

## ÉNERGIE

Tubes de haute précision pour applications exigeantes dans la production d'énergie

NUCLÉAIRES • CONVENTIONNELS • SOLAIRES

## TUBES DE HAUTE PRÉCISION POUR ENVIRONNEMENTS EXIGEANTS

NUCLÉAIRES • CONVENTIONNELS • SOLAIRES



### EXCELLENCE EN MATIÈRE DE TUBES

Avec plus de 70 années d'expertise en ingénierie dans la fourniture de tubes de haute précision, Fine Tubes et Superior Tube travaillent en étroite collaboration avec leurs clients aux quatre coins du monde pour développer des tubes hautement spécialisés et les aider ainsi à relever leurs défis les plus techniques. Nous fabriquons des tubes à hautes performances dans une gamme de plus en plus étendue d'alliages en acier inoxydable, nickel, titane et zirconium pour des applications supercritiques et ultra-supercritiques de production d'énergie nucléaire, thermique et solaire.

V

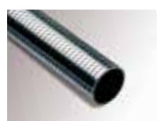
### INNOVATIONS EN MATIÈRE DE TUBES

Fine Tubes et Superior Tube bénéficient d'une réputation de classe mondiale pour leurs solutions tubulaires innovantes et de haute qualité destinées au secteur de l'énergie. Voici quelques exemples :



**1940**

Superior Tube fournit des tubes pour le Manhattan Project, où l'Homme a, pour la première fois, découvert comment contrôler l'énergie de l'atome.



**1970**

Fine Tubes développe des tubes 20/25Nb de gainage pour combustible nucléaire et fournit les tubes pour la première génération de réacteurs AGR (Advanced Gas Reactors) au Royaume-Uni.



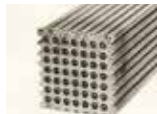
**1954**

Superior Tube fabrique des tubes en zirconium pour réacteurs, destinés au premier sous-marin nucléaire, l'USS Nautilus.



**2000**

Le réacteur nucléaire Watts Bar de la Tennessee Valley Authority utilise des tubes Zr4 en zirconium fabriqués par Superior Tube.



**1957**

Superior Tube fournit des tubes de gainage pour la Shippingport Atomic Power Station, la première centrale de production d'électricité destinée à une population civile.



**2008**

Fine Tubes fournit le CERN en tubes de refroidissement pour son expérience d'accélérateur de particules (Large Hadron Collider).



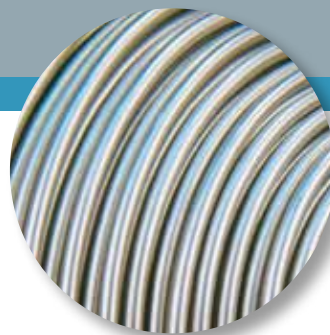
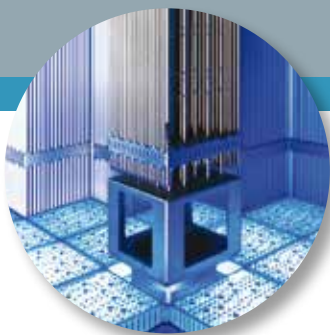
**1960**

Superior Tube produit des tubes de gainage pour combustible destinés au réacteur Experimental Breeder Reactor II du Laboratoire national d'Argonne.



**2012**

Fine Tubes fabrique des tubes à hautes performances pour la centrale thermosolaire Gemasolar en Espagne.



## SOLUTIONS TUBULAIRES

### ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Notre implication dans le secteur nucléaire remonte aux années 1930. Depuis, Fine Tubes et Superior Tube développent et fournissent des solutions tubulaires de haute qualité pour les composants des cœurs de réacteurs, où les tubes jouent un rôle essentiel dans la sécurité des réacteurs nucléaires qui doivent supporter des niveaux extrêmes de température, de pression et de radiation.

Depuis le développement de solutions tubulaires utilisées comme réservoirs de carburant pour le programme britannique AGR, nous n'avons cessé de faire évoluer notre gamme de produits à la faveur des technologies de réacteurs PWR, PHWR, LWR, BWR et FBR.

Superior Tube et Fine Tubes collaborent étroitement avec les principaux fournisseurs de réacteurs nucléaires au monde pour développer des solutions tubulaires destinées aux nouveaux projets ou aux programmes de maintenance, notamment au Royaume-Uni, aux États-Unis, au Canada, en France, en Inde et en Chine.

#### APPLICATIONS NUCLÉAIRES :

- Contrôle et instrumentation
- Mécanisme de commande de grappes
- Réservoirs de carburant et tubes de gainage
- Tubes de guidage avec poches à flux
- Échangeurs thermiques
- Générateurs de vapeur
- Condenseurs pour île à turbines

### ÉNERGIE THERMIQUE

Fine Tubes et Superior Tube fournissent des conducteurs creux ou des tubes de refroidissement pour les turbo-générateurs refroidis à l'eau ou à l'hélium/hydrogène, utilisés dans les centrales de production d'énergie thermique supercritiques de 660 MW ou plus, ou dans les centrales au charbon ultra-supercritiques de 1000 MW ou plus.

En tant que principaux fabricants de tubes, nous sommes également en mesure de fournir des tubes soudés ou soudés et étirés pour réchauffeurs à basse ou haute pression, élaborés dans notre usine polyvalente et entièrement automatisée.

#### APPLICATIONS THERMIQUES :

- Contrôle et instrumentation
- Générateurs de vapeur à turbine
- Surchauffeurs
- Condenseurs

### ÉNERGIE SOLAIRE

Superior Tube et Fine Tubes fabriquent des solutions tubulaires pour les technologies d'énergie solaire concentrée (CSP) dans les centrales à tour solaire ou héliothermiques.

Notre expertise dans le traitement d'alliages exotiques pour les tubes à hautes performances nous permet de répondre aux exigences des échangeurs de chaleur critiques, au cœur du processus solaire de Gemasolar, la centrale photovoltaïque commerciale primée et située près de Séville, en Espagne. En collaboration avec SENER, nous avons développé et produit les tubes d'échangeurs de chaleur résistants à la corrosion, destinés aux générateurs de vapeur, ainsi que les tubes à hautes performances qui composent le récepteur de la tour centrale contenant du sel fondu.

#### APPLICATIONS SOLAIRES :

- Contrôle et instrumentation
- Capteurs thermiques
- Échangeurs thermiques
- Surchauffeurs
- Condenseurs

# TUBES DE HAUTE PRÉCISION POUR ENVIRONNEMENTS EXIGEANTS

NUCLÉAIRES • CONVENTIONNELS • SOLAIRES



V

## CAPACITÉS DE FABRICATION

### ALLIAGES

Fine Tubes et Superior Tube produisent un large choix de tailles de tubes personnalisées dans des alliages sans cesse plus nombreux, avec trois options de finitions : tubes sans soudure, soudés ou soudés et étirés (Weldrawn®).

### SANS SOUDURE, SOUDÉS, SOUDÉS ET ÉTIRÉS

**Acier inoxydable** 303Se, 304, 304L, 316, 316L, 316L fondu sous vide, 321 et 347  
Duplex S31803, Super Duplex S32750 et S32760

**Nickel** 200, 201, 211, 230, Monel 400, 600, 625, 690, 718, 750, 800, 825

### SANS SOUDURE UNIQUEMENT

**Titane** Ti CP (Grade 2)

**Zirconium** Zircaloy2, Zircaloy4

Nous fabriquons également des tubes dans de nombreuses autres qualités de matériaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à nous contacter.

### FORMATS DISPONIBLES

Longueurs droites : Maximum 20 m

Bobines : Jusqu'à 100 kg ou jusqu'à 10 000 m de longueur avec soudures orbitales

Formats : Droits ou en U

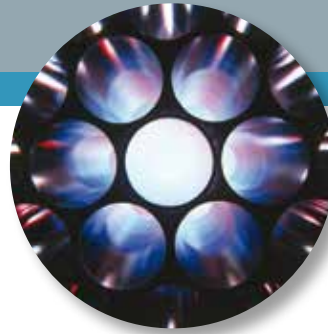
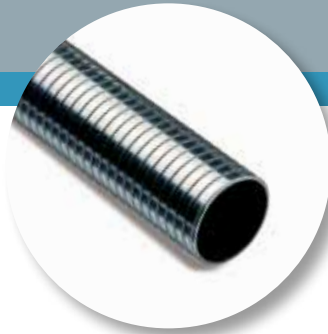
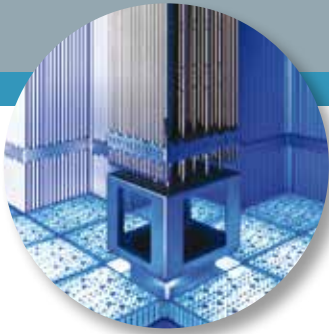
Finition de surface : ID 0,4 micron Ra (tel que dessiné)  
ID 0,1 micron Ra (polissage électrolytique)

La qualité exceptionnelle de nos tubes à hautes performances est le fruit de nombreuses années d'expérience dans les alliages spécialisés et de nos processus de fabrication de pointe. Chaque cycle de fabrication est conçu de façon personnalisée, exécuté avec précision et avec une finition parfaitement conforme aux spécifications.

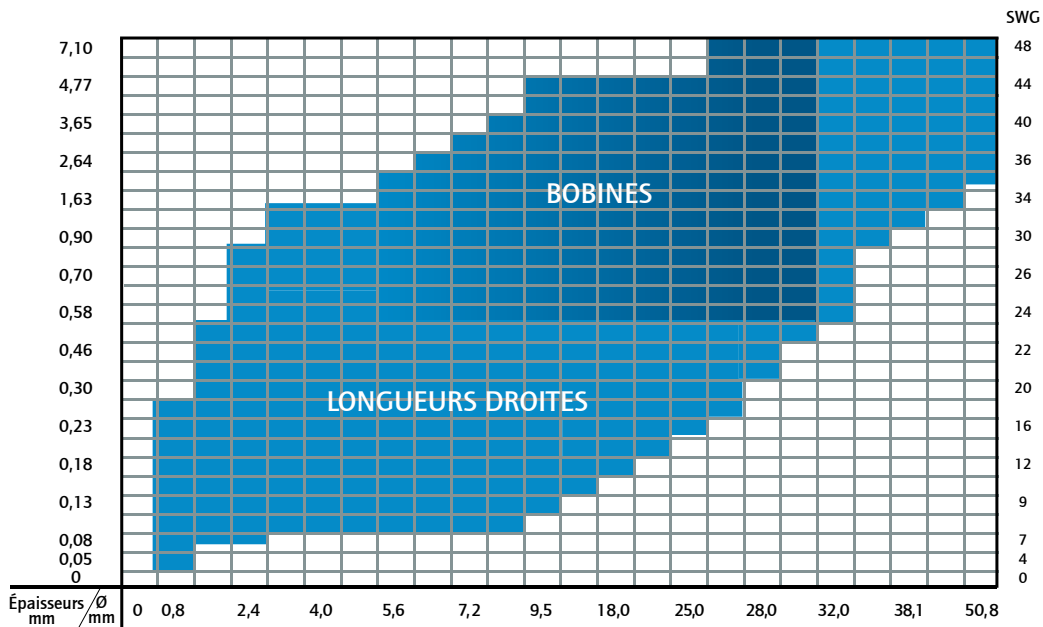
### RESSOURCES DE PRODUCTION

- Lignes de laminage
- Laminoirs à plusieurs cylindres
- Bancs d'étirage
- Tubes roulés-soudés - production de tubes roulés-soudés en ligne
- Traitement thermique sous atmosphère contrôlée
- Recuit blanc/four sous hydrogène
- Recuit sous vide
- Installations de décapage et de passivation
- Essais non destructifs par ultrasons et courants de Foucault
- Essais hydrostatiques
- Contrôles radiographiques
- Polissage électrolytique
- Analyses chimiques et physiques complètes en laboratoire

CAPACITÉS DE FABRICATION



## TAILLE



Les tailles de tubes utilisées dans les applications de production d'énergie varient généralement de 3 à 50,8 mm de diamètre extérieur, sans soudure, soudés ou soudés et étirés. D'autres tailles sont disponibles sur demande, à partir de 0,25 mm de diamètre extérieur.

## V

## QUALITÉ DES TUBES

- RCC-M
- Nadcap (traitement thermique)
- Nadcap (essais non destructifs)
- Nadcap (soudage)
- TUV AD-2000 Merkblatt W0/TRD 100
- 97/23/EC (PED) - TÜV
- ISO 9001 / AS EN 9100
- 10CFR50 Annexe B
- ASME NQA1
- ANSI/NCSL-Z-540
- ISO 10012
- ISO 14001

La fourniture des tubes est conforme aux exigences techniques du code ASME III.

# TUBES SUPERCRITIQUES • TABLEAUX DE GRADES

NUCLÉAIRES • CONVENTIONNELS • SOLAIRES



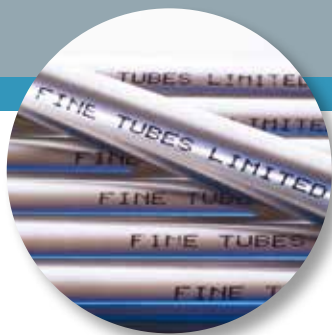
GROUPE D'ALLIAGE	ALLIAGE UNS No.	WNR	Analyse chimique (%)										Densité		Revenu	Résistance à la traction Rm (min)		Limite d'élasticité R <sub>p</sub> 0,2 % (min)		Élong. % min	Dureté Vickers (HV)	Propriétés			
			C	Mn	Ni	Cr	Fe	Mo	Ti	Nb	N	Autre	g/cm <sup>3</sup>	livres/pouce <sup>2</sup>		ksi	MPa	ksi	MPa						
ACIER INOXYDABLE	303 Se S30323	1,4305	0,15 max	2,0 max	8,0-11,0	17,0-19,0	1								Se 0,15-0,40 Si1 max	7,93	0,286	ANN	100	670	30-207	670	45	255	Acier inoxydable austénitique non magnétique. Non durcissable par traitement thermique. Bonne usinabilité, bonnes propriétés mécaniques et bonne résistance à la corrosion.
	304L S30403	1,4306	0,035 max	2,0 max	8,0-11,0	18,0-20,0	bal									7,93	0,286	ANN	70	485	25	170	35	200 max	Plus faible teneur en carbone du 304 et bonne soudabilité.
	316L S31603	1,4404 1,4435	0,035 max	2,0 max	10,0-13,0	16,0-18,0	2,0-2,5 2,5-3									7,93	0,286	ANN	70	485	25	170	35	200 max	Nuance d'acier inoxydable austénitique avec décarburation à l'argon-oxygène (DAX) standard. 316L avec une teneur minimale de molybdène de 2,5 %.
	316LN S31653	1,4429	0,030 max	2,0 max	10,0-14,0	16,0-18,0	2,0-3,0		0,10-0,16						Si 0,75 max	7,93	0,286	ANN	75	515	30	205	40	200 max	En raison de sa faible perméabilité magnétique, l'alliage 316LN est utilisé dans les applications de renforcement en béton à proximité d'appareils électroniques sensibles.
	321 S32100	1,4541	0,080 max	2,0 max	9,0-12,0	17,0-19,0	bal					10XC -1,000			Ti 5XC -0,600	7,93	0,286	ANN	75	515	30	205	35	200 max	Version stabilisée au titane avec bonne soudabilité, résistance renforcée aux dégradations de soudure et meilleures propriétés mécaniques aux températures élevées.
	347 S34700	1,4546	0,080 max	2,0 max	9,0-12,0	17,0-19,0	bal					10XC -1,000				7,93	0,286	ANN	75	515	30	205	35	200 max	Comme pour le 321 mais utilise le niobium comme facteur de stabilisation.
	904L N08904	1,4539	0,020 max	2,0 max	23,0-28,0	19,0-23,0	bal								Cu 1,0-2,0	8	0,289	ANN	70	485	40	275	35	200 max	Acier inoxydable dont la résistance à la corrosion générale, par piqûres ou par crevasses est supérieure à celle du 316L.
	6Mo S31254	1,4547	0,020 max	1,0 max	17,5-18,5	19,5-20,5	bal								Cu 0,5-1,0	8	0,289	ANN	98	675	45	310	35	230 max	Acier inoxydable super-austénitique présentant une bonne résistance à la corrosion par piqûres ou par crevasses.
	Duplex S31803	1,4462	0,030 max	2,0 max	4,5-6,5	21,0-23,0	bal								0,08-0,20	7,8	0,281	ANN	90	620	65	450	25	290 max	Haute résistance mécanique et bonne résistance aux fissures localisées et à la corrosion par le chlore.
	Super Duplex S32750	1,441	0,030 max	1,2 max	6,0-8,0	24,0-26,0	bal								0,24-0,32	7,79	0,28	ANN	116	800	80	550	15	310 max	Alliage superduplex associant une résistance mécanique excellente à une bonne résistance à la corrosion dans des environnements à forte teneur en chlore ou eau de mer.
Super Duplex S32760	1,4501	0,020 max	1,0 max	6,0-8,0	24-26	bal								24-32 W 0,50	7,70	0,278	ANN	109	750	73,5	507	35	310 max	Rapport poids-résistance mécanique très élevé associé à une excellente résistance à la corrosion par l'eau de mer.	
TI	CP Grade 2 R50400	3,7035	0,08 max		0,1 max	0,30 max	bal							0,03 max	4,51	0,163	ANN	50	345	40-65	275-450	20			
ZIRCONIUM	Zircaloy 2 R60802		0,005 max		0,1 max									0,025	6,50		ANN	55	379	30	207	16	150	Alliage zirconium de qualité nucléaire (poids %) 1,2-1,7 Sn, 0,07-0,2 Fe, 0,05-0,15 Cr, 0,03-0,08 Ni. Faible absorption des neutrons thermiques. Principalement utilisé pour le gainage des barres de combustible dans les réacteurs nucléaires. Zr = BWR, CANDU.	
	Zircaloy 4 R60804		0,05 Max											0,025	6,56		ANN	60	415	35	240	14	150	Alliage zirconium de qualité nucléaire (poids %) 1,2-1,7 Sn, 0,18-0,24 Fe, 0,07-0,13 Cr. Faible absorption des neutrons thermiques. Principalement utilisé pour le gainage des barres de combustible dans les réacteurs nucléaires. Zr4 = BWR, PWR, CANDU.	

GROUPE D'ALLIAGE	ALLIAGE UNS No.	WNR	Analyse chimique (%)											Densité		Revenu		Résistance à la traction Rm (min)		Limite d'élasticité R <sub>p</sub> 0,2 % (min)		Élong. % min	Dureté Vickers (HV)	Propriétés
			C	Mn	Ni	Cr	Fe	Mo	Ti	Nb	Al	Autre	g/cm <sup>3</sup>	live/pouce <sup>a</sup>	ksi	MPa	ksi	MPa						
	Alliage 59 N06059	2.4605	0,010 max	0,5 max	bal	22,0-24,0	1,5 max	15,0-16,5		0,10-0,40	Co 0,3 max	8,60	0,311	ANN	100	690	45	310	45	270 max	Excellent dans les environnements acides. Résistance très élevée aux chlorures, à l'eau de mer et aux acides.			
	Alliage 75 N06075	2.4951	0,08-0,15	1,0 max	bal	18,0-21,0	5,0 max		0,20-0,60		Cu 0,5 max	8,37	0,303	ANN	100-120	690-830	46	300	30	230 max	Résistance à l'oxydation sous haute température.			
	Alliage 200 N02200	2.4065	0,15 max	0,4 max	99,0 min	0,4 max				Cu 0,25 max	8,9	0,321	ANN	75	515	33	105	33	150 max	Nickel commercialement pur. Bonne résistance à la corrosion.				
	Alliage 263 N07263		0,04-0,08	0,6 Ma	bal	19,0-21,0	0,7 max	5,6-6,1	1,9-2,4		Co 19,0-21,0 N 0,3-0,6	8,36	0,302	HT	140	970	90	620	39	250 min	Haute résistance au fluage avec bonne soudabilité.			
	Alliage 276 N10276	2.4819	0,02 max	1,0 max	bal	14,5-16,5	4,0-7,0	15,0-17,0		W 3,0-4,5	8,9	0,321	ANN	100	690	40	283	40	210 max	Excellente résistance à la corrosion en présence de gaz corrosifs.				
	Alliage 400 N04400	2.4360	0,30 max	2,0 max	63,0-70,0	2,5 max					Cu bal	8,83	0,319	ANN	70	480	28	195	35	180 max	Alliage polyvalent au Ni présentant un bon équilibre entre la résistance mécanique, la ductilité et la résistance à la corrosion.			
	Alliage 600 N06600	2.4816	0,15 max	1,0 max	72,0 min	6,0-10,0					Cu 0,50 max	8,42	0,304	ANN	80	550	35	240	30	200 max	Très bonne combinaison de résistance mécanique et de résistance à l'oxydation.			
	Alliage 625 N06625	2.4856	0,10 max	0,5 max	bal	20,0-23,0	5,0 max	8,0-10,0	0,40 max	3,15-4,15		8,44	0,305	ANN	120	827	60	414	30	260 max	Alliage de nickel avec forte résistance mécanique et remarquable fabricabilité. Résistance supérieure aux environnements extrêmement corrosifs, ainsi qu'aux effets des hautes températures, telles que l'oxydation et la carburation.			
	Alliage 690 N06690	2.4642	0,05 max	0,05 max	58 min	27,0-31,0	7,0-11,0				Cu 0,50 Si 0,50	8,19	0,296	ANN	84	586	34	240	30	200 max	Excellente résistance à de nombreux environnements aqueux corrosifs et à des températures élevées.			
	Alliage 718 N07718	2.4668	0,08 max	0,4 max	50, 0-55,0	17,0-21,0	bal	2,80-3,30	0,65-1,15	4,75-5,50	Co 1,0 max	8,19	0,296	HT	185	1275	150	1034	12	331 min	Alliage au nickel de grande résistance mécanique, avec excellente résistance à la corrosion et très bonne formabilité. Utilisé jusqu'à 700°C.			
	Alliage X750 N07750	2.4669	0,08 max	1,0 max	70,0 min	14,0-17,0	5,0-9,0		2,25-2,75	0,70-1,20		8,25	0,298	HT	160	1103	100	689	20	260-360	Résistance élevée à haute température.			
	Alliage 800 N08800	1.4876	0,15 max	1,5 max	30,0-35,0	19,0-23,0	39,5 min		0,15-0,60		Cu 0,75 max	8	0,289	ANN	75	517	30	207	30	200 max	Résistant à la corrosion sous tension et performant dans les environnements aqueux.			
	Alliage 800H N08810	1.4876	0,05-0,10	1,5 max	30,0-35,0	19,0-23,0	39,5 min		0,15-0,60		Cu 0,75 max	8,08	0,292	ANN	75	517	30	207	30	200 max	Excellente résistance au fluage sous haute température, combinée à une bonne résistance à l'oxydation et à la carburation.			
	Alliage 800HT N08811		0,06-0,10	1,5 max	30,0-35,0	19,0-23,0	39,5 min		0,15-0,60		Al + Ti 0,85-1,20	7,94	0,287	ANN	75	517	30	207	30	200 max	Propriétés de résistance à la corrosion similaires aux A800 & 800H avec excellente résistance au fluage sous contrainte.			
	Alliage 825 N08825	2.4858	0,05 max	1,0 max	38,0-46,0	19,5-23,5	bal	2,5-3,5	0,6-1,20		Cu 1,5-3,0	8,1	0,292	ANN	85	586	35	241	30	209 max	Excellente résistance à la corrosion dans des environnements oxydants et réducteurs. Bonne résistance à la corrosion par piqûres et à la fissuration par corrosion sous contrainte de chlorures.			

ALLIAGES DE NICKEL

# TUBES DE HAUTE PRÉCISION POUR ENVIRONNEMENTS EXIGEANTS

NUCLÉAIRES • CONVENTIONNELS • SOLAIRES



## PRÉSENCE INTERNATIONALE

Grâce à leur partenariat, Fine Tubes (Royaume-Uni) et Superior Tube (États-Unis) offrent des capacités accrues et donc des délais de fabrication considérablement réduits, un portefeuille de produits étendu, une portée mondiale renforcée et un service clients exceptionnel.

Nos experts fournissent des tubes de haute précision à nos clients dans plus de 35 pays.

Outre nos usines au Royaume-Uni et aux États-Unis, nous disposons de bureaux en Allemagne, en France, en Inde et aux États-Unis, ainsi qu'un réseau étendu de partenaires en Asie, en Europe et au Moyen-Orient.

Ensemble, Fine Tubes et Superior Tube forment une division d'AMETEK, Inc., l'un des principaux fabricants mondiaux d'instruments électroniques et de produits électromécaniques.



### FINE TUBES

Plymbridge Road  
Plymouth  
PL6 7LG  
ROYAUME-UNI

**E:** sales.finetubes@ametek.com  
**T:** +44 (0) 1752 876416  
**F:** +44 (0) 1752 733301

[www.finetubes.com](http://www.finetubes.com)



### SUPERIOR TUBE

3900 Germantown Pike  
Collegeville, PA 19426-3112  
ÉTATS-UNIS

**E:** sales.superiortube@ametek.com  
**T:** +1 610.489.5200  
**F:** +1 610.489.5252

[www.superiortube.com](http://www.superiortube.com)

