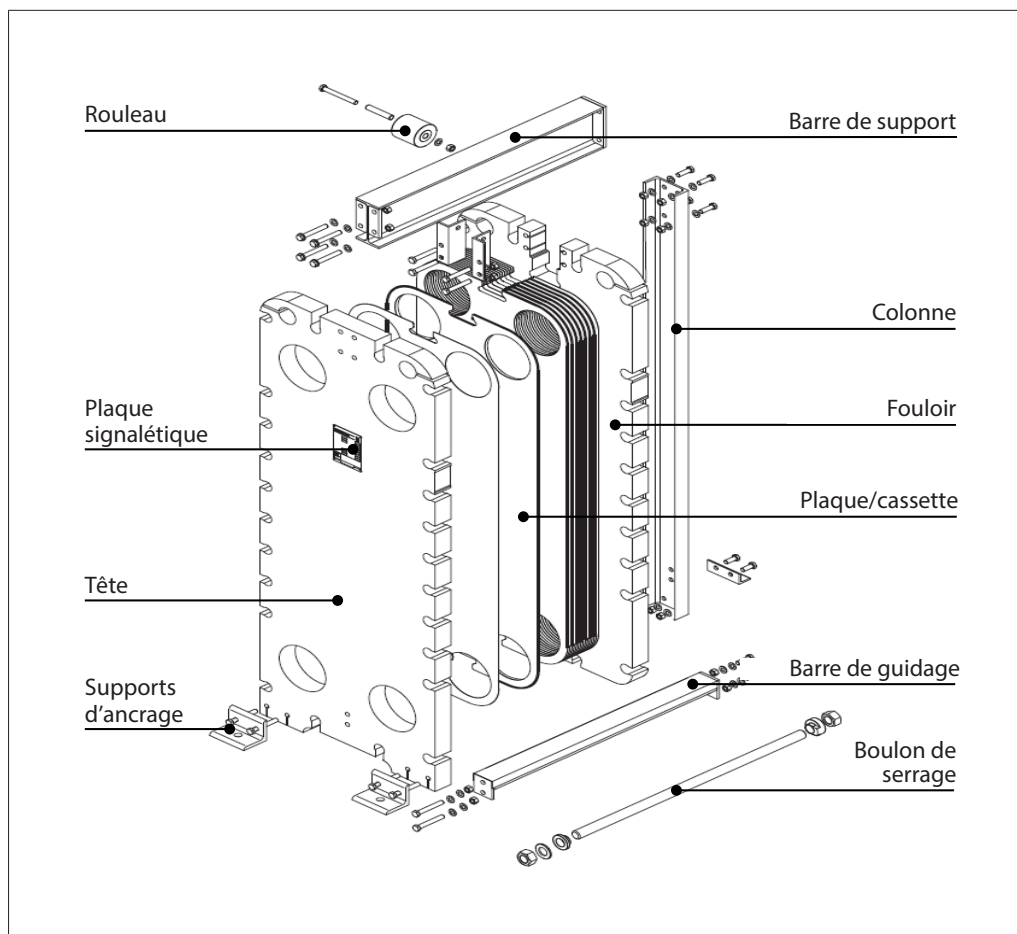


Fig. 3. Construction d'un échangeur de chaleur semi-soudé générique.

La construction à plaque simple est identique mais les plaques ne sont pas couplées (soudées) en cassettes.

**Cadre**

L'échangeur de chaleur est composé d'une plaque de cadre (tête), d'une plaque de pression (fouloir), d'une barre de support, d'une barre de guidage et d'une colonne. Les boulons de serrage sont utilisés pour presser les plaques ensemble. La taille et le nombre de boulons dépendent du type d'échangeur de chaleur.

**Plaques uniques**

Le pack à plaque simple est composé de plaques simples équipées d'un joint de débit sur chaque plaque pour sceller l'ensemble de plaques. Le nombre de plaques, la taille et la dimension dépendent de la sortie thermique requise. Le nombre de plaques détermine la zone (surface) totale de transfert de chaleur.

**Plaques semi-soudées (cassettes de plaques)**

Une cassette de plaques est composée de deux plaques de débit simples soudées ensemble, créant un canal de débit scellé. Les cassettes sont munies de deux joints individuels, un joint torique et un joint de montage pour sceller l'ensemble de plaques et prévenir le brassage de fluide. Cette conception de joint permet l'utilisation de différents matériaux de joint pour les joints toriques et de montage respectivement pour une adaptation optimale aux conditions de milieu et de température réelles.

Le matériau du joint torique est soigneusement sélectionné pour correspondre à la combinaison des exigences de résistance à la température et aux produits chimiques (p. ex. NH<sub>3</sub> et huile du compresseur sur le côté soudé).

**Joints**

Les types de joints suivants sont utilisés sur les échangeurs de chaleur à plaques Danfoss :

- Joints Sonderlock
- Joints collés
- Joints Sonder Snap (échangeurs de chaleur à plaques semi-soudées, large gamme)
- Joints de suspension (échangeurs de chaleur à plaques semi-soudées)



Fig. 4. Joint de suspension



**Description**  
(suite)

**Plaques gauches (G)/droites (D)**  
Les plaques sont conçues pour être utilisées comme plaques gauches et droites en les tournant alternativement à 180°. Les cassettes semi-soudées ne sont pas tournées.

**Plaques gauches et droites, plaques simples :**  
Sur une plaque droite, le débit s'écoule de l'orifice 2 à 3 ou, en sens inverse, de l'orifice 3 à 2.

Sur une plaque gauche, le débit s'écoule de l'orifice 1 à 4 ou, en sens inverse, de l'orifice 4 à 1. L'ouverture des orifices de coin est décrite dans un « index de code de plaque ». Par exemple, 1234 signifie que tous les orifices de coin sont ouverts. Chaque plaque peut être identifiée par la configuration de joint, l'index de code de plaque et la géométrie de plaque (p. ex., géométrie thermique courte ou longue).

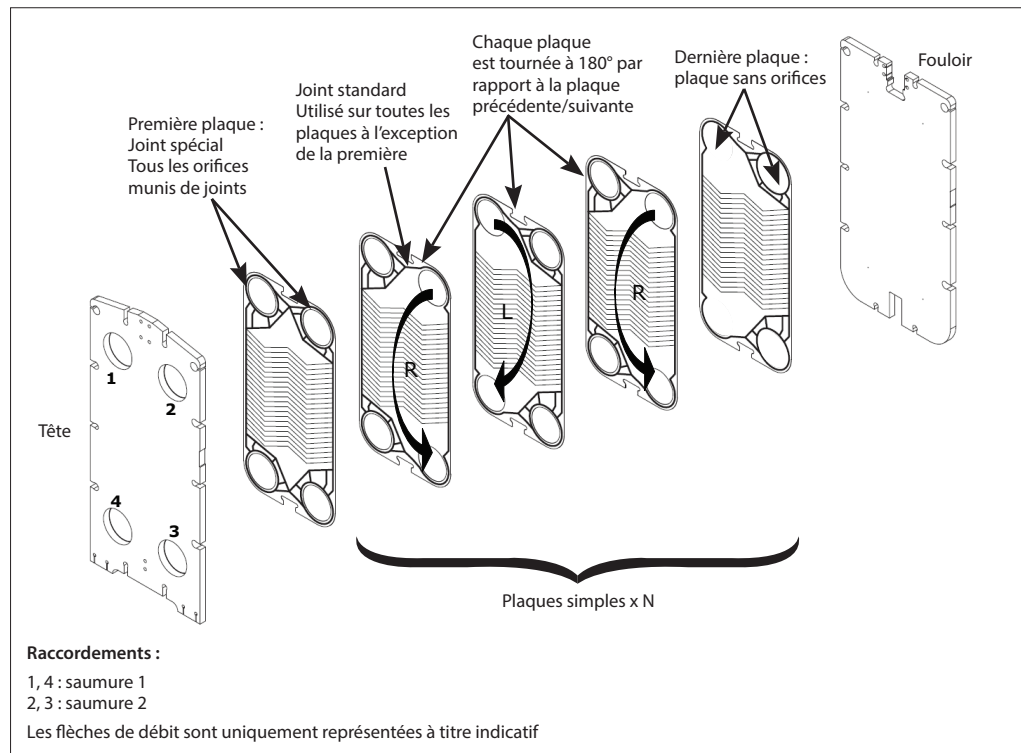


Fig. 5. Plaques simples : plaques gauche et droite et débit

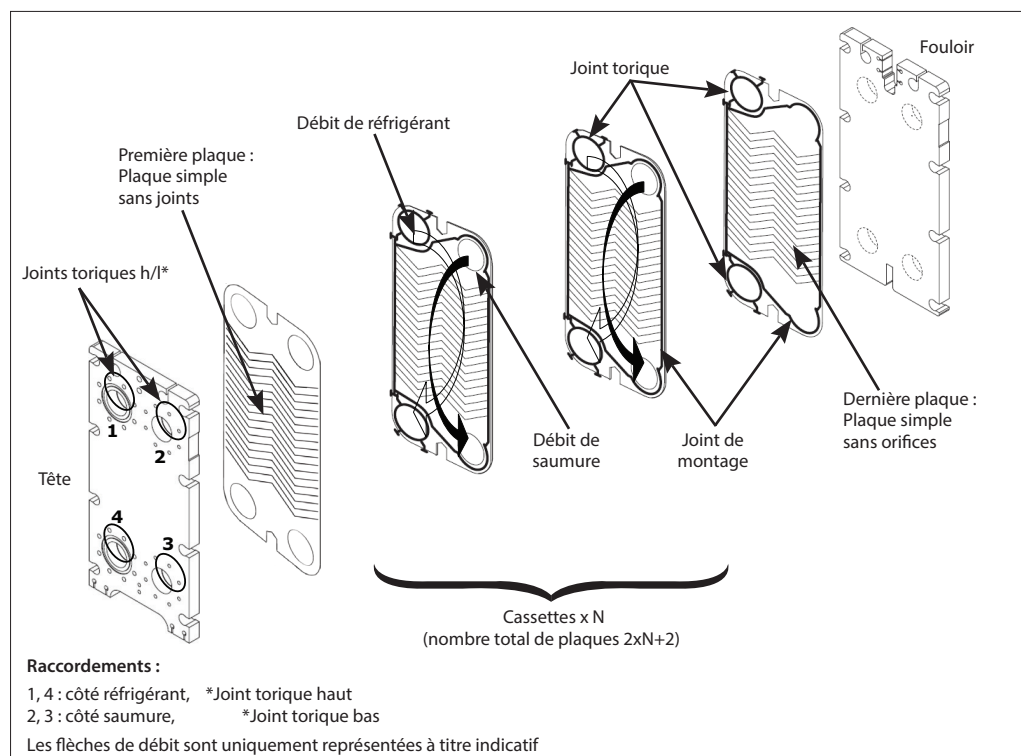


Fig. 6. Les plaques semi-soudées (cassettes) ne possèdent aucune plaque gauche et droite. Le réfrigérant s'écoule toujours sur le port 1 et 4.

## Stockage

Si l'échangeur de chaleur à plaques est stocké pendant une durée plus longue, c'est-à-dire pendant plus d'un mois/30 jours, les précautions suivantes doivent être prises pour prévenir tout dommage inutile à l'équipement :

De préférence, l'échangeur de chaleur à plaques doit être stocké dans un endroit sec à température ambiante, environ 15 – 20 °C (59 – 68 °F) et avec une humidité maximum de 70 %.

Si cela n'est pas possible, placez l'échangeur de chaleur à plaques dans une caisse en bois dont l'intérieur a été recouvert d'un revêtement empêchant toute pénétration d'humidité.

Les joints en caoutchouc sont sensibles à certains agents et aux rayons ultraviolets.



- Les échangeurs de chaleur à plaques doivent être stockés dans des pièces sans équipement produisant de l'ozone, notamment des moteurs électriques ou du matériel de soudure à l'arc, car l'ozone peut détruire plusieurs matériaux en caoutchouc.
- Les échangeurs de chaleur à plaques ne doivent pas être stockés dans une pièce où sont présents des acides ou des solvants organiques.
- N'exposez pas l'échangeur de chaleur à plaques aux rayons ultraviolets.

## Installation

### Fondation

Installez l'échangeur de chaleur sur une fondation plane fournissant un support suffisant pour le cadre.

### Espace

Assurez-vous que l'espace autour de l'échangeur de chaleur à plaques soit suffisant pour l'entretien de l'unité (renouvellement de plaques, serrage de l'ensemble de plaques). En principe, l'espace libre autour de l'unité doit représenter 1,5 à 2 fois la largeur de l'unité. Voir fig. 7.

### Plateau de chute

Les échangeurs de chaleur à plaques remplaçables impliquent un risque de fuite. Il est recommandé d'en tenir compte lors de l'installation. Il est préférable d'installer un plateau de chute sous l'échangeur de chaleur pour prévenir toutes fuites sur le sol et/ou tous dommages à l'équipement électrique.

### Plaque écran

Si l'échangeur de chaleur est utilisé à des températures supérieures à 60 °C ou en présence de fluides agressifs, nous vous conseillons de couvrir l'échangeur de chaleur avec une plaque écran pour prévenir tout risque d'exposition humaine aux surfaces et fluides.

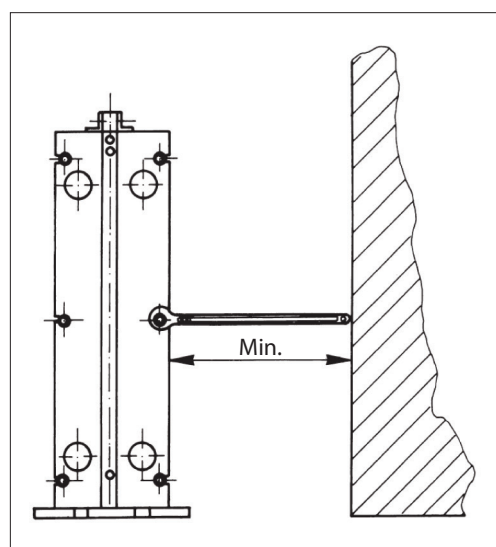



Fig. 7. Assurez-vous que l'espace autour de l'échangeur de chaleur à plaques est suffisant pour l'entretien



**Installation**  
(suite)

*Transport et levage*

**ATTENTION :**  
 **Pour prévenir toute blessure, utilisez toujours des équipements de levage appropriés. Si vous devez lever l'échangeur de chaleur, utilisez des sangles. Les sangles doivent être placées comme dans la fig. 8.**

Généralement, l'échangeur de chaleur est fourni à l'horizontale sur une palette.

L'arrière de la tête est alors sécurisé sur la palette. Cela permet à l'unité d'être transportée à l'aide d'un chariot élévateur.

Levage de l'unité : voir fig. 8.

- Retirez tous les éléments de serrage de la palette.
- Placez des sangles autour des boulons opposés de chaque côté de la colonne (1).
- Levez l'unité verticalement depuis la palette (2).
- Retirez la palette en toute sécurité (3).
- Abaissez lentement l'échangeur de chaleur au sol (4).
- Retirez les sangles au bas de l'unité (5).
- Levez un côté selon un angle de levage approprié (6) et poursuivez le levage de l'unité avec précaution. Évitez les secousses ou les chocs.
- Une fois l'échangeur de chaleur en position verticale, placez les sangles dans les œillets de levage prévus (7) et levez l'unité dans sa position finale (8).
- Retirez les sangles et positionnez l'échangeur de chaleur de manière sécurisée sur le sol.

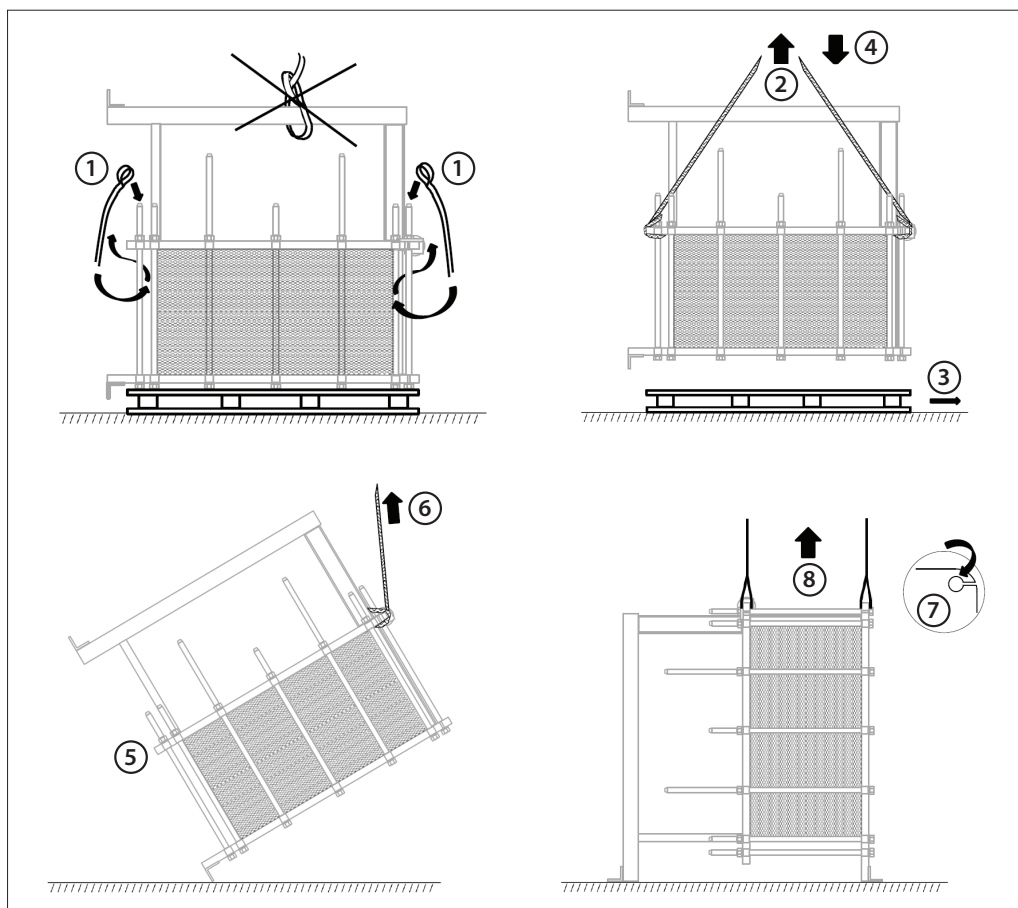


Fig. 8. Instructions de levage



**Ne levez jamais l'échangeur de chaleur avec une autre méthode que la méthode décrite ci-dessus. N'utilisez jamais les raccords, goujons ou autres plaques intermédiaires (le cas échéant) pour le levage (fig. 9).**

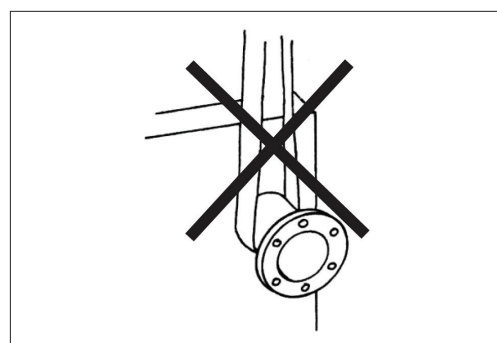


Fig. 9. Points de levage non autorisés

## Système de tuyauterie

### Filtration

Si le fluide de l'échangeur de chaleur à plaques contient des particules d'un diamètre supérieur à 0,5 mm, un filtre en ligne doit être installé.

### Installation des raccordements de tuyauterie

La plupart des échangeurs de chaleur à plaques sont destinés à des directions de flux à contre-courant, mais certaines applications spécifiques requièrent un flux parallèle. Référez-vous à la plaque signalétique pour obtenir des informations sur chaque échangeur de chaleur à plaques spécifique.

Les échangeurs de chaleur à plaques Danfoss sont fournis avec divers types de raccordements selon la taille, l'application et les conditions.

Les échangeurs de chaleur à **plaques simples** sont équipés de raccordements de tuyauterie filetés ou de brides à visser pour contre-brides/brides aveugles.

Les échangeurs de chaleur **semi-soudés** sont munis de brides de soudage installées en usine. Le côté réfrigérant est fermé hermétiquement par des plaques aveugles et pressurisées à l'azote.



**Avant de connecter tout tuyau à l'échangeur de chaleur à plaques, assurez-vous de nettoyer et de rincer abondamment le système de tuyauterie afin d'évacuer tout objet étranger.**

**Lors du raccordement du système de tuyauterie à l'échangeur de chaleur à plaques, assurez-vous que le système de tuyauterie ne soumet pas l'échangeur de chaleur à plaques à des tensions ou à des contraintes.**

**Assurez-vous que le système de tuyauterie, connecté à l'échangeur de chaleur à plaques, est protégé contre les pics/coups de pression et les chocs thermiques !**

**Lors de tout travail de soudage sur le système de bride/vanne/tuyauterie, raccordez à la terre la tuyauterie opposée de l'échangeur de chaleur à plaques. N'utilisez jamais l'échangeur de chaleur pour la mise à la terre car les plaques et les joints pourraient être gravement endommagés.**

**Lors du montage du tuyau fileté sur le raccordement fileté de l'échangeur de chaleur à plaques, assurez-vous que le raccord ne tourne pas pendant le serrage car cela pourrait endommager les joints toriques internes. Une clé de retenue sûre est nécessaire.**

**Pour les raccordements bridés à visser, insérez les joints avant de boulonner les brides aveugles à la plaque d'extrémité. Serrez les boulons uniformément, ne les serrez pas trop car cela pourrait endommager les boulons/filetages.**

### Remarque :

- Identifiez les entrées/sorties de débit réelles sur la plaque signalétique avant de commencer les travaux de tuyauterie.
- Les tuyaux lourds doivent être soutenus. Cela évitera que des forces élevées ne soient appliquées sur l'échangeur de chaleur à plaques.
- Pour pouvoir ouvrir/fermer et démonter l'échangeur de chaleur à plaques, des vannes d'arrêt doivent être installées sur tous les raccordements.
- Retirez toutes les brides de l'échangeur de chaleur à plaques avant de raccorder le système de vanne/tuyauterie.
- Le côté réfrigérant pressurisé à l'azote doit être dépressurisé via la petite vanne de la plaque aveugle avant de retirer les brides.
- Installez toujours les raccordements flexibles sur le fouloir pour prévenir les vibrations sur l'échangeur de chaleur à plaques. Les raccordements flexibles permettent également de prévenir l'extension des tuyaux qui pourrait être causée par les températures.
- Les raccordements flexibles doivent être installés perpendiculairement à la tête/au fouloir.
- Installez des événements de chaque côté de l'échangeur de chaleur à plaques.
- Les événements doivent être installés sur le point le plus haut dans la direction du flux de liquide.
- L'installation doit être munie de vannes de sécurité conformément aux réglementations en vigueur sur les réservoirs sous pression.

## Mise en service

La mise en service, le contrôle, la maintenance et la réparation de l'installation doivent être effectués par du personnel autorisé et correctement formé.

Avant la mise en service, vérifiez que tous les raccords sont correctement installés.

Vérifiez les pressions et les températures du liquide et assurez-vous que ces valeurs se trouvent dans les limites spécifiées sur la plaque signalétique.



**L'échangeur de chaleur à plaques ne doit pas être soumis à des chocs thermiques et mécaniques car cela pourrait entraîner une défaillance prématurée du joint.**

### Processus de démarrage

#### Échangeur de chaleur à plaque simple

Pour les échangeurs de chaleur à plaques avec liquide de chaque côté (débit liquide/liquide), le débit dont la température de fonctionnement est la plus proche de la température ambiante doit démarrer en premier, c'est-à-dire

#### Débit 1

Delta T à la température ambiante la plus basse

#### Débit 2

Delta T à la température ambiante la plus haute

### **Démarrez le débit liquide 1 d'abord, puis le débit liquide 2.**

Pour les deux débits, suivez les étapes suivantes :

- Purgez entièrement le système.
- Fermez la vanne d'arrêt installée entre la pompe et l'échangeur de chaleur à plaques.
- Ouvrez complètement la vanne installée sur la conduite de retour de l'échangeur de chaleur à plaques.
- Démarrez la pompe de circulation généralement placée à l'entrée.
- Ouvrez progressivement la vanne d'arrêt entre la pompe et l'échangeur de chaleur à plaques.
- Purgez à nouveau le système si nécessaire.

### Processus de démarrage

#### Échangeur de chaleur semi-soudé

Pour les échangeurs de chaleur à plaques semi-soudées avec réfrigérant d'un côté et glycol/eau de l'autre côté, le côté glycol/eau, c'est-à-dire le débit liquide, doit être démarré d'abord.

### **Démarrez le débit liquide d'abord, puis le débit réfrigérant.**

Pour le débit liquide, suivez les étapes mentionnées ci-dessus.

Pour le débit réfrigérant, suivez ces étapes :

- Maintenez les vannes d'arrêt aux raccords de l'échangeur de chaleur à plaques fermés pendant l'évacuation complète de l'échangeur de chaleur.
- Ouvrez progressivement la vanne d'arrêt à la sortie afin d'égaliser la pression puis ouvrez progressivement l'entrée de l'échangeur de chaleur.
- Activez le système de réfrigérant selon la procédure normale



**En présence d'une importante différence de pression et de réfrigérant dans la phase liquide des tuyaux de raccordement, il convient de prendre des précautions pour éviter les coups de béliers.**

**Les coups de béliers peuvent causer des dommages considérables à l'équipement et une fuite de liquide réfrigérant dans l'environnement.**

### Vérification en fonctionnement

Pour un fonctionnement correct et sûr

- Contrôlez le système à la recherche d'impulsions de pression causées par des pompes ou vannes de régulation. En cas d'impulsions de pression, arrêtez le fonctionnement et corrigez la situation.
- Des impulsions de pression continues peuvent occasionner des problèmes de fatigue des plaques de débit.
- Assurez-vous que l'unité ne présente aucune fuite.
- Assurez-vous que tous les événements sont fermés pour éviter l'aspiration d'air par le système.
- Assurez-vous que les conditions de fonctionnement, y compris les températures et les pressions du fluide, se trouvent dans les limites indiquées sur la plaque signalétique. Ces valeurs ne doivent pas être dépassées.



**En fonctionnement, les conditions ne doivent pas être modifiées. Les températures et les pressions du fluide doivent se trouver dans les limites indiquées sur la plaque signalétique et ne doivent pas être dépassées.**

## Arrêt

### Arrêt pendant une courte période

Si l'échangeur de chaleur à plaques doit être arrêté pendant une courte période, suivez la procédure ci-dessous :

- Fermez progressivement la vanne de régulation d'entrée dans le circuit de réfrigérant (débit 2) tout en maintenant le débit complet dans le circuit de liquide (débit 1).
- Pour les applications à température élevée, refroidissez l'échangeur de chaleur à une température inférieure à 40 °C (104 °F).
- Fermez progressivement la vanne de régulation d'entrée dans le circuit de liquide (débit 1).
- Arrêtez la pompe du circuit de liquide (débit 1).

### Arrêt pendant une longue période

Si l'unité doit être arrêtée pendant une période prolongée, suivez la procédure ci-dessous :

- Suivez les étapes ci-dessus.
- Laissez l'unité atteindre la température ambiante.
- Assurez-vous que l'échangeur de chaleur contient une quantité de fluide réfrigérant

minimum. Évaporez à l'aide du débit 1 dans les évaporateurs ou utilisez un module de vidange de liquide dans les condenseurs.

- Évacuez le côté réfrigérant.
- Vidangez le circuit de débit 1.
- Lubrifiez les filetages sur les boulons de serrage.
- Desserrez les boulons de serrage conformément aux instructions de la section « Ouverture de l'échangeur de chaleur à plaques » jusqu'à ce que la longueur de la plaque atteigne :
  - Plaque simple : mesure A max. +10 %
  - Semi-soudée : mesure A nominale +10 %
- Les boulons de serrage ne doivent pas être retirés ou desserrés au point de laisser pénétrer la saleté entre les plaques. Il est recommandé d'apposer un avertissement sur l'échangeur de chaleur à plaques pour rappeler au personnel que les boulons de serrage doivent être ajustés avant de remettre l'unité en service.
- Couvrez l'ensemble de plaques avec un plastique noir afin de les protéger de la lumière du soleil.

## Maintenance

### Nettoyage CIP

Le nettoyage en place (nettoyage CIP) permet de nettoyer l'échangeur de chaleur à plaques sans l'ouvrir et en faisant circuler des agents de nettoyage dans l'échangeur de chaleur.



**Le nettoyage CIP du circuit réfrigérant n'est pas autorisé. Le nettoyage CIP est uniquement possible pour le circuit de saumure.**

L'utilisation du nettoyage CIP est uniquement pertinente pour les souillures solubles. Avant le nettoyage CIP, assurez-vous que tous les matériaux dans l'intégralité du système de circulation résistent à l'agent de nettoyage/au liquide CIP utilisé.



**Nous vous conseillons de confirmer auprès du fournisseur de l'agent de nettoyage que l'agent n'endommagera pas les matériaux dans l'échangeur de chaleur.**

Contrôlez la température de service maximum autorisée sur la plaque signalétique montée à l'avant de l'échangeur de chaleur à plaques avant de procéder à un nettoyage CIP. La température de service maximum autorisée ne doit en aucun cas être dépassée. Consultez Danfoss en cas de doute.

S'il est nécessaire de faire recirculer la solution, sélectionnez un débit aussi élevé que possible et supérieur ou égal aux débits de service ou fonctionnement.

Suivez les instructions du fournisseur de l'agent de nettoyage. Pour le nettoyage avec recirculation, nous recommandons de faire circuler le fluide dans l'échangeur de chaleur à plaques pendant 30 minutes minimum.

### Rinçage

Après l'utilisation d'un agent de nettoyage, rincez toujours abondamment l'échangeur de chaleur à plaques à l'eau claire. Après un nettoyage CIP, faites circuler de l'eau claire pendant au moins 10 minutes.

### Conseils concernant les agents de nettoyage

L'huile et la graisse peuvent être éliminées avec un solvant aqueux émulsionnant l'huile.

Les résidus organiques et de graisse peuvent être éliminés à l'aide d'hydroxyde de sodium (NaOH) à une concentration maximum de 1,5 % - temp. max. 85 °C (185 °F). Mélange pour une concentration de 1,5 % = 5 l 30 % NaOH pour 100 l d'eau.

Le calcaire peut être éliminé à l'aide d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) - concentration max. de 1,5 % - temp. max. 65 °C.

Mélange pour une concentration de 1,5 % = 2,4 l HNO<sub>3</sub> 62 % pour 100 l d'eau.

L'acide nitrique a un effet d'accumulation sur le film de passivation de l'acier inoxydable.



**ATTENTION : L'acide nitrique et l'hydroxyde de sodium peuvent causer des blessures à la peau, aux yeux et aux muqueuses exposés. L'utilisation de lunettes et de gants de protection est fortement recommandée.**

**Maintenance**  
(suite)

*Ouverture de l'échangeur de chaleur à plaques*  
Lors de l'ouverture et du démontage de l'échangeur de chaleur à plaques, respectez les éléments suivants :

- Marquez l'ensemble de plaques avant l'ouverture. Pour ce faire, utilisez une ligne diagonale (voir fig. 10) ou numérotez chaque plaque en séquence.
- Mesurez et notez la mesure réelle de l'assemblage (référez-vous à la plaque signalétique pour la validation).
- Utilisez des outils et l'huile appropriés.
- Mettez l'échangeur de chaleur hors tension comme décrit à la section « Arrêt ».
- Assurez-vous que l'échangeur de chaleur refroidit (<40 °C [104 °F]).

- Le côté liquide doit être vidangé et le côté réfrigérant doit être correctement évacué avant l'ouverture de l'échangeur de chaleur.
- Nettoyez les boulons de serrage et graissez les filetages.
- Desserrez l'ensemble des boulons de serrage courts tout en laissant les boulons de serrage longs en tension.
- Desserrez uniformément les boulons de serrage longs dans l'ordre numéroté 1, 2, 3, 4 (fig. 10), c'est-à-dire que le fouloir doit avoir un mouvement d'ouverture parallèle.

**ATTENTION :**  
Assurez-vous que l'unité est dépressurisée et vidangée de tout fluide chaud et/ou agressif avant d'ouvrir l'unité pour éviter toute blessure.

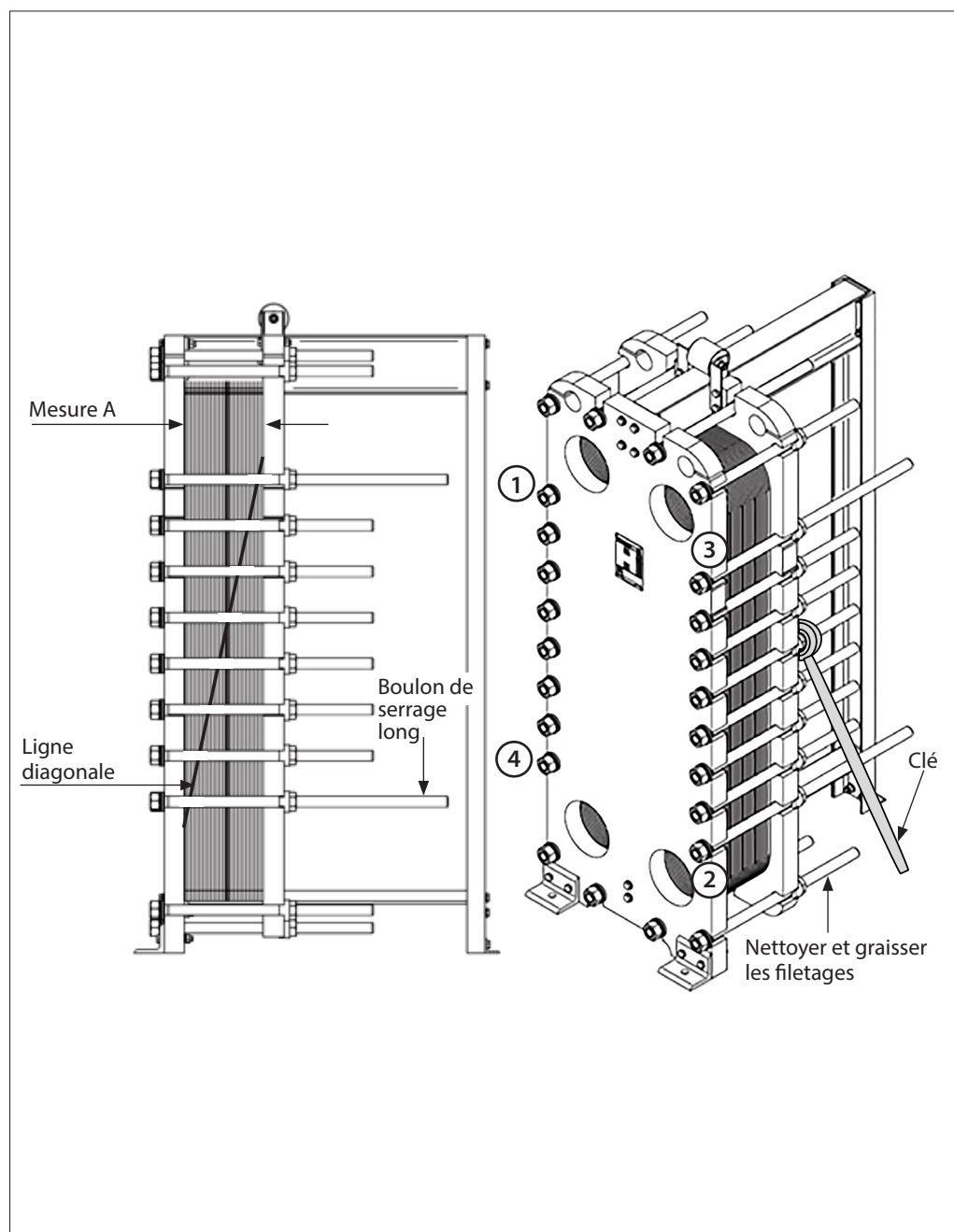


Fig. 10. Ouverture de l'échangeur de chaleur à plaques



**Maintenance**  
(suite)

*Ouverture de l'échangeur de chaleur à plaques (suite)*

- Retirez tous les boulons de serrage.
- Tirez le fouloir en direction de la colonne.
- Retirez les plaques/cassettes une par une sans endommager les joints.



**ATTENTION :**  
**Les bords des plaques/cassettes sont tranchants !**  
**Lors de la manipulation de plaques/cassettes, portez toujours des gants.**

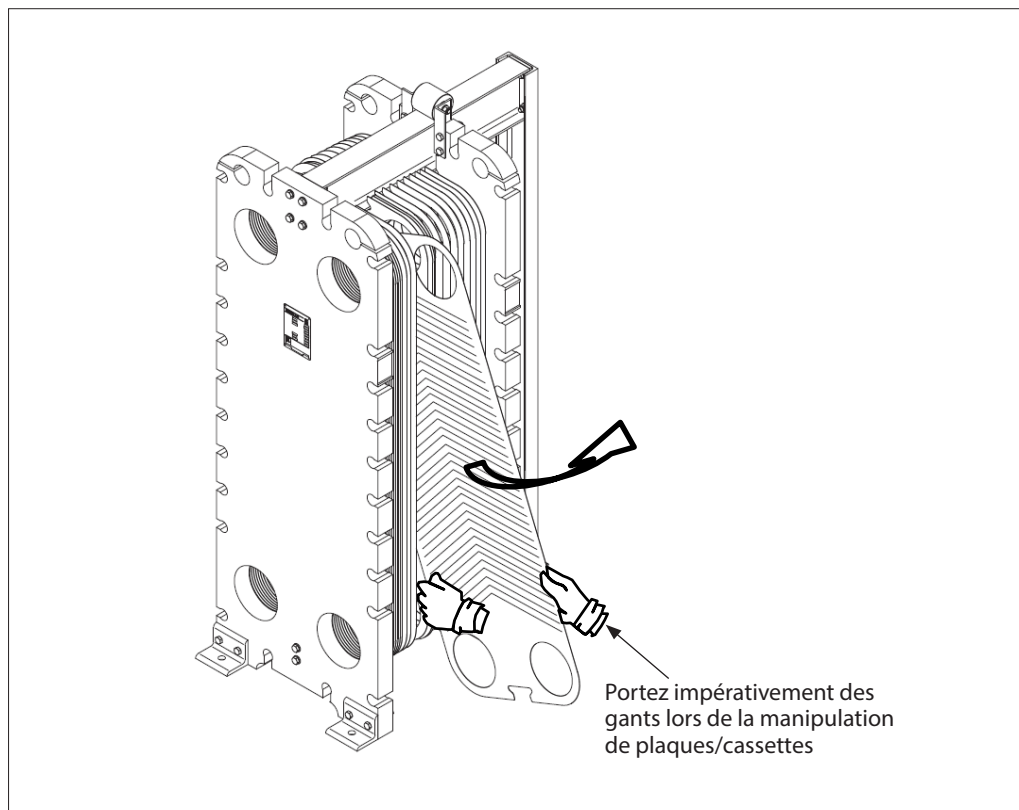


Fig. 11. Retrait de plaques

*Nettoyage mécanique/manuel*

- Les plaques/cassettes peuvent être nettoyées mécaniquement avec de l'eau et une brosse douce. Un nettoyeur à haute pression peut également être utilisé avec précaution et sans abrasifs.
- Si nécessaire, des agents de nettoyage peuvent être utilisés.
- Les cassettes peuvent uniquement être nettoyées côté saumure et toutes les précautions doivent être prises pour éviter que de l'eau ou de l'agent de nettoyage ne pénètre dans les cassettes soudées.
- Consultez un spécialiste du nettoyage pour choisir un agent de nettoyage adapté. Assurez-vous que tous les agents utilisés sont compatibles avec les matériaux des plaques/cassettes et des joints.



**ATTENTION :**  
**Certains agents de nettoyage peuvent causer des blessures à la peau, aux yeux et aux muqueuses exposés. L'utilisation de lunettes et de gants de protection est fortement recommandée.**

**Ne laissez jamais de l'eau ou de l'agent de nettoyage pénétrer du côté soudé des cassettes.**

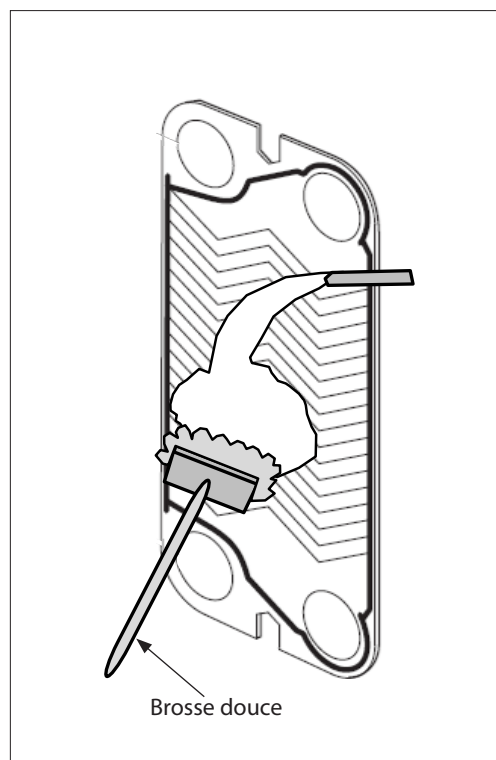


Fig. 12. Nettoyage mécanique avec une brosse douce



**Maintenance**  
(suite)

*Nettoyage mécanique (suite)*



**N'utilisez jamais une brosse en métal, de la laine d'acier ou du papier abrasif/ de verre, sous peine d'endommager le film de passivation des plaques. N'utilisez jamais d'acide hydrochlorique pour plaques en acier inoxydable. N'utilisez jamais d'acide hydrofluorique pour plaques en titane.**



**Avant d'installer des plaques nettoyées à l'aide de produits chimiques, elles doivent être rincées abondamment à l'eau claire !**

- Retirez toujours les plaques/cassettes une par une et numérotez-les dans le bon ordre.
- Les plaques/cassettes retirées pour le nettoyage manuel doivent être réinstallées dans le même ordre.
- Les plaques simples peuvent être immergées dans un bain de solvant afin de dissoudre les saletés tenaces.

---

*Remplacement de la plaque/cassette*



**Si une plaque/cassette doit être changée en cas de dommages importants, il est recommandé de remplacer également les plaques/cassettes adjacentes à cette plaque/cassette.**

- Les plaques/cassettes doivent être remplacées si elles sont endommagées ou si elles ne peuvent pas être nettoyées.
- Lors de la commande de nouvelles plaques/cassettes, toutes les données de la plaque signalétique sont requises.
- Les nouvelles plaques/cassettes sont fournies avec des joints complets pour une installation immédiate.

---

*Remplacement des joints*

**Joints non collés/Joints Sonder Snap, Sonderlock et de suspension**

Ces joints sont installés sans utiliser de colle. Ils sont positionnés en poussant entièrement le joint dans la cannelure de joint ou fixés à l'aide de dispositifs spéciaux. Assurez-vous que la cannelure et le joint sont propres.

*Joints collés*

Les surfaces doivent être propres et exemptes d'huile. Utilisez uniquement des colles ne contenant pas de chlorure telles que Pliobond 20 ou 30, Bostic 1782, 3M EC 1099 et Bond Spray 77. Suivez les instructions du fabricant.



**ATTENTION : Lorsque vous utilisez des solvants et adhésifs commerciaux, respectez scrupuleusement les recommandations du fabricant. La plupart des solvants sont dangereux.**

*Joints semi-soudés*

Les 2 types de joints dans les échangeurs de chaleur semi-soudés (joints toriques pour côté réfrigérant et joint de montage pour côté liquide) peuvent être remplacés indépendamment (voir fig. 6).

**Maintenance**  
(suite)

*Fermeture de l'échangeur de chaleur à plaques*  
Lors de l'assemblage et de la fermeture de l'échangeur de chaleur, respectez les éléments suivants :

- Vérifiez que tous les joints sont correctement positionnés dans les cannelures.
- Vérifiez que les plaques/cassettes sont correctement accrochées sur la barre de support.
- Comprimez l'ensemble de plaques en poussant le fouloir.
- Assurez-vous que les plaques sont dans la bonne position, conformément à la diagonale marquée ou à la numérotation.
- Vérifiez que le bord de la plaque/cassette est uniforme (voir fig. 13).
- Identifiez la mesure A notée avant l'ouverture de l'échangeur de chaleur (confirmer avec la plaque signalétique).
- Utilisez des outils et l'huile appropriés.
- Assurez-vous de l'absence de débit vers n'importe quelle partie de l'unité.
- Nettoyez les boulons de serrage et graissez les filetages.
- Installez les boulons de serrage longs et serrez uniformément dans l'ordre numéroté 1, 2, 3, 4 (fig. 14) jusqu'à ressentir une résistance, c'est-à-dire que le fouloir doit avoir un mouvement de fermeture parallèle.
- Serrez les boulons de serrage longs en séquence de 1 à 4, tour à tour, jusqu'à ce que la mesure A soit atteinte par tous les boulons de serrage longs.
- Serrez les boulons de serrage courts en alternant l'ordre jusqu'à ce que la mesure A soit atteinte par tous les boulons de serrage.

- Préparez-vous au fonctionnement. Suivez les instructions de la section « Processus de démarrage ».
- Si l'échangeur de chaleur n'est pas scellé immédiatement, les boulons de serrage peuvent être serrés progressivement à la mesure A minimum (voir plaque signalétique).

**La mesure A ne doit jamais être inférieure à la mesure A minimum.**

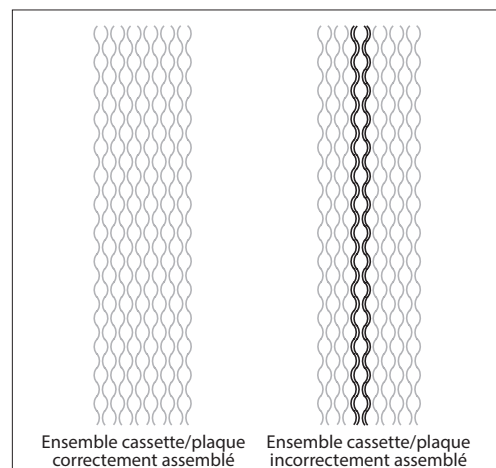


Fig. 13. Ensemble de plaques correctement/incorrectement assemblé

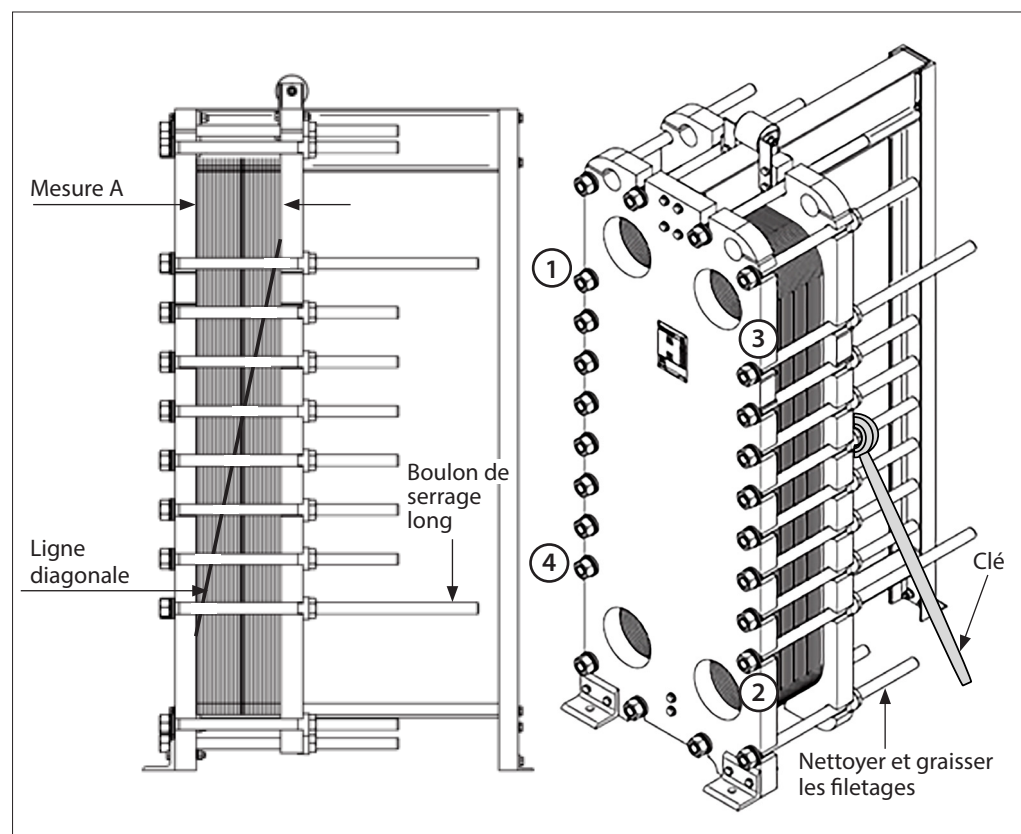


Fig. 14. Fermeture de l'échangeur de chaleur à plaques. Remarque : la mesure A ne doit jamais être inférieure à la mesure A minimum (voir plaque signalétique)

**Maintenance**  
*(suite)*
*Entretien régulier de l'échangeur de chaleur à plaques*
**Séquence d'entretien – une fois par an minimum**

- Contrôlez les températures et les débits par rapport aux données de mise en service.
- Contrôlez l'état général et recherchez des signes de fuite.
- Essayez toutes les parties peintes et vérifiez que les surfaces ne présentent aucun signe de dommages – retouchez si nécessaire.

- Vérifiez que les boulons et les barres sont propres et non rouillés. Recouvrez les parties filetées de graisse de molybdène ou d'un inhibiteur de corrosion (assurez-vous de ne pas faire tomber de graisse, etc. sur les joints des plaques).
- Si le fouloir est équipé de rouleaux, lubrifiez les roulements à l'aide d'huile pour machine légère.

*Entretien supplémentaire de l'échangeur de chaleur semi-soudé :*

		Fluides propres/conditions normales				Fluides souillés/conditions difficiles			
<b>Nombre d'années après la mise en service</b>	<b>2</b>					Audit PHE	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel	Remplacer les joints toriques*
	<b>3</b>	Audit PHE	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP					
	<b>5</b>	Audit PHE	Remplacer les joints toriques et les joints du corps principal**	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel	Audit PHE	Remplacer les joints toriques et les joints du corps principal**	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel
	<b>6</b>								
	<b>7</b>	Audit PHE	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP		Audit PHE	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel	Remplacer les joints toriques*
	<b>8</b>								
	<b>10</b>	Remplacer les joints toriques et les joints du corps principal**	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel		Audit PHE	Remplacer les joints toriques et les joints du corps principal**	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel
	<b>12</b>								
	<b>13</b>	Audit PHE	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP		Audit PHE	Détection de fuite de réfrigérant	Nettoyage CIP et manuel	Remplacer les joints toriques*
	<b>15</b>								

*Fig. 15. Directive concernant les intervalles d'entretien pour les échangeurs de chaleur à plaques semi-soudées. Indications pour les fluides propres/conditions normales et fluides souillés/conditions de température-pression difficiles respectivement.*

\* Kit de joint torique

\*\* Kit de joint d'étanchéité complet

Audit PHE : inspection visuelle des conditions de fonctionnement, des fuites, de la corrosion et de l'état général

Détection de fuite de réfrigérant : test électronique (évent)

CIP : nettoyage en place (voir section « Nettoyage en place »)

Nettoyage manuel : désassemblage de l'ensemble de plaques/nettoyage de plaques

Remplacement des joints : désassemblage de l'ensemble de plaques/remplacement des joints

Lorsque les conditions/fluides sont extrêmes, des audits doivent être réalisés plus fréquemment

**Dépannage**

Les problèmes les plus courants d'un échangeur de chaleur à plaques peuvent être résolus par du personnel formé. La figure 16 donne une liste des problèmes éventuels ainsi que les causes et solutions possibles.

Pour garantir un fonctionnement correct et continu de l'échangeur de chaleur à plaques, il est essentiel de maintenir la pression et la température de service dans la plage indiquée sur la plaque signalétique.

Le dépassement de ces valeurs, même lors de pics de courte durée, peut endommager l'unité ou causer des problèmes. Pour éviter des réparations coûteuses, il est recommandé de faire réaliser l'installation et la maintenance par du personnel correctement formé.

Problème	Cause possible	Solution possible		
<b>Fuites</b>	Raccordement d'étanchéité endommagé	Contrôler les revêtements en caoutchouc (le cas échéant)		
		Contrôler le joint de bride (le cas échéant)		
		Contrôler le joint torique de la première plaque		
		Installer les tuyaux sans les soumettre à des tensions		
	Mélange de circuit primaire et secondaire	Contrôler l'absence de trous et/ou fissures sur les plaques		
		Plaque simple :	Contrôler les joints autour du port et des zones diagonales	
		Semi-soudée :	Contrôler la partie diagonale du joint de montage et du joint torique	
Étanchéité de l'ensemble de plaques endommagée	Contrôler la distance d'assemblage « A »			
	Contrôler l'état des joints			
	Contrôler le bon positionnement des joints			
	Les conditions de fonctionnement dévient des spécifications	Ajuster les conditions de fonctionnement		
<b>Capacité insuffisante</b>	Air dans le système	Purger le système de tuyauterie		
		Vérifier l'absence de poches d'air éventuelles dans la tuyauterie		
	Les conditions de fonctionnement dévient des spécifications	Ajuster les conditions de fonctionnement		
	L'intérieur de l'échangeur de chaleur est encrassé	Nettoyer l'échangeur de chaleur		
	Les raccords ont été interchangés	Refaire la tuyauterie		
<b>Chute de pression trop élevée</b>	Débit supérieur au débit de conception	Ajuster le débit		
	Canaux des plaques bloqués	Rincer/nettoyer		
	Mesure incorrecte	Contrôler l'indicateur de pression		
	Fluide déviant des spécifications	Contrôler la composition chimique		
	Air dans le système	Purger le système de tuyauterie		
		Vérifier l'absence de poches d'air éventuelles dans la tuyauterie		

Fig. 16. Résumé des problèmes, causes et solutions possibles

Pour quasiment tous les problèmes de fuite, il sera nécessaire de démonter l'unité avant toute tentative de rectification du défaut. Marquez la (les) zone(s) semblant présenter une fuite à l'aide d'un marqueur à pointe en feutre ou similaire, avant de démonter l'échangeur de chaleur à plaques. Suivez les instructions de la section « Ouverture de l'échangeur de chaleur à plaques ».

Une « fuite à froid » est causée par un changement soudain de la température. Les propriétés d'étanchéité de certains élastomères sont temporairement réduites lorsque la température change brusquement. Aucune action n'est requise car les joints redeviennent généralement hermétiques une fois la température stabilisée.

**Dépannage**  
(suite)

*Les défaillances de joints sont généralement dues*

- au vieillissement/à la dégradation du matériau
- à une exposition excessive à de l'ozone
- à des températures de fonctionnement élevées ou basses - en dehors des limites du matériau spécifiées
- à l'exposition à des coups de pression
- à des attaques de produits chimiques (nettoyage, réfrigérants ou huiles)
- à des dommages corporels dus à un travail d'assemblage incorrect
- à des plaques incorrectement alignées (assurez-vous que le système de suspension en haut de la plaque n'est pas tordu)

*Une baisse de performances est générale due*

- à des surfaces de plaques nécessitant un nettoyage ou un détartrage
- à des défaillances de pompes ou de régulateurs associés
- à des canaux de plaques bloqués
- à un débit liquide non conforme aux spécifications
- à un refroidisseur/une tour de refroidissement/ une chaudière sous-dimensionné(e) ou sale
- à une température de refroidissement du fluide vers l'échangeur de chaleur à plaques supérieure à la température de conception
- à une température de chauffage du fluide vers l'échangeur de chaleur à plaques inférieure à la température de conception
- à un piège à réfrigérant cassé ou bloqué - l'unité se remplit de condensat
- à un ensemble de plaques assemblé de façon incorrecte
- à un échangeur de chaleur à plaques fonctionnant avec un débit à courant parallèle au lieu d'un débit à contre-courant. (Contrôler la direction des débits de pompe)
- à une poche d'air formée dans l'ensemble de plaques ou la tuyauterie

**Service après-vente**

*Commande de pièces*

Lors de la commande de pièces détachées, il est important de fournir des données correctes pour :

- le projet et le numéro de commande
- le type d'échangeur de chaleur à plaques et le numéro de fabrication (voir plaque signalétique)
- les pièces requises

Lors de la commande de plaques séparées, il est important de renseigner le bon code et type de plaque.

Lors de la commande de joints séparés, il est important d'indiquer le bon matériau du joint.

Lors de la commande de boulons de serrage, les boulons existants doivent être mesurés afin d'obtenir des boulons de rechange aux mêmes dimensions.

*Modifications de l'échangeur de chaleur*

Veillez noter que l'échangeur de chaleur à plaques est spécialement conçu pour les paramètres de service (pressions, températures, capacité et type de fluides) initialement fournis par le client.

Si l'échangeur de chaleur à plaques doit fonctionner à une capacité différente, des plaques/cassettes doivent être ajoutées ou retirées.

Il peut également être envisagé de modifier l'échangeur de chaleur à plaques pour l'adapter à d'autres paramètres.

Consultez Danfoss pour revoir et/ou approuver toute modification des paramètres de fonctionnement.

Après approbation par Danfoss, une nouvelle plaque signalétique sera émise.

Vous pouvez uniquement mettre en service un échangeur de chaleur à plaques modifié après accord écrit de Danfoss.

