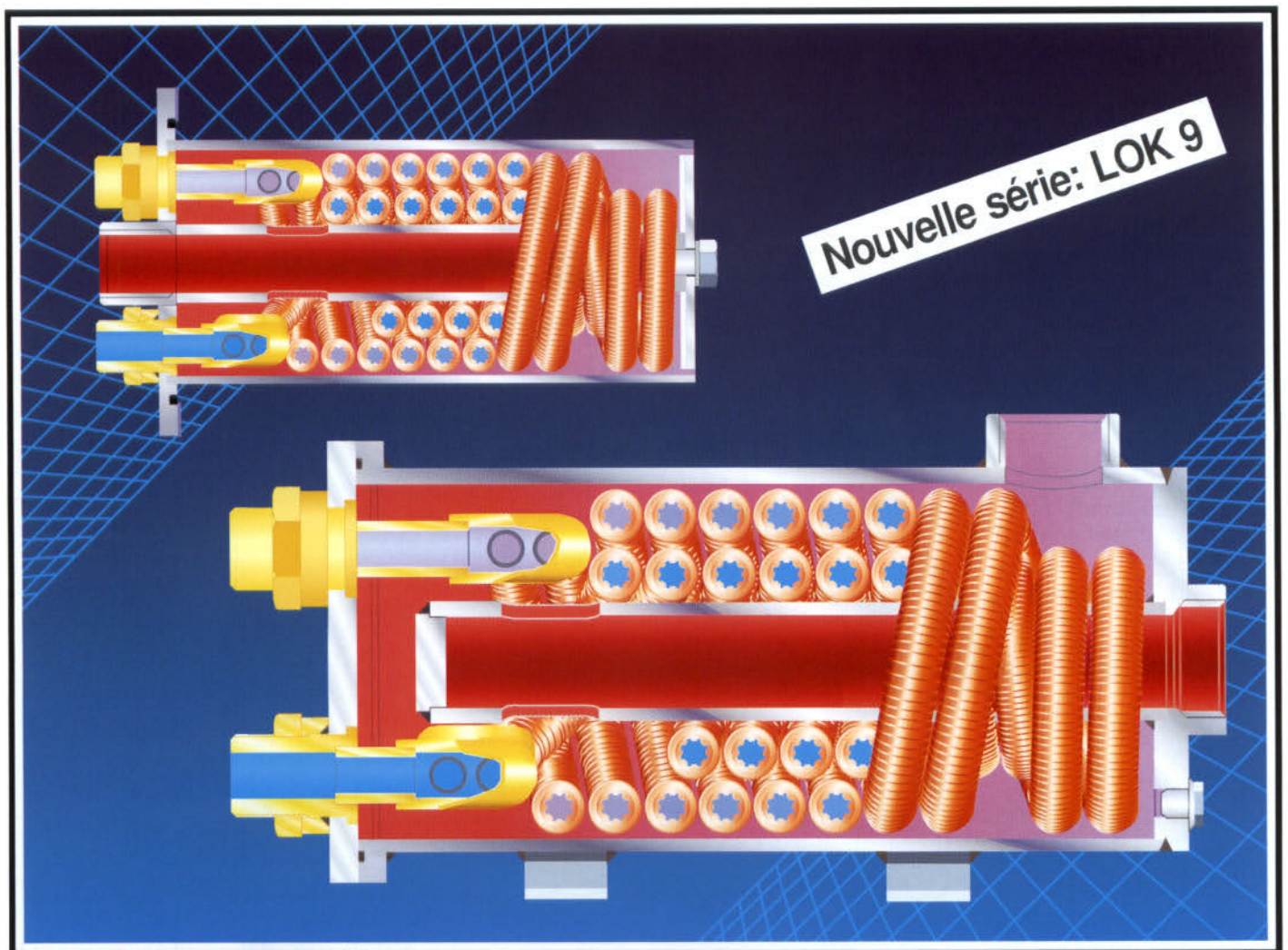


# Echangeurs de chaleur à serpentins LOK pour le refroidissement d'huile et d'autres fluides

882 f

10/1993



- ▶ Haute puissance thermique spécifique grâce à l'emploi de tubes à ailettes à haute performance Trufin W/HT Turbo-Chil
- ▶ La nouvelle bride d'obturation carrée des types de construction S et M peut être dévissée et réutilisée en cas d'échange du serpentins de tubes à ailettes
- ▶ Montage et entretien facile
- ▶ Besoins réduits d'eau de refroidissement
- ▶ Construction particulièrement compacte grâce aux serpentins de tubes à ailettes enroulés à pas simple, double et triple et à simple ou double rangée
- ▶ Grâce à l'utilisation de joints toriques en FPM (Viton) les échangeurs peuvent être utilisés pour des températures de service jusqu'à 150 °C
- ▶ La majorité des modèles sont livrables sur stock ou sous délais courts

# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

## Utilisation

Les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK conviennent pour le refroidissement et réchauffage d'huile, d'émulsion, d'eau et d'air comprimé. Ils sont particulièrement utilisés pour des installations suivantes:

- ▶ Machines à injecter des plastiques
- ▶ Installations d'extrusion des plastiques
- ▶ Installations hydrauliques, presses
- ▶ Machines-outils
- ▶ Embrayages et boîtes de vitesses
- ▶ Compresseurs et pompes
- ▶ Appareils d'équilibrage de température
- ▶ Installations de récupération de chaleur

## Description

Les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK sont particulièrement compact et efficaces grâce à l'emploi de tubes à ailettes à haute performance. Par la possibilité de loger des grandes surfaces d'échange dans le plus petit encombrement, les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK présentent un rapport prix-puissance particulièrement favorable.

Les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK sont équipés de tubes à haute performance Trufin W/HT Turbo-Chil en cuivre ou cupro-nickel, fabriqués selon un procédé de moletage à partir de tubes sans soudure. Grâce à une hauteur d'ailettes de 4,5 mm et des ailettes intérieures hélicoïdales augmentant la turbulence, on obtient une puissance thermique optimale pour des échangeurs à serpentins de tube.

Le serpentin de tubes à ailettes équipé de raccords est monté dans la bride d'obturation et étanchés par des joints toriques. Le serpentin de tubes à ailettes ainsi préassemblé est glissé dans la virole cylindrique en acier et vissé sur la bride de la virole. L'étanchéification est obtenue par un joint torique.

Dans le type de construction T la bride d'obturation est soudée sur la virole en acier. Le serpentin de tube à ailettes est glissé dans la virole par l'arrière, puis vissé dans la bride d'obturation où l'étanchéité est obtenue au moyen de joints toriques.

Le côté virole des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK est alimenté par le fluide à refroidir, le plus souvent par de l'huile hydraulique ou de graissage. Le fluide de refroidissement passe à l'intérieur du serpentin de tubes à ailettes.

## Types de construction

Pour une gamme de puissance jusqu'à environ 111 kW nous fournissons des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK en séries en trois types de construction:

**Type de construction S:** Exécution standard avec un raccord côté virole pour la sortie de l'huile et des pattes de fixation

**Type de construction M:** Echangeur de chaleur avec deux raccords côté virole pour l'entrée et la sortie de l'huile; sur demande avec colliers de serrage

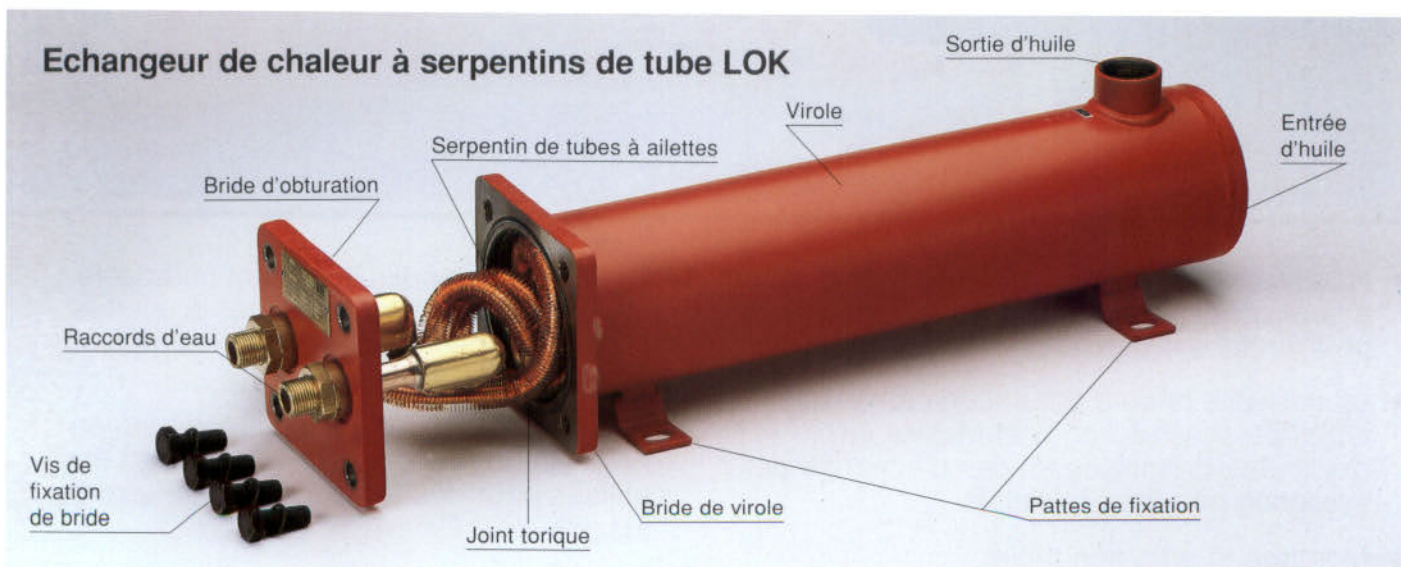
**Type de construction T:** Echangeur de chaleur en construction ouverte, pour le montage en réservoirs

## Dimensions et puissances nominales

Les dimensions et puissances nominales des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK voir figures 2 à 4.

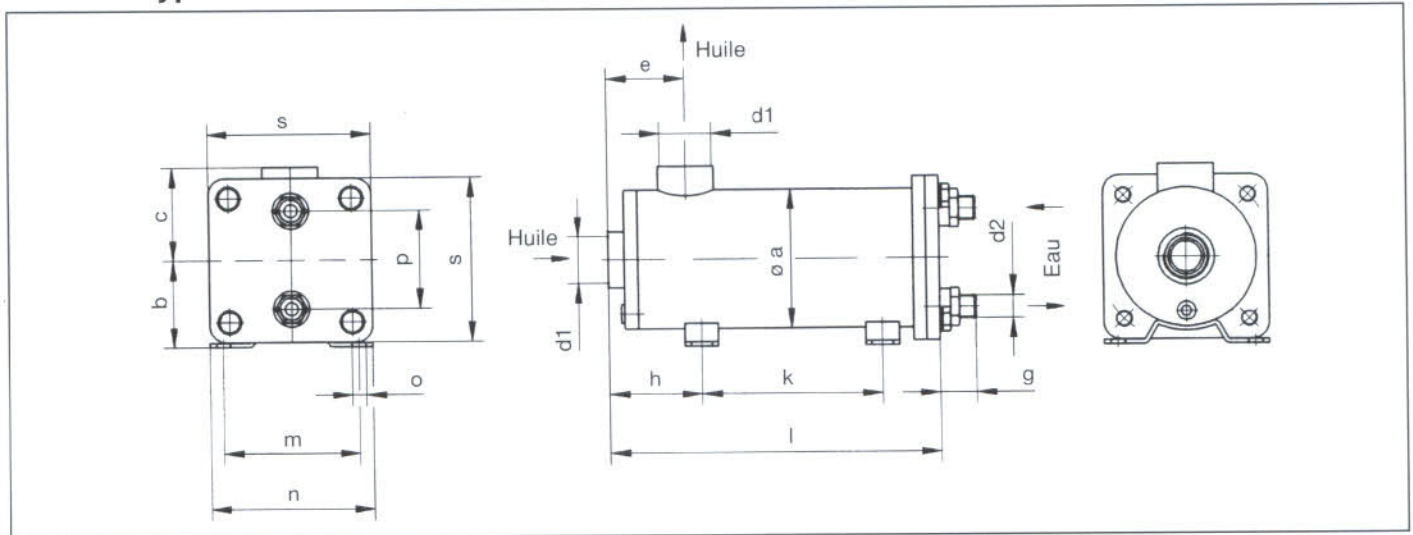
Les puissances nominales sont basées sur les conditions de service suivantes:

- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{om} = 45$  °C
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_{\delta} = 40 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s
- ▶ Vitesse de circulation de l'huile  $v_{\delta} = 1$  m/s
- ▶ Température moyenne de l'eau de refroidissement  $\vartheta_{wm} = 20$  °C
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau de refroidissement  $v_w = 2$  m/s



**Figure 1:** Echangeur de chaleur à serpentins de tube LOK du type de construction S

## LOK 9 – Type de construction S



Type d'échangeur de chaleur LOK	Puiss. nominale Q̇ kW	Débit		Dimensions															Poids environ G <sub>total</sub> kg
		Huile V̇ <sub>o</sub> l/min	Eau V̇ <sub>w</sub> l/h	b mm	c mm	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	e mm	g mm	h mm	k mm	l mm	m mm	n mm	o mm	p mm	s mm		

### Diamètre extérieur de la virole a = 70 mm

S 9-00.11-1	3,1	70	350	45	55	G 3/4	G 3/8	64	30	102	140	290	75	100	11	40	85	4,0
S 9-00.12-1	5,9	70	350	45	55	G 3/4	G 3/8	64	30	102	240	420	75	100	11	40	85	5,5
S 9-00.13-1	7,4	70	350	45	55	G 3/4	G 3/8	64	30	102	450	680	75	100	11	40	85	6,5
S 9-00.14-1	10,9	70	350	45	55	G 3/4	G 3/8	64	30	102	450	680	75	100	11	40	85	8,0

### Diamètre extérieur de la virole a = 108 mm

S 9-01.13-2	8,0	180	700	70	77	G 1	G 1/2	66	31	84	325	479	110	140	13	70	130	9,0
S 9-01.14-1	11,8	180	350	70	77	G 1	G 1/2	66	31	84	325	479	110	140	13	70	130	10,0
S 9-01.14-2	11,8	180	700	70	77	G 1	G 1/2	66	31	84	325	479	110	140	13	70	130	10,0
S 9-01.21-2	16,0	180	700	70	77	G 1	G 1/2	66	31	84	325	479	110	140	13	70	130	12,0
S 9-01.23-2	28,4	180	700	70	77	G 1	G 1/2	66	31	84	550	699	110	140	13	70	130	16,5

### Diamètre extérieur de la virole a = 127 mm

S 9-02.22-1	19,3	220	630	80	85	G 1 1/4	G 1/2	72	31	85	400	539	125	150	13	90	150	15,5
S 9-02.22-2	19,4	220	1250	80	85	G 1 1/4	G 1/2	72	31	85	400	539	125	150	13	90	150	15,5
S 9-02.23-2	24,6	220	1250	80	85	G 1 1/4	G 1/2	72	31	85	400	539	125	150	13	90	150	17,5
S 9-02.32-2	41,2	220	1250	80	85	G 1 1/4	G 1/2	72	31	85	600	789	125	150	13	90	150	25,0

### Diamètre extérieur de la virole a = 152,4 mm

S 9-03.31-1	29,9	290	890	95	97	G 1 1/4	G 3/4	80	39	131	450	661	140	170	13	110	180	27,0
S 9-03.31-2	29,4	290	1770	95	97	G 1 1/4	G 3/4	80	39	131	450	661	140	170	13	110	180	27,0
S 9-03.32-2	35,8	290	1770	95	97	G 1 1/4	G 3/4	80	39	131	450	661	140	170	13	110	180	30,0
S 9-03.42-2	60,3	290	1770	95	97	G 1 1/4	G 3/4	80	39	160	650	961	140	170	13	110	180	42,0

### Diamètre extérieur de la virole a = 193,7 mm

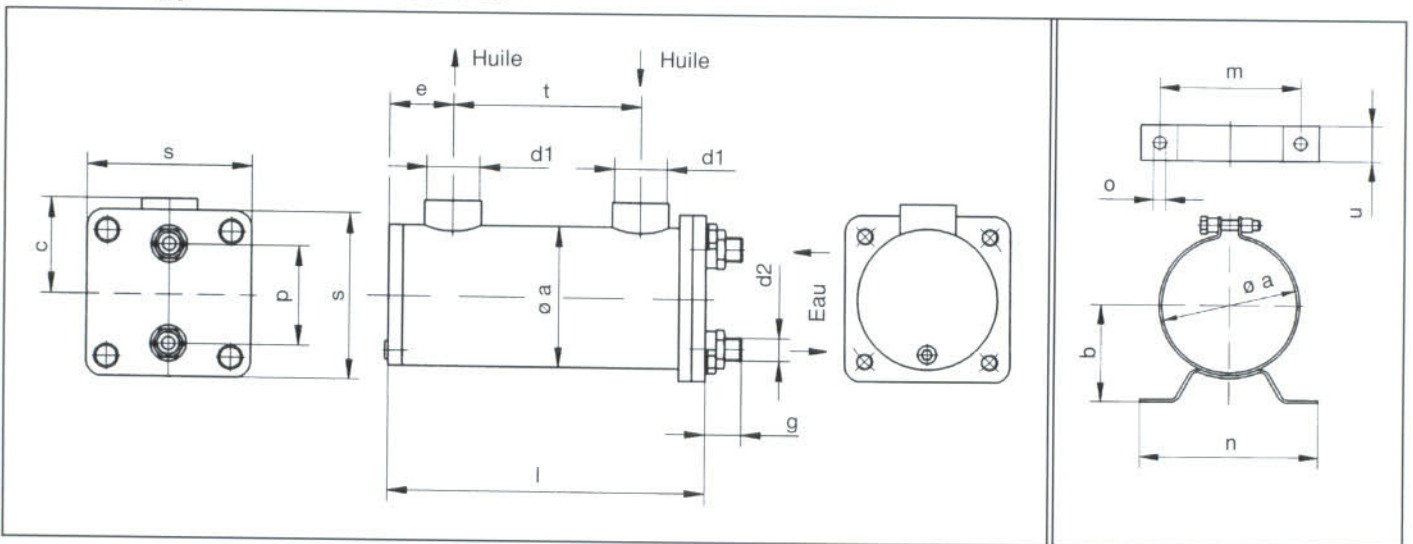
S 9-04.41-1	41,9	370	1530	130	125	G 1 1/2	G 1	92	45	155	450	775	180	210	13	130	230	48,0
S 9-04.41-2	42,6	370	3060	130	125	G 1 1/2	G 1	92	45	155	450	775	180	210	13	130	230	48,0
S 9-04.42-3	56,6	370	4590	130	125	G 1 1/2	G 1	92	45	155	450	775	180	210	13	130	230	54,0
S 9-04.51-3	72,3	370	4590	130	131	G 2	G 1	100	45	194	650	1045	180	210	13	130	230	64,0
S 9-04.52-3	83,7	370	4590	130	131	G 2	G 1	100	45	194	650	1045	180	210	13	130	230	68,0
S 9-04.53-3	111,3	370	4590	130	131	G 2	G 1	100	45	300	750	1305	180	210	13	130	230	83,0

Figure 2:

Dimensions et puissances nominales des échangeurs de chaleur à serpents de tube LOK du type de construction S

# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

## LOK 9 – Type de construction M



Type d'échangeur de chaleur LOK	Puiss. nominale $\dot{Q}$ kW	Débit		Dimensions														Poids environ $G_{total}$ kg
		Huile $\dot{V}_o$ l/min	Eau $\dot{V}_w$ l/h	b mm	c mm	$d_1$ mm	$d_2$ mm	e mm	g mm	l mm	m mm	n mm	o mm	p mm	s mm	t mm	u mm	

### Diamètre extérieur de la virole $a = 70$ mm

M 9-00.12-1	5,9	70	350	46	55	G 3/4	G 3/8	39	30	415	68	90	8,5	40	85	312	20	5,5
M 9-00.14-1	10,9	70	350	46	55	G 3/4	G 3/8	39	30	675	68	90	8,5	40	85	562	20	8,0

### Diamètre extérieur de la virole $a = 108$ mm

M 9-01.13-2	8,0	180	700	67	77	G 1	G 1/2	65	31	455	110	128	8,5	70	130	312	25	9,0
M 9-01.14-1	11,8	180	350	67	77	G 1	G 1/2	65	31	455	110	128	8,5	70	130	312	25	10,0
M 9-01.14-2	11,8	180	700	67	77	G 1	G 1/2	65	31	455	110	128	8,5	70	130	312	25	10,0
M 9-01.21-2	16,0	180	700	67	77	G 1	G 1/2	65	31	455	110	128	8,5	70	130	312	25	12,0
M 9-01.22-2	22,2	180	700	67	77	G 1	G 1/2	39	31	680	110	128	8,5	70	130	562	25	15,5
M 9-01.23-2	28,4	180	700	67	77	G 1	G 1/2	39	31	680	110	128	8,5	70	130	562	25	16,5

### Diamètre extérieur de la virole $a = 127$ mm

M 9-02.22-2	19,4	220	1250	78	85	G 1 1/4	G 1/2	55	31	685	118	140	11	90	150	536	30	18,0
M 9-02.31-2	32,9	220	1250	78	85	G 1 1/4	G 1/2	55	31	685	118	140	11	90	150	536	30	21,6

### Diamètre extérieur de la virole $a = 152,4$ mm

M 9-03.31-2	29,4	290	1770	95	97	G 1 1/4	G 3/4	53	39	976	140	170	13	110	180	847	30	33,8
M 9-03.41-2	46,3	290	1770	95	97	G 1 1/4	G 3/4	53	39	976	140	170	13	110	180	847	30	38,7
M 9-03.42-2	60,3	290	1770	95	97	G 1 1/4	G 3/4	53	39	976	140	170	13	110	180	847	30	42,8

### Diamètre extérieur de la virole $a = 193,7$ mm

M 9-04.51-3	72,3	370	4590	130	131	G 2	G 1	60	45	1292	180	220	13	130	230	1110	30	70,0
M 9-04.52-3	83,7	370	4590	130	131	G 2	G 1	60	45	1292	180	220	13	130	230	1110	30	74,0
M 9-04.53-3	111,3	370	4590	130	131	G 2	G 1	60	45	1292	180	220	13	130	230	1110	30	83,0

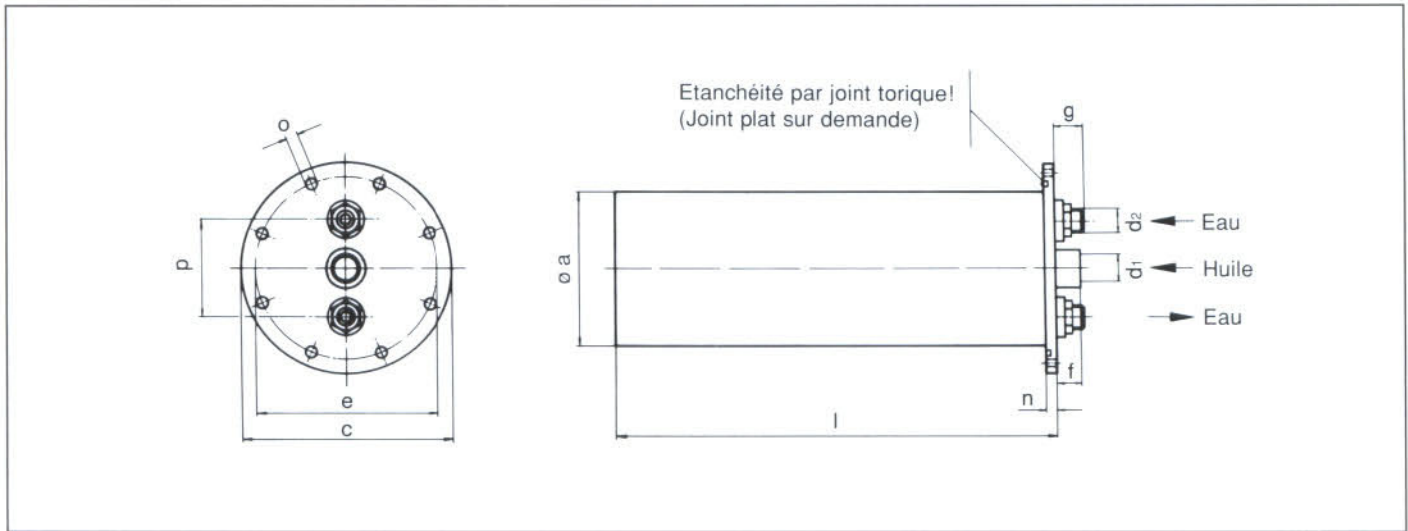
### Figure 3:

Dimensions et puissances nominales des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK du type de construction M

### Attention:

En cas de besoin, nous proposons en option des colliers de serrage selon croquis ci-dessus comme accessoires (2 pièces par échangeur de chaleur)

## LOK 9 – Type de construction T



Type d'échangeur de chaleur LOK	Puiss. nominale $\dot{Q}$ kW	Débit		Dimensions										Poids environ $G_{total}$ kg
		Huile $\dot{V}_o$ l/min	Eau $\dot{V}_w$ l/h	c mm	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	e mm	f mm	g mm	l mm	n mm	o mm	p mm	

### Diamètre extérieur de la virole a = 108 mm

T 9-01.12-1	5,4	180	350	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	150	10	9	70	5,5
T 9-01.13-1	8,7	180	350	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	210	10	9	70	6,0
T 9-01.14-1	11,8	180	350	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	260	10	9	70	7,0
T 9-01.14-2	11,8	180	700	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	350	10	9	70	7,5
T 9-01.21-2	16,0	180	700	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	430	10	9	70	10,0
T 9-01.22-2	22,2	180	700	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	540	10	9	70	12,0
T 9-01.23-2	28,4	180	700	160	G 3/4	G 1/2	140	30	33	650	10	9	70	13,0

### Diamètre extérieur de la virole a = 127 mm

T 9-02.21-1	13,8	220	630	190	G 1	G 1/2	170	26	33	290	10	9	90	10,0
T 9-02.22-1	19,3	220	630	190	G 1	G 1/2	170	26	33	390	10	9	90	13,5
T 9-02.22-2	19,4	220	1250	190	G 1	G 1/2	170	26	33	390	10	9	90	13,5
T 9-02.23-2	24,6	220	1250	190	G 1	G 1/2	170	26	33	480	10	9	90	16,0
T 9-02.31-2	32,9	220	1250	190	G 1	G 1/2	170	26	33	610	10	9	90	20,0

### Diamètre extérieur de la virole a = 152,4 mm

T 9-03.23-1	22,9	290	890	235	G 1 1/2	G 3/4	210	24	40	380	12	9	110	18,5
T 9-03.31-1*	29,9	290	890	235	G 1 1/2	G 3/4	210	24	40	480	12	9	110	22,0
T 9-03.31-2*	29,4	290	1770	235	G 1 1/2	G 3/4	210	24	40	520	12	9	110	22,5
T 9-03.32-2*	35,8	290	1770	235	G 1 1/2	G 3/4	210	24	40	610	12	9	110	25,5
T 9-03.41-2*	46,3	290	1770	235	G 1 1/2	G 3/4	210	24	40	750	12	9	110	32,5
T 9-03.42-2*	60,3	290	1770	235	G 1 1/2	G 3/4	210	24	40	920	12	9	110	39,0

### Diamètre extérieur de la virole a = 193,7 mm

T 9-04.42-3*	56,6	370	4590	265	G 2	G 1	240	40	45	735	16	14	130	44,5
T 9-04.51-3*	72,3	370	4590	265	G 2	G 1	240	40	45	835	16	14	130	50,0
T 9-04.52-3*	83,7	370	4590	265	G 2	G 1	240	40	45	1005	16	14	130	66,0

**Figure 4:**

Dimensions et puissances nominales des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK du type de construction T

\* Ces échangeurs de chaleur ne sont fournis qu'avec des serpentins de tubes à ailettes en cupro-nickel

# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

## Matériaux

Les matériaux suivants sont utilisés pour les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK:

Composant	Exécution cuivre		Exécution cupro-nickel	
	Matériau	Norme	Matériau	Norme
Virole	St 37.0	AD-W 4	St 37.0	AD-W 4
Bride d'obturation	R St 37-2	AD-W 1	R St 37-2	AD-W 1
Serpentin de tubes à ailettes	SF-Cu	DIN 1787	CuNi10Fe1Mn	DIN 17664
Raccords côté virole	St 37.0	DIN 1629	St 37.0	DIN 1629
Raccords côté tube	CuZn38Pb1,5	DIN 17660	CuZn35Ni	DIN 17660
Joint torique	FPM 85 (Viton)	DIN 3771	FPM 85 (Viton)	DIN 3771

Pour les différents types de construction et tailles les matériaux suivants sont utilisés pour le serpentin de tubes à ailettes:

Type de constr.	Tailles	Matériaux	
S	toutes	SF-Cu	CuNi10Fe1Mn
M	toutes	SF-Cu	CuNi10Fe1Mn
T	à T 9-03.23-1	SF-Cu	CuNi10Fe1Mn
T	de T 9-03.31-1	-	CuNi10Fe1Mn

Les viroles sont fournies avec la couche d'apprêt suivante: Couleur rouge – RAL\* 3000.

Les échangeurs à serpentins de tube LOK du type de construction T peuvent être fournis pour des applications spéciales avec un joint plat.

Sur demande, les serpentins de tubes à ailettes en SF-Cu peuvent être fournis avec étamage électrolytique côté extérieur.

\* RAL = Ausschuss für Lieferbedingungen und Gütesicherung beim Deutschen Normenausschuss (= Comité pour les conditions de livraison et l'assurance de qualité de la Commission Allemande des Normes)

## Domaine d'application

Les échangeurs de chaleur LOK avec serpentins de tubes à ailettes en cuivre sont appropriés pour le refroidissement d'huile, d'émulsion, d'eau de circuit fermé et d'air comprimé par des fluides de refroidissement, tels que de l'eau sanitaire, eau de circuit fermé et eau souterraine.

Ils sont également appropriés pour le réchauffage d'huile, d'eau de circuit fermé ou d'air par les fluides de chauffage, tels que de l'eau de circuit fermé ou vapeur d'eau.

En cas de contrainte de corrosion supérieure – p. e. au contact d'eau de fleuves et de lacs ou d'eau de mer – l'exécution en cupro-nickel peut être utilisée. L'adaptation des fluides utilisés au matériau cuivre ou cupro-nickel choisi doit être vérifiée dans chaque cas individuel par l'utilisateur.

Les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK peuvent être utilisés sous les conditions suivantes:

Condition de service	Champ d'application admissible	
	Côté virole	Côté tube
Pression	≤ 25 bar *	≤ 25 bar
Température	≤ 150 °C	≤ 90 °C

\* En cas d'utilisation des échangeurs de chaleur LOK en tant que refroidisseurs d'air comprimé, les prescriptions relatives aux appareils à pression doivent être considérées. En conséquence la pression de service admissible peut être sensiblement inférieure à celle indiquée ci-dessus.

## Contrôles

Les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK sont soumis aux essais d'étanchéité d'azote sous eau suivants:

- ▶ Côté tube: Types S, M et T: Pression 27,5 bar/30 s
- ▶ Côté virole: Types S et M: Pression 27,5 bar/30 s  
Type T: Pression 11,0 bar/30 s

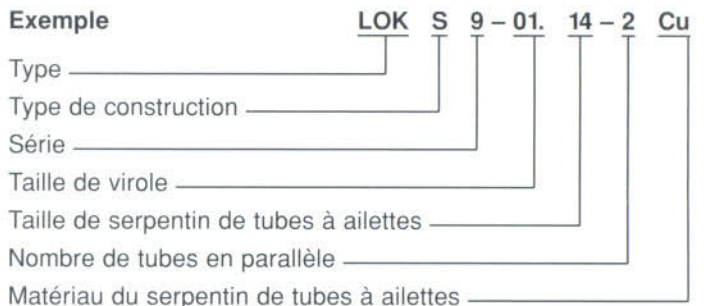
## Instructions de montage

Pour le montage des échangeurs de chaleur LOK il faut considérer les prescriptions appropriées ainsi que les conditions de service attendues.

Le cas échéant, les échangeurs de chaleur LOK doivent être protégés contre l'agression d'écoulements fort pulsés. Il est recommandé de prévoir un montage en by-pass avec réglage de températures de telle façon que le débit du fluide à refroidir puisse être limité à des proportions supportables. De plus, par ce montage on peut éviter en cas de démarrage de l'installation de refroidissement que des fluides trop froids et par conséquent trop visqueux n'alimentent l'échangeur de chaleur LOK et donc qu'il soit soumis à des efforts excessifs.

## Codification

Le type d'échangeur à serpentins de tube LOK est codifié comme suit:



Prière d'indiquer le No. de code complet en cas de demandes et commandes, avec le symbole pour le matériau du serpentin de tubes à ailettes:

- ▶ Cuivre = Cu
- ▶ Cupro-nickel = CuNi

## Agréments

Les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK sont considérés comme appareils à pression dans le sens des prescriptions allemandes relatives aux appareils à pression. L'agrément HP 0 nécessaire pour leur fabrication a été obtenu pour tous types et tailles de puissance.

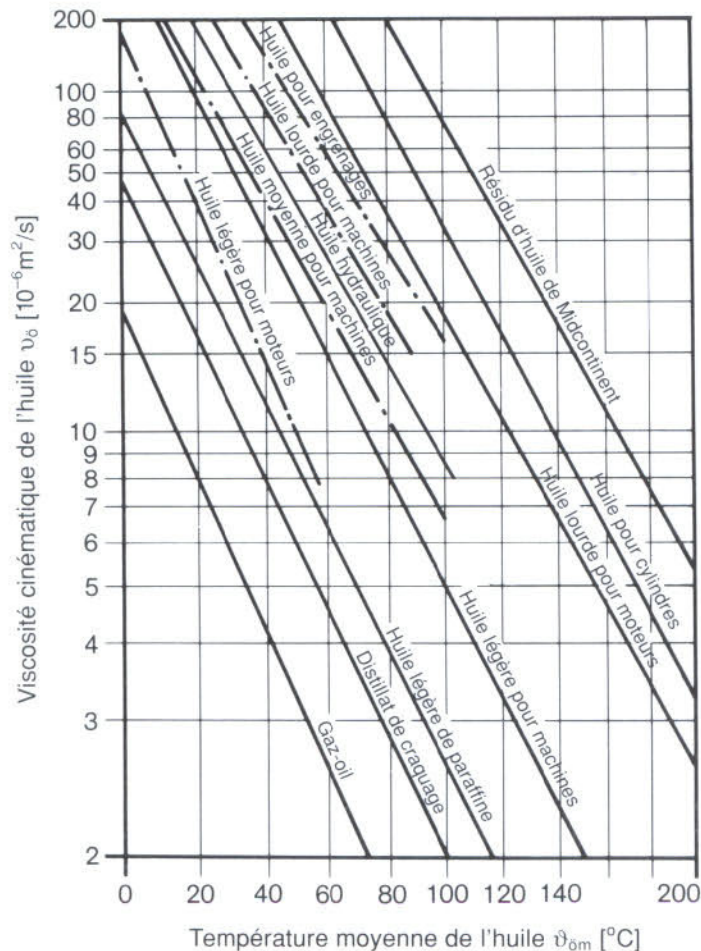
## Détermination de puissance

Etant entendu que les échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK sont utilisés principalement pour le refroidissement d'huile par de l'eau, l'exposé suivant ne se réfère qu'à cette application.

La puissance thermique transférable ainsi que les pertes de charge côtés huile et eau peuvent être lues dans des diagrammes sur les pages suivantes. Basés sur nos propres mesures ces diagrammes ont été établis pour les conditions de service suivantes:

- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{om} = 45$  °C
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o = 40 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s
- ▶ Température moyenne de l'eau de refroidissement  $\vartheta_{wm} = 20$  °C
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau de refroidissement  $v_w = 2$  m/s

La viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o$  est indiquée en diagramme 1 pour des huiles différentes en fonction de la température moyenne d'huile  $\vartheta_{om}$ .



**Diagramme 1:**  
Viscosité cinématique des huiles

Pour la détermination des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK il faut prendre en considération que des vitesses trop élevées d'eau de refroidissement peuvent causer de l'érosion – corrosion dans les serpentins de tubes à ailettes en cuivre. Pour des vitesses d'eau de refroidissement supérieures à 2 m/s il est recommandé d'utiliser des serpentins de tubes à ailettes en cupro-nickel.

Des conditions de service divergentes donnent des puissances différentes, particulièrement la viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o$ , le débit d'eau de refroidissement  $\dot{V}_w$  et la différence moyenne logarithmique de températures  $\Delta\vartheta_m$  sont très importants.

Ces changements de puissance peuvent être calculés selon l'équation (1):

$$\dot{Q}_{\text{eff}} = \dot{Q} \cdot f_q \cdot f_t \quad [\text{kW}] \quad (1)$$

Le facteur de puissance  $f_q$  prend en considération l'influence de la viscosité cinématique de l'huile et en même temps celui du débit d'eau de refroidissement. Il peut être pris dans les diagrammes 2 et 3.

Le diagramme 2 donne le coefficient de transfert thermique intérieur  $\alpha_i$  en fonction du débit d'eau de refroidissement  $\dot{V}_w$  respectivement de la vitesse d'eau de refroidissement  $v_w$  avec les tailles différentes de refroidisseurs d'huile comme paramètres.

Le facteur de puissance  $f_q$  en fonction de la viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o$  et du coefficient de transfert thermique intérieur  $\alpha_i$  sont indiqués en diagramme 3.

Le facteur de température  $f_t$  prend en considération l'influence de la différence moyenne logarithmique de températures  $\Delta\vartheta_m$  des fluides en échange thermique et peut être calculé selon équation (2):

$$f_t = \frac{\Delta\vartheta_m}{25} = \frac{(\vartheta_{oe} - \vartheta_{wa}) - (\vartheta_{oa} - \vartheta_{we})}{25 \cdot \ln \frac{\vartheta_{oe} - \vartheta_{wa}}{\vartheta_{oa} - \vartheta_{we}}} \quad [-] \quad (2)$$

En général, les températures d'entrée et de sortie sont connues. Des valeurs manquantes peuvent être calculées selon les équations suivantes:

$$\dot{Q}_{\text{eff}} = \frac{\dot{V}_w}{3\,600\,000} \cdot \rho_w \cdot c_{pw} (\vartheta_{wa} - \vartheta_{we}) \quad [\text{kW}] \quad (3a)$$

$$\dot{Q}_{\text{eff}} = \frac{\dot{V}_o}{60\,000} \cdot \rho_o \cdot c_{po} (\vartheta_{oe} - \vartheta_{oa}) \quad [\text{kW}] \quad (3b)$$

## Perte de charge

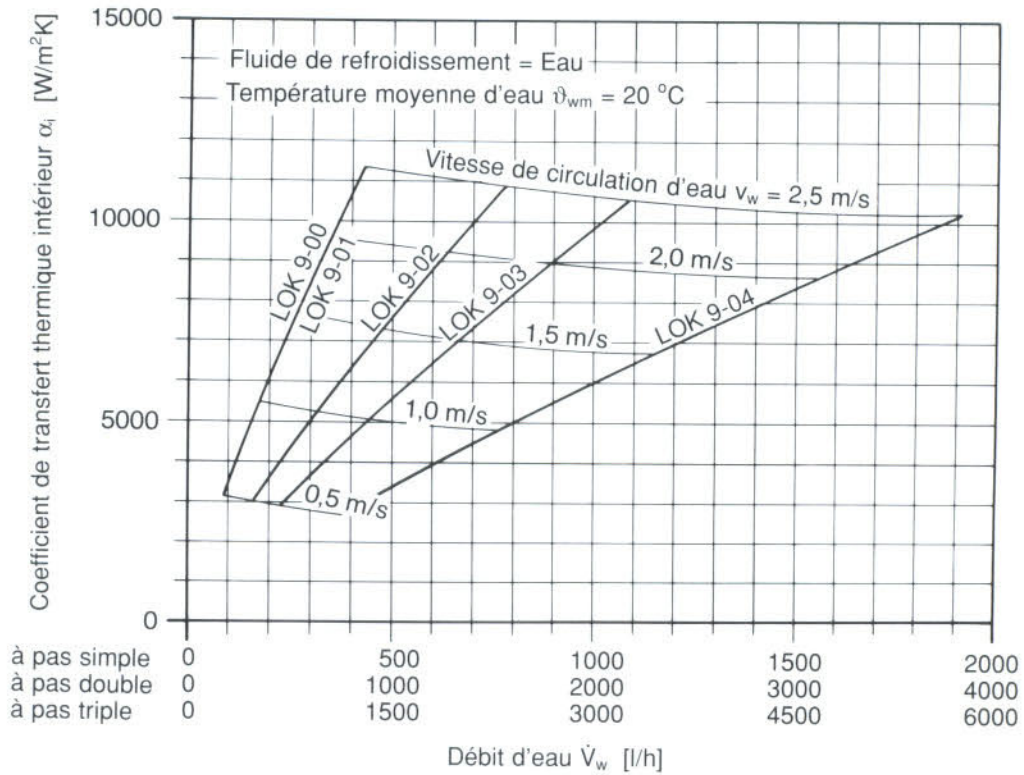
Les pertes de charge côté huile et eau des échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK peuvent être prises dans les diagrammes sur les pages suivantes.

L'influence de la viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o$  sur la perte de charge côté huile  $\Delta p_o$  peut être considérée à l'aide de l'équation (4):

$$\Delta p_{\text{oeff}} = \Delta p_o \cdot f_p \quad [\text{bar}] \quad (4)$$

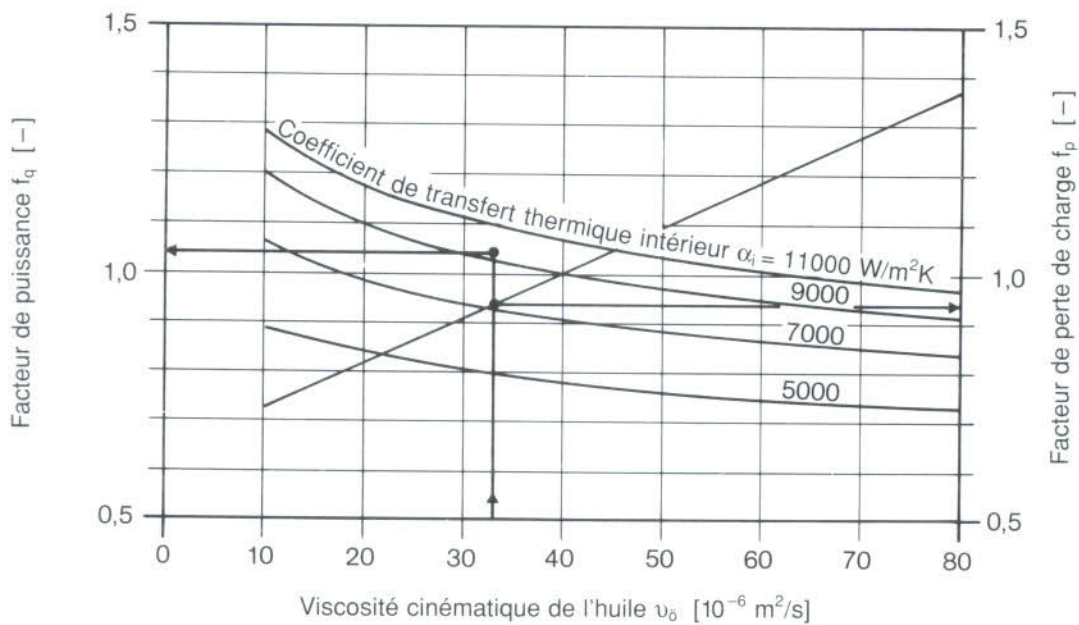
Le facteur de perte de charge  $f_p$  est indiqué en diagramme 3.

# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9



**Diagramme 2:**

Coefficient de transfert thermique intérieur  $\alpha_i$  d'échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK enroulés à pas simple, double et triple (Nombre des tubes à passe parallèle)



**Diagramme 3:**

Facteurs de correction: Facteur de puissance  $f_q$  et facteur de perte de charge  $f_p$  pour échangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK



## Exemple de calcul

On a les données de service suivantes:

▶ Puissance thermique	$\dot{Q}_{\text{eff}} = 24 \text{ kW}$
▶ Fluide de chauffage	= Huile hydraulique
▶ Viscosité cinématique d'huile	$\nu_{\dot{o}} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
▶ Température d'entrée d'huile	$\vartheta_{\dot{o}e} = 53 \text{ }^\circ\text{C}$
▶ Débit d'huile	$\dot{V}_{\dot{o}} = 150 \text{ l/min}$
▶ Fluide de refroidissement	= Eau
▶ Température d'entrée d'eau	$\vartheta_{we} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
▶ Débit d'eau	$\dot{V}_w = 1250 \text{ l/h}$

La température de sortie de l'eau de refroidissement est obtenue par l'équation (3a):

$$\begin{aligned} \vartheta_{wa} &= \frac{\dot{Q}_{\text{eff}} \cdot 3600000}{\dot{V}_w \cdot \rho_w \cdot c_{pw}} + \vartheta_{we} \\ &= \frac{24 \cdot 3600000}{1250 \cdot 1000 \cdot 4,186} + 10 = 26,5 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

La température de sortie de l'huile est obtenue par l'équation (3b):

$$\begin{aligned} \vartheta_{\dot{o}a} &= \vartheta_{\dot{o}e} - \frac{\dot{Q}_{\text{eff}} \cdot 60000}{\dot{V}_{\dot{o}} \cdot \rho_{\dot{o}} \cdot c_{p\dot{o}}} \\ &= 53 - \frac{24 \cdot 60000}{150 \cdot 860 \cdot 1,93} = 47,2 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

En conséquence, la température moyenne d'huile se monte à

$$\vartheta_{\dot{o}m} = \frac{53 + 47,2}{2} = 50,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

Selon diagramme 1 on obtient sur la base de cette température moyenne d'huile une viscosité cinématique de

$$\nu_{\dot{o}m} = 33 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Sur la base des conditions de service données le type d'échangeur de chaleur LOK 9-02.23-2 est choisi.

Selon diagramme 2 on obtient:

▶ Coefficient de transfert thermique intérieur	$\alpha_i = 9200 \text{ W/m}^2\text{K}$
▶ Vitesse de circulation de l'eau de refroidissement	$v_w = 2,0 \text{ m/s}$

En diagramme 3 on trouve:

▶ Facteur de puissance	$f_q = 1,04$
▶ Facteur de perte de charge	$f_p = 0,94$

Le facteur de température peut être calculé à partir de l'équation (2):

$$\begin{aligned} f_t &= \frac{(53 - 26,5) - (47,2 - 10)}{25 \cdot \ln \frac{(53 - 26,5)}{(47,2 - 10)}} \\ f_t &= \frac{26,5 - 37,2}{25 \cdot \ln \frac{26,5}{37,2}} = \frac{37,2 - 26,5}{25 \cdot \ln \frac{37,2}{26,5}} = \frac{10,7}{25 \cdot \ln 1,404} = 1,26 \end{aligned}$$

Dans les diagrammes pour le type d'échangeur de chaleur choisi on obtient:

▶ Puissance thermique	$\dot{Q} = 21,5 \text{ kW}$
▶ Perte de charge côté huile	$\Delta p_{\dot{o}} = 1,08 \text{ bar}$
▶ Perte de charge côté eau	$\Delta p_w = 0,85 \text{ bar}$

Selon l'équation (1) on peut calculer la puissance thermique effectivement transférable comme suit:

$$\dot{Q}_{\text{eff}} = 21,5 \cdot 1,04 \cdot 1,26 = 28,2 \text{ kW}$$

L'équation (4) donne la perte de charge effective côté huile:

$$\Delta p_{\dot{o}\text{eff}} = 1,08 \cdot 0,94 = 1,02 \text{ bar}$$

## Nomenclature

$c_p$	kJ/kgK	Chaleur spécifique
$f$	–	Facteur de correction
$\dot{Q}$	kW	Puissance thermique
$\dot{V}_w$	l/h	Débit d'eau
$\dot{V}_{\dot{o}}$	l/min	Débit d'huile
$v$	m/s	Vitesse de circulation
$\alpha$	W/m <sup>2</sup> K	Coefficient de transfert thermique
$\Delta p$	bar	Perte de charge
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Densité
$\vartheta$	°C	Température
$\Delta \vartheta$	K	Différence de températures
$\nu$	m <sup>2</sup> /s	Viscosité cinématique

## Indices

a	Sortie
e	Entrée
eff	Effective
i	Intérieur
m	Moyenne
ö	Huile
p	Perte de charge
q	Puissance
t	Température
w	Eau

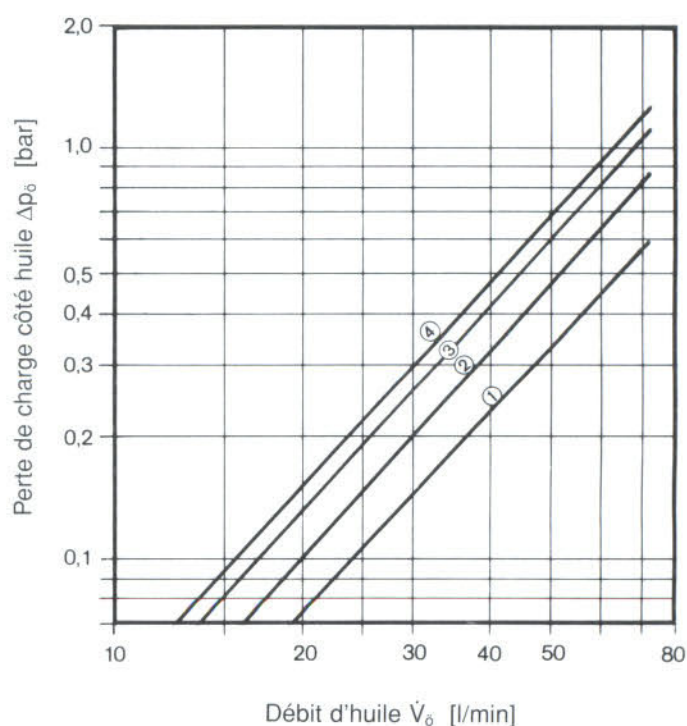
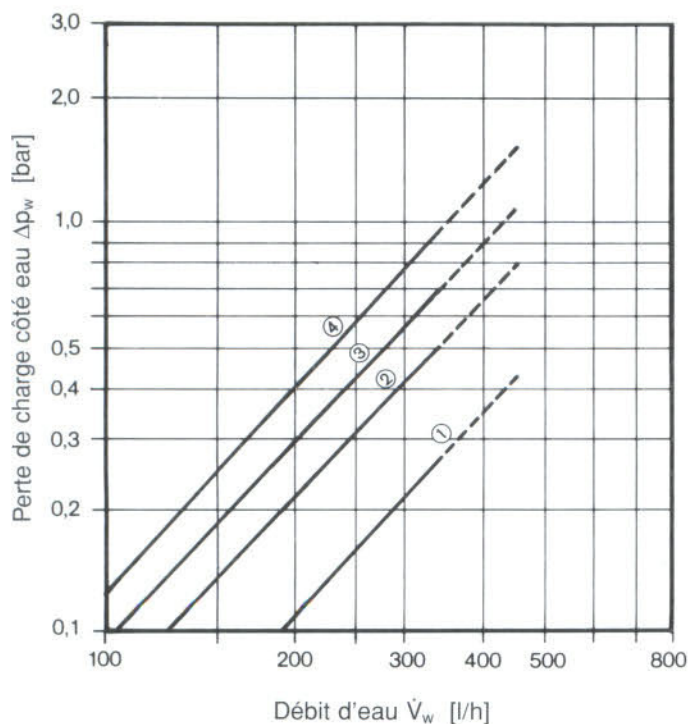
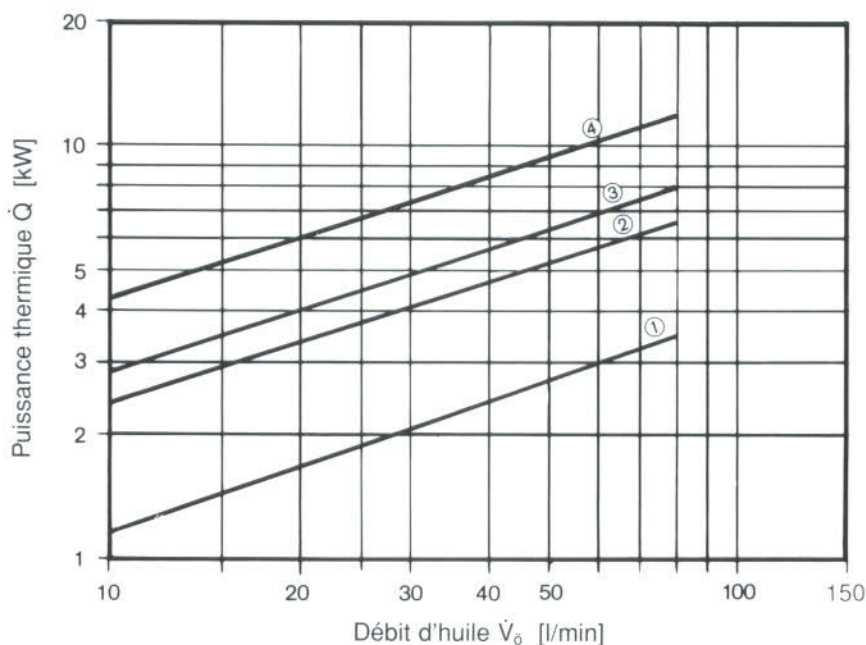
# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

Diamètre extérieur de la virole a = 70 mm

Type d'échangeur de chaleur LOK	Type de construc.			No. dans le diagramme
	S	M	T	
9-00.11-1	●	-	-	①
9-00.12-1	●	●	-	②
9-00.13-1	●	-	-	③
9-00.14-1	●	●	-	④

## Conditions de service:

- ▶ Fluide de chauffage = Huile hydraulique
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{om} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$
- ▶ Température moyenne de l'eau  $\vartheta_{wm} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau  $v_w = 2 \text{ m/s}$
- ▶ Différence moyenne de températures  $\Delta\vartheta_m = 25 \text{ K}$

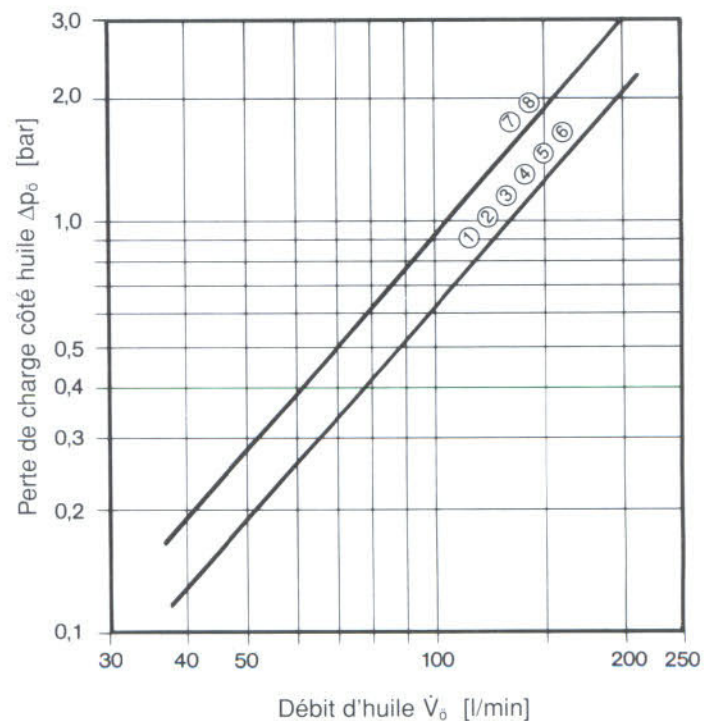
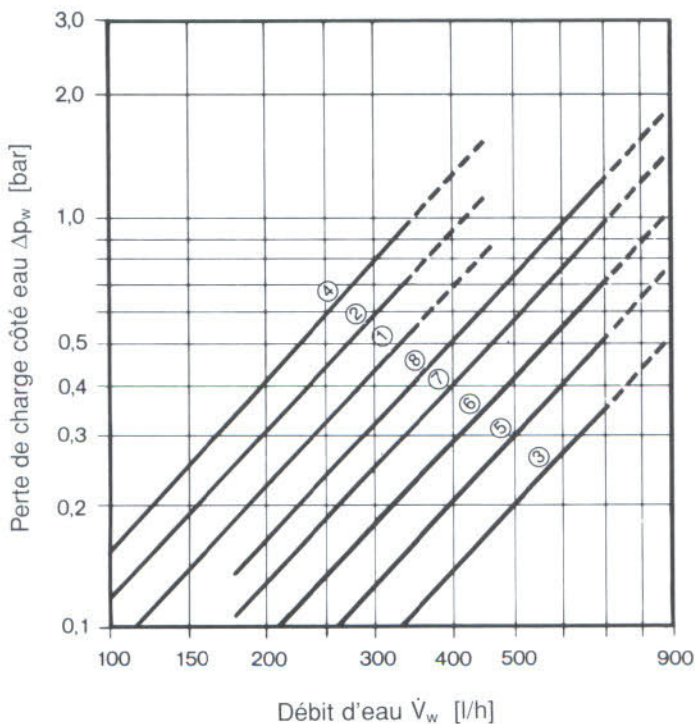
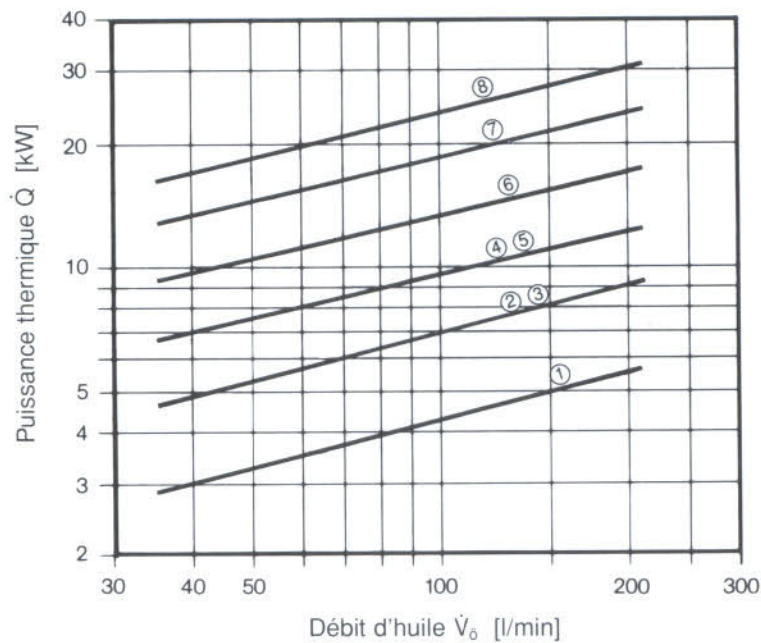


## Diamètre extérieur de la virole a = 108 mm

Type d'échangeur de chaleur LOK	Type de construc.			No. dans le diagramme
	S	M	T	
9-01.12-1	-	-	●	①
9-01.13-1	-	-	●	②
9-01.13-2	●	●	-	③
9-01.14-1	●	●	●	④
9-01.14-2	●	●	●	⑤
9-01.21-2	●	●	●	⑥
9-01.22-2	-	●	●	⑦
9-01.23-2	●	●	●	⑧

### Conditions de service:

- ▶ Fluide de chauffage = Huile hydraulique
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{om} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$
- ▶ Température moyenne de l'eau  $\vartheta_{wm} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau  $v_w = 2 \text{ m/s}$
- ▶ Différence moyenne de températures  $\Delta\vartheta_m = 25 \text{ K}$



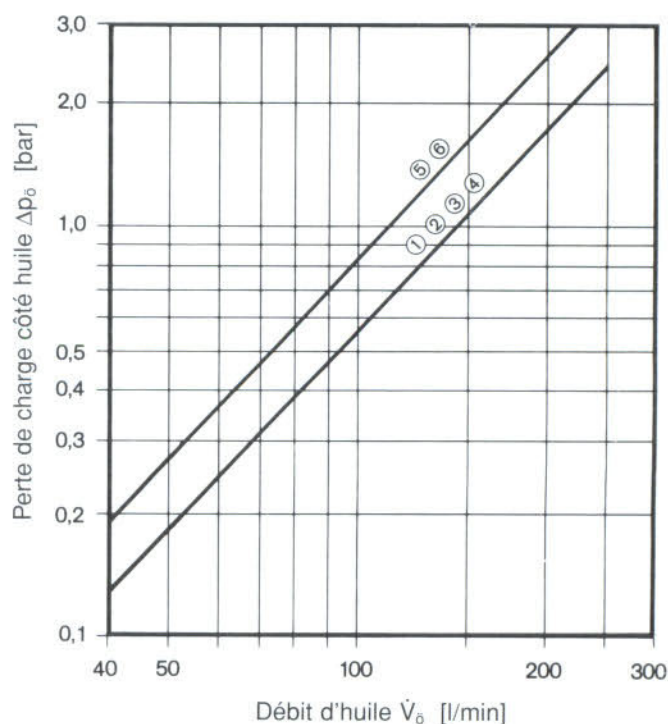
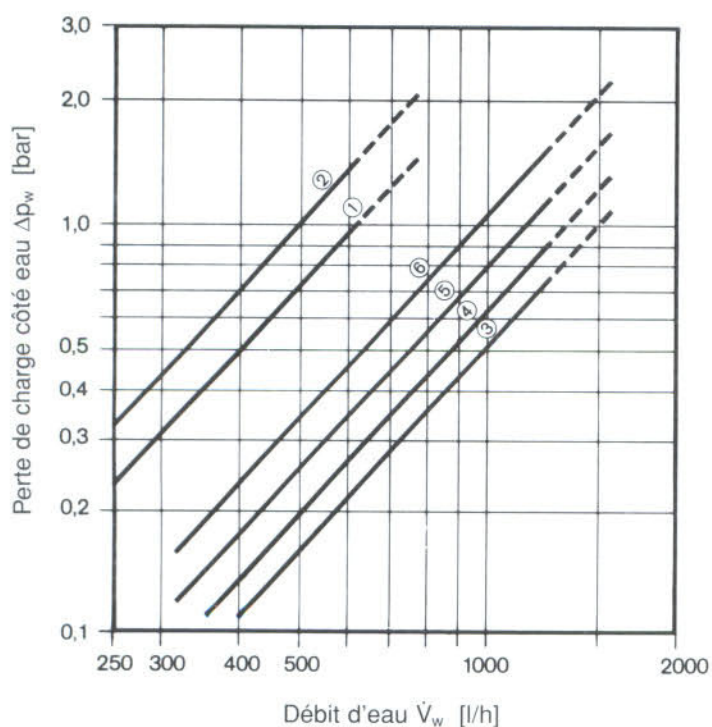
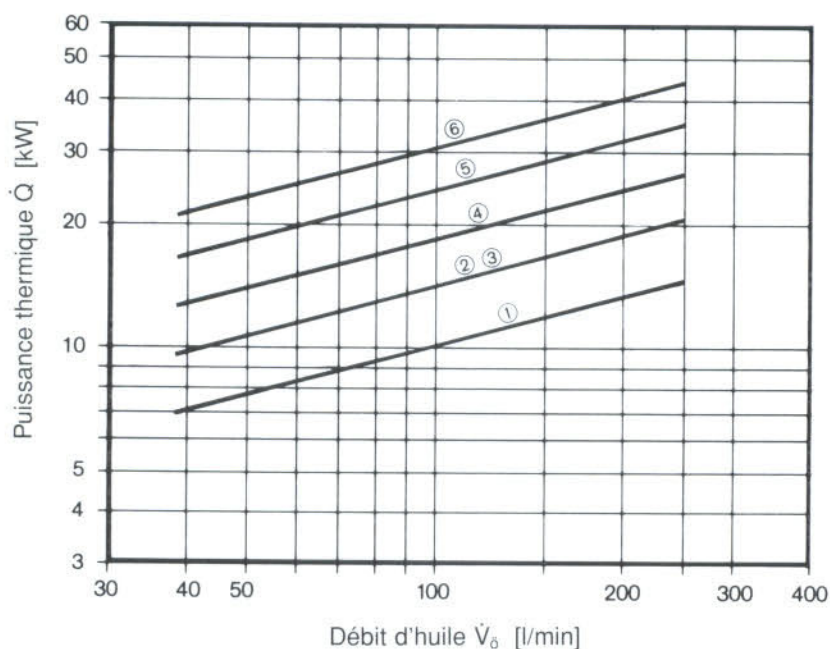
# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

Diamètre extérieur de la virole a = 127 mm

Type d'échangeur de chaleur LOK	Type de construc.			No. dans le diagramme
	S	M	T	
9-02.21-1	-	-	●	①
9-02.22-1	●	-	●	②
9-02.22-2	●	●	●	③
9-02.23-2	●	-	●	④
9-02.31-2	-	●	●	⑤
9-02.32-2	●	-	-	⑥

## Conditions de service:

- ▶ Fluide de chauffage = Huile hydraulique
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_{\delta} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{\delta m} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ Température moyenne de l'eau  $\vartheta_{wm} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau  $v_w = 2 \text{ m/s}$
- ▶ Différence moyenne de températures  $\Delta\vartheta_m = 25 \text{ K}$

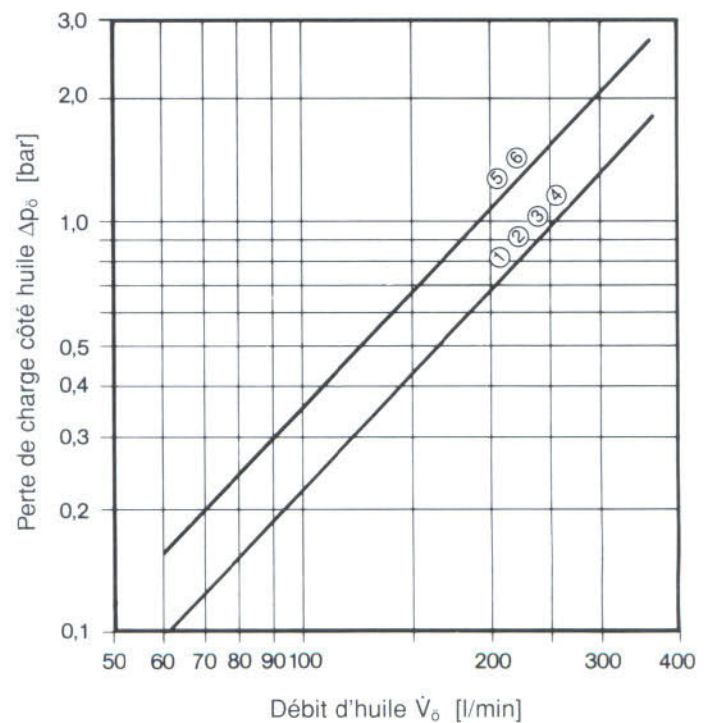
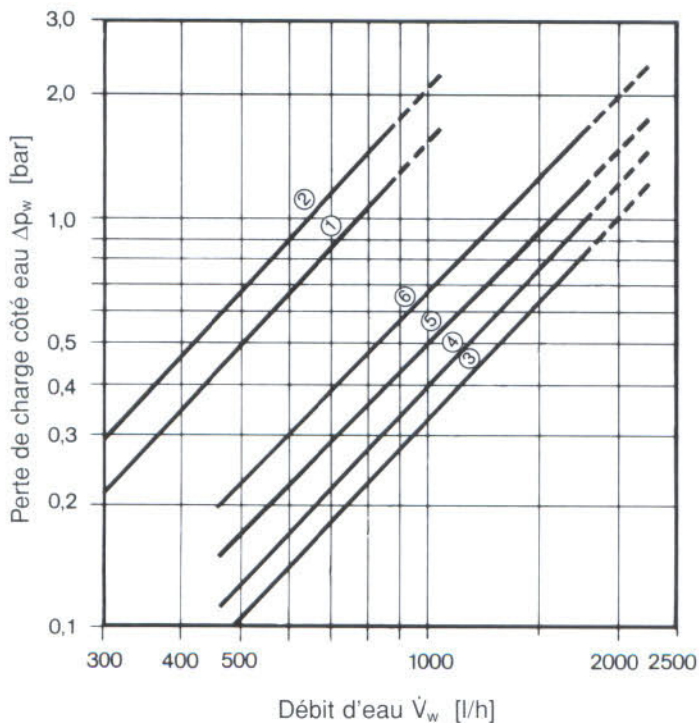
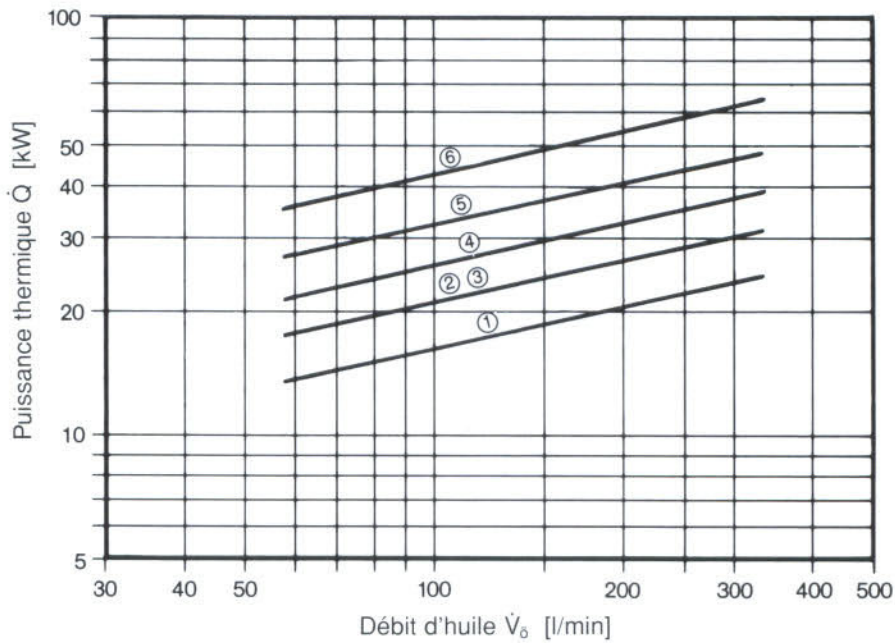


## Diamètre extérieur de la virole a = 152,4 mm

Type d'échangeur de chaleur LOK	Type de construc.			No. dans le diagramme
	S	M	T	
9-03.23-1	-	-	●	①
9-03.31-1	●	-	●	②
9-03.31-2	●	●	●	③
9-03.32-2	●	-	●	④
9-03.41-2	-	●	●	⑤
9-03.42-2	●	●	●	⑥

### Conditions de service:

- ▶ Fluide de chauffage = Huile hydraulique
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_{\delta} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{\delta m} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ Température moyenne de l'eau  $\vartheta_{wm} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau  $v_w = 2 \text{ m/s}$
- ▶ Différence moyenne de températures  $\Delta\vartheta_m = 25 \text{ K}$



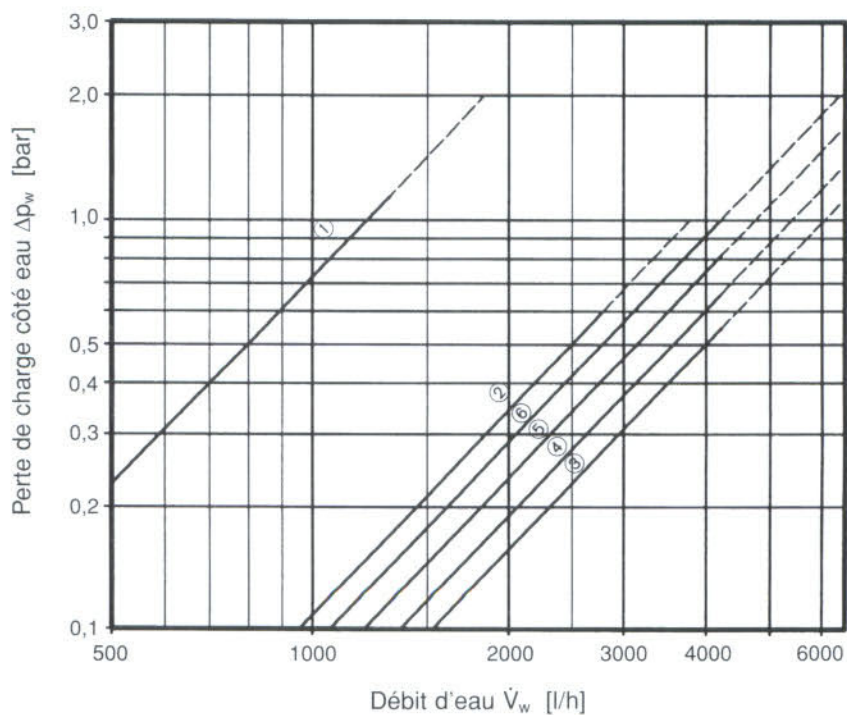
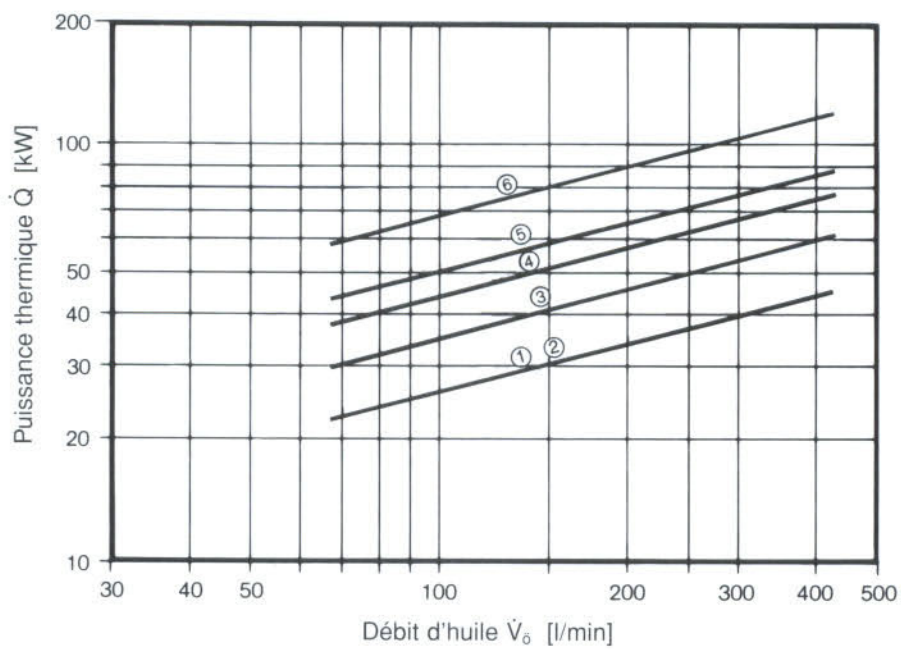
# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

Diamètre extérieur de la virole a = 193,7 mm

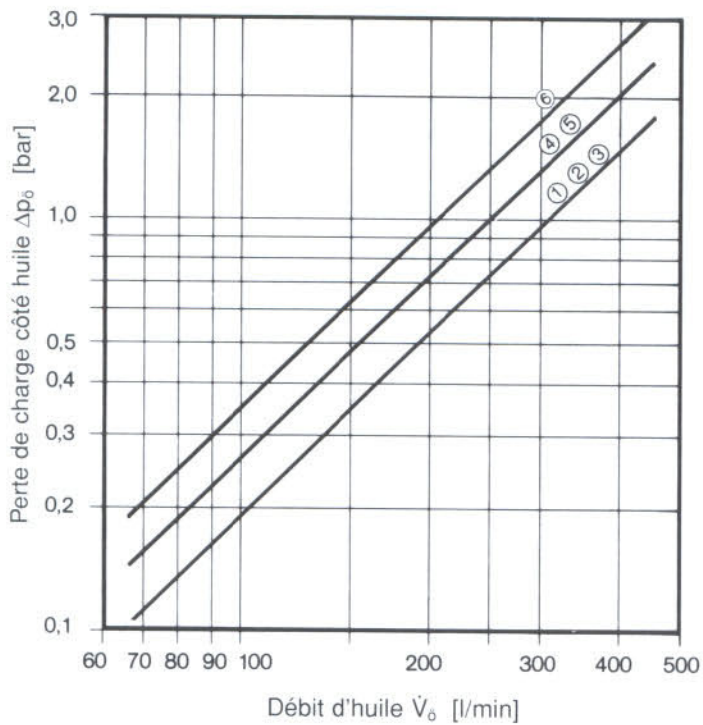
Type d'échangeur de chaleur LOK	Type de construc.			No. dans le diagramme
	S	M	T	
9-04.41-1	●	-	-	①
9-04.41-2	●	-	-	②
9-04.42-3	●	-	●	③
9-04.51-3	●	●	●	④
9-04.52-3	●	●	●	⑤
9-04.53-3	●	●	-	⑥

## Conditions de service:

- ▶ Fluide de chauffage = Huile hydraulique
- ▶ Viscosité cinématique de l'huile  $\nu_o = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- ▶ Température moyenne de l'huile  $\vartheta_{om} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$
- ▶ Température moyenne de l'eau  $\vartheta_{wm} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- ▶ Vitesse de circulation de l'eau  $v_w = 2 \text{ m/s}$
- ▶ Différence moyenne de températures  $\Delta\vartheta_m = 25 \text{ K}$



## Diamètre extérieur de la virole $a = 193,7 \text{ mm}$



### Diagramme:

Perte de charge côté huile des échangeurs de chaleur LOK du type 9 - 04 (voir page 14 !)

Ce document a été réalisé en fonction de nos propres recherches et sur la base d'ouvrages spécialisés. Cette information générale ne peut remplacer une consultation particulière, adaptée à chaque cas de figure, ni les tests et essais que doivent faire le client aux conditions réelles du travail, ceci particulièrement pour l'aptitude du matériau choisi pour l'application prévue.

Malgré tout le soin nécessaire apporté à la rédaction de cette brochure nous ne pouvons donner aucune espèce de garantie quant à l'exactitude des données, particulièrement en ce qui concerne des erreurs et modifications.

Les normes et prescriptions relatives aux échangeurs de chaleur doivent être respectées.

Nous restons à votre disposition pour tout conseil.

**KM-Schmöle GmbH**

# Echangeurs de chaleur à serpentins de tube LOK Série 9

## Certification du système d'assurance de qualité



CERTIFICATE OF APPROVAL

Nous certifions que le système de gestion de la qualité de la société:

**KM-Schmöle GmbH**  
**Menden et Fröndenberg, République Fédérale d'Allemagne**

a été approuvé par la société Lloyd's Register Quality Assurance Limited selon les normes de gestion de la qualité suivantes:

ISO 9001-1987 EN 29001-1987  
DIN ISO 9001:1990 BS 5750:Part 1:1987

Le système de gestion de la qualité concerne:

Développement et fabrication de  
tubes à ailettes et échangeurs de chaleur.

Première approbation: 1 avril 1993

Certificat en cours: 1 avril 1993

Expiration du certificat: 31 mars 1996

Certificat  
d'approbation No: 926985



*Kokinaus*  
Pour LRQA

Cette approbation est soumise au maintien par la société de son système sous la surveillance de LRQA.

LRQA 12114 (EN) The use of the Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 901

## L'entreprise

KM-Schmöle GmbH est parmi les premiers fournisseurs dans le domaine des échangeurs de chaleur et des techniques de régulation.

Nos partenaires attendent de nous aussi bien une participation active lors de la résolution de problèmes techniques ainsi que dans les recherches et développement de nouveaux procédés et de produits.

Des décennies d'activité, de recherches et de développement intenses, des méthodes modernes de fabrication avec un système d'assurance qualité certifié nous permettent d'avoir des ambitions à la hauteur de notre tâche.

La société KM-Schmöle GmbH est une filiale à 100 % de KM-kabelmetal AG, Osnabrück. Le groupe KM avec un chiffre d'affaire d'environ 2,3 milliards de DM est l'un des plus grands producteurs de demi-produits et produits spéciaux en cuivre et alliages cuivreux.

La société KM-Schmöle GmbH comprend trois divisions de produits:

- ▶ Division de produits 1: Tubes à ailettes et Echangeurs de chaleur
- ▶ Division de produits 2: Vannes et robinets pour les gaz spéciaux
- ▶ Division de produits 3: Evaporateurs et condenseurs pour réfrigérateurs et congélateurs

## Tubes à ailettes et Echangeurs de chaleur

Les produits:

- ▶ Tubes à ailettes basses, moyennes et hautes en cuivre, alliages cuivreux, aluminium, alliages d'aluminium, acier, acier inoxydable, alliages à base nickel et titane
- ▶ Echangeurs de chaleur à serpentins de tube et faisceaux tubulaires pour le refroidissement, le chauffage, l'évaporation et la condensation de fluides et gaz de tous genres

Pour les branches d'industrie suivantes:

- ▶ Constructions mécaniques
- ▶ Industrie automobile
- ▶ Industrie du chauffage
- ▶ Industrie du froid et de la climatisation
- ▶ Centrales électriques
- ▶ Industrie chimique et pétro-chimique

## D'autres informations sur nos produits

- ▶ Tubes à ailettes (Aperçu du programme) No. 820 f
- ▶ Echangeurs de chaleur (Aperçu du programme) No. 850 f
- ▶ Echangeurs de chaleur à faisceau tubulaire RRB en matériaux résistants à la corrosion No. 883 f
- ▶ Skyvefin – Echangeurs de chaleur en aluminium refroidis par air No. 885 f
- ▶ Liste des prospectus sur les tubes à ailettes et les échangeurs de chaleur No. 811 f

© 1993 KM-Schmöle GmbH, Menden



**KM-Schmöle GmbH**

Division de produits 1:  
Tubes à ailettes et Echangeurs de chaleur  
Boîte Postale 620, D-58687 Menden  
Tél.: (0) 23 73 - 161 - 02, Téléc: 8202848  
Fax: (0) 23 73 - 161 - 120, Téléc: 2373319

Représentation pour la France:

**KM-kabelmetal France S.A.R.L.**  
141/145, rue Michel Carré, B.P. 159  
F-95105 Argenteuil Cedex  
Tél.: (1) 30 76 23 32  
Fax: (1) 30 76 29 08, Téléc: KFR 688 507 F