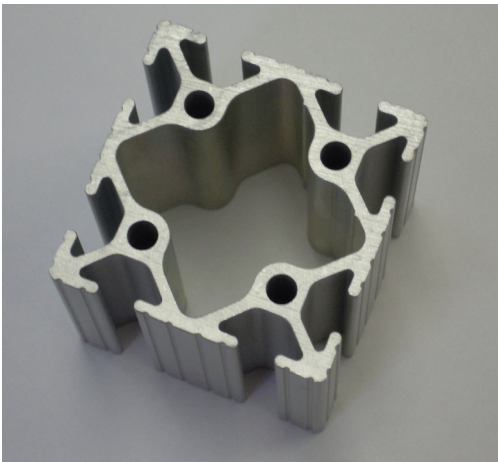


Publié par :

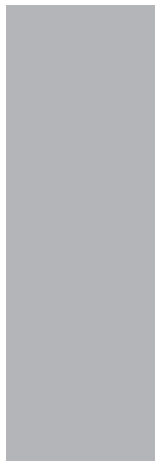


Le « **Feuillard technique** » est publié exclusivement sur le site Internet du CQRDA. Pour télécharger cette publication, rendez-vous au <http://cqrda.ca/feuillard.php> ou au http://cqrda.ca/ar_publications.php. Pour toute demande d'information, n'hésitez pas à nous contacter au 418 545-5520.

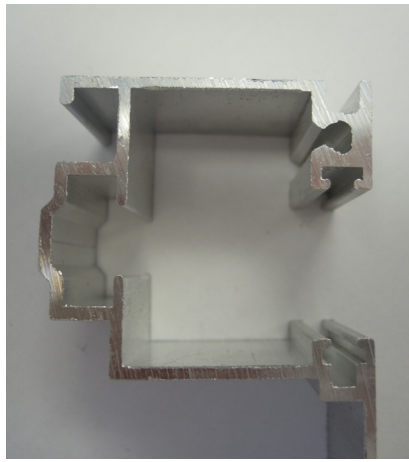
Par le procédé d'extrusion, on obtient un produit long de section transversale constante sur toute sa longueur. La section est généralement plus complexe que celle d'une barre ou d'un tube. Selon la forme de sa section transversale, il est appelé profilé plein, semi-creux, ou creux.



Profilé creux



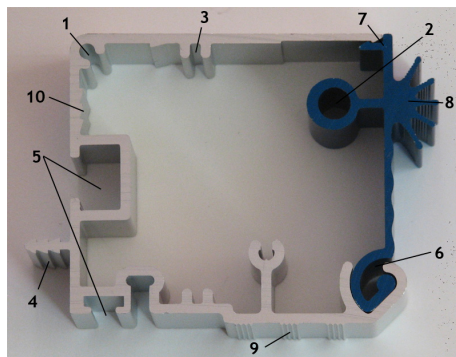
Profilé semi-creux



Profilé plein

L'extrusion est un moyen de mise en forme qui n'est pas unique à l'aluminium, mais ce métal est le seul dont la formabilité permet d'obtenir des profilés de résistance structurale aux formes très élaborées qui répondent à des besoins spécifiques. C'est ce qui rend d'ailleurs l'extrusion très attrayante pour plusieurs transformateurs.

Il est possible d'intégrer de nombreuses fonctions lors de la conception d'un produit fabriqué à partir d'extrusions. La figure suivante en illustre quelques-unes.



1. Canaux de vissage
2. Tube intégré
3. Renfort mural pour vissage
4. Ergot d'assemblage
5. Canaux pour écrou ou tête de vis
6. Charnière
7. Clipsage
8. Diffuseur de chaleur
9. Rainures
10. Nervures

LES ALLIAGES

Tous les alliages peuvent être extrudés, mais certains plus difficilement que d'autres. Les alliages de la famille 6XXX (Al-Mg-Si) représentent 90 % de l'aluminium extrudé et ils sont utilisés tant dans des applications structurales qu'architecturales. Ils demeurent les favoris de l'industrie pour leur bonne malléabilité à des températures élevées, mais aussi parce qu'ils se traitent thermiquement, qu'ils réagissent bien aux traitements de finition et aux opérations de transformation subséquentes et qu'ils offrent une bonne résistance à la corrosion. On retrouve également sur le marché des profilés en alliages de la famille 3XXX et 1XXX. Un faible tonnage de certains alliages 2XXX et 7XXX est aussi extrudé.

Le tableau suivant présente quelques-uns de ces alliages et leurs caractéristiques.

Alliages et caractéristiques	Éléments d'alliage principaux	État et épaisseurs de paroi		Propriété mécaniques - ksi				% Allongement min (2po ou 4D)
				Résistance à la traction		Limite d'élasticité		
				min.	max.	min.	max.	
1100								
Alliage commercialement pur. Utilisé dans de nombreuses applications où la résistance mécanique n'est pas requise. Résistant à la corrosion et facilement mis en forme.		0	toutes	11,0	15,5	3,0		25
	99 % min. Al Cu ,05-0,20	H112	toutes	11,0		3,0		
1350								
Développé spécialement pour les conducteurs électriques.		0	,375 - 1,000	8,5	14,0			
	99,5 % min. Al	H111	toutes	8,5		3,5		
2014								
Utilisé pour les structures d'aéronefs et l'équipement de transport. Excellent pour le soudage par points ou par résistance.	Cu 3,9-5,0 Si ,50-1,2 Mn ,40-1,2 Mg ,20-,8	0	toutes		30,0			12
		T4, T4510 et T4511	toutes	50,0		35,0		12
		T42	toutes	50,0		29,0		12
		T6, T6510 et T6511	jusqu'à 0,499 0,500-0,749 0,750 et plus 0,750 et plus	60,0		53,0		7
				64,0		58,0		7
				68,0		60,0		7
T62	jusqu'à 0,749 0,750 et plus 0,750 et plus	60,0		53,0		7		
		60,0		53,0		6		
3003								
Bonne résistance à la corrosion, mise en forme et soudabilité. Utilisé pour les équipements chimiques, les échangeurs de chaleur, les condensateurs, et les vaisseaux sous pression.		0	toutes	14,0	19,0	5,0		25
	Mn 1,0-1,5	H112	toutes	14,0		5,0		25
6005								
Semblable à l'alliage 6061. Utilisé pour les applications structurales.	Si ,6-,9	T1	jusqu'à 0,500	25		15,0		16
	Mg ,40-,6	T5	jusqu'à 0,124 0,125-1,000	38,0 38,0		35,0 35,0		8 10
6061								
Le plus polyvalent des alliages à traitements thermiques. Bonne mise en forme à l'état T4. Bonne résistance à la corrosion. Utilisé pour les applications en transport et structurales.	Mg ,8-1,2 Si ,40-,8	0	toutes		22,0		16,0	16
		T1	jusqu'à 0,625	26,0		14,0		16
		T4, T4510 et T4511	toutes	26,0		16,0		16
		T42	toutes	26,0		12,0		16
		T51	jusqu'à 0,625	35,0		30,0		8
		T6, T62, T6510 et T6511	jusqu'à 0,249 0,250 et plus	38,0		35,0		8
				38,0		35,0		10
6063								
Le plus populaire des alliages d'extrusion. Bon fini de surface, bonne résistance à la corrosion, peut être traité thermiquement.	Mg ,45-,9 Si ,20-,6	0	toutes		19,0			18
		T1	jusqu'à 0,500 0,501-1,000	17,0		9,0		12
				16,0		8,0		12
		T4 et T42	jusqu'à 0,500 0,501-1,000	19,0		10,0		14
				18,0		9,0		14
		T5	jusqu'à 0,500 0,501-1,000	22,0	30,0	16,0	25,0	8
21,0				15,0		8		
T52	jusqu'à 1,000	22,0		16,0		8		
T6 et T62	jusqu'à 0,124 0,125-1,000	30,0		25,0		8		
		30,0		25,0		10		

Ces alliages sont initialement livrés à l'extrudeur dans leur forme brute de coulée, de section circulaire. L'extrudeur dispose normalement des alliages les plus courants dans ses stocks et il peut répondre rapidement à la demande (2 à 4 semaines). Cependant, pour certains alliages peu demandés, les délais d'approvisionnement en matière première peuvent s'avérer prohibitifs. Pour que le produit soit accessible, la commande minimale doit refléter davantage les politiques de vente des producteurs d'aluminium que celles de l'extrudeur.

Ces longues barres seront tronçonnées en billettes de longueur adaptée à la presse d'extrusion.



Billettes d'extrusion

Le client choisit l'alliage et son état métallurgique ainsi que la forme du profilé requis pour un usage spécifique. Puisqu'il s'agit d'un procédé de formage à chaud, il faut se rappeler que les alliages non traitables thermiquement conserveront les propriétés de leur état recuit à moins de subir subsequmment un étirage à froid (applicable à des formes simples). Les tolérances réalisables par le procédé sont définies par les normes ANSI H35.2, Aluminum Standards and Data, EN 755, DIN 17 615 T3 ... Elles devront correspondre à celles prévues dans la conception du profilé.

LE PROCÉDÉ



Filière d'extrusion

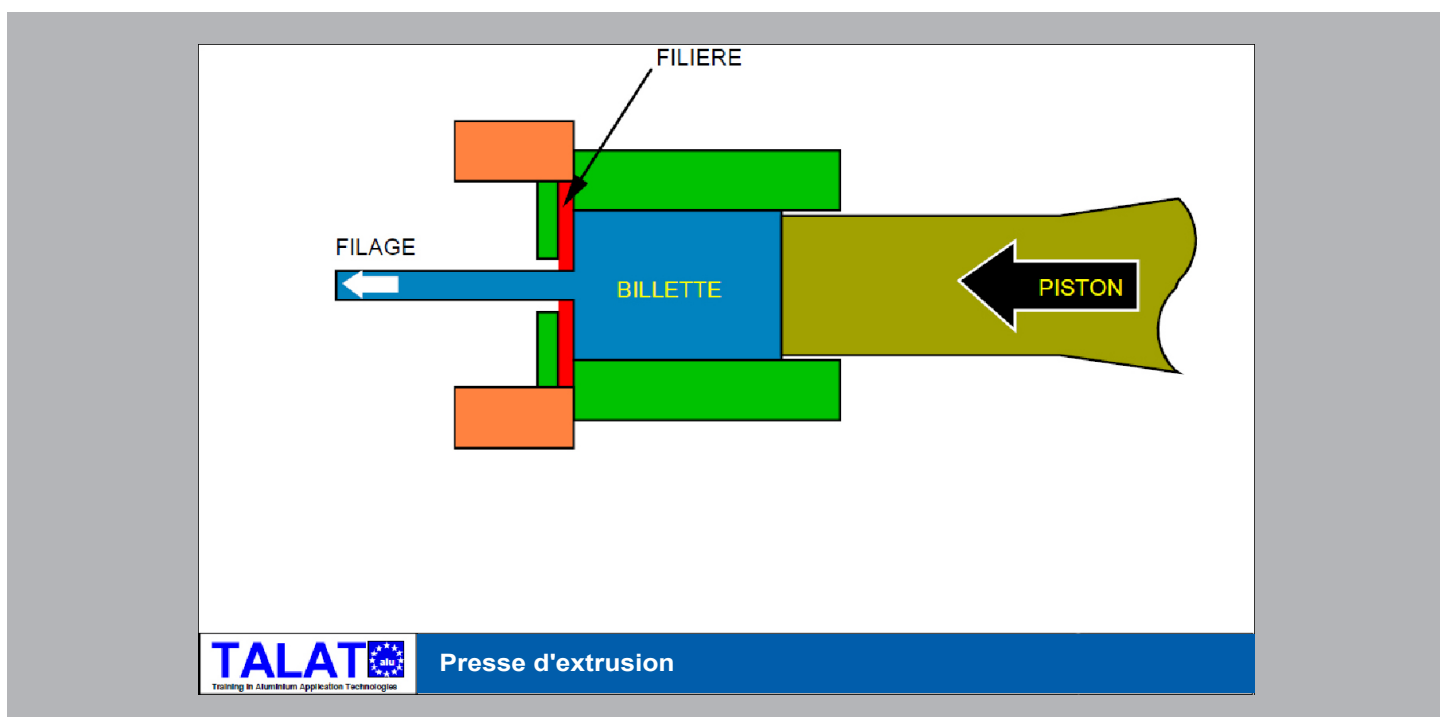
Le procédé courant d'extrusion ou filage de l'aluminium est une mise en forme à chaud (450°C à 500°C) par écoulement du métal d'une billette que l'on presse à travers l'orifice d'une filière en acier qui reproduit la section du profilé à obtenir (barres, tubes, etc.).

La réussite du procédé, qui se traduit par l'atteinte des caractéristiques recherchées (finis de surface, tolérances dimensionnelles, résistance mécanique), s'appuie en grande partie sur le contrôle des températures : température de la billette préchauffée et de la filière, température à la sortie de presse et taux de refroidissement.

Le préchauffage des billettes est nécessaire pour amener le métal à la température à laquelle il sera suffisamment malléable pour s'écouler sous la pression à travers la filière. Ce préchauffage permet aussi d'atteindre la température nécessaire à la mise en solution des éléments pour les alliages traitables thermiquement.

Les billettes s'enchaînent rapidement dans la presse, donnant l'impression d'une alimentation ininterrompue de métal. Dans la presse, le métal est forcé sous la pression à passer au travers une filière (matrice ou « die »). On lui donne alors le nom de profilé. La force nécessaire pour permettre à la billette de traverser la filière est appliquée à l'aide d'un piston hydraulique.

Selon sa taille, une presse peut générer une force qui varie de quelques centaines de tonnes à plus de 20 000 tonnes. Le choix de la presse (capacité requise) doit normalement être adapté aux dimensions des pièces filées. La billette utilisée est un long cylindre d'aluminium plein, dont le diamètre variant entre 6 pouces et 18 pouces, est directement relié à la capacité de la presse d'extrusion.



À sa sortie de la matrice d'extrusion, le profilé défile rapidement sous une unité de refroidissement. Selon le produit, on utilisera un jet d'eau, une brume, de l'air forcé ou non, ou une combinaison de ces derniers. Cette étape correspond à la trempe pour les alliages traitables thermiquement.

À la sortie de la presse, le profilé est coupé en longueur de plusieurs dizaines de mètres puis redressé par étirage (1 à 3 % d'allongement). C'est à partir du besoin des clients que découlera la suite des opérations : coupe, vieillissement artificiel, peinture, anodisation et emballage.

Le procédé se déroule dans une usine dédiée, habituellement composée de 2 à 3 presses d'extrusion, autour desquelles sont greffés des équipements auxiliaires : cisaille ou scie à billettes, four à billettes, scie pour profilés, table de redressement, four à traitement thermique, chambre de peinture ou ligne d'anodisation.

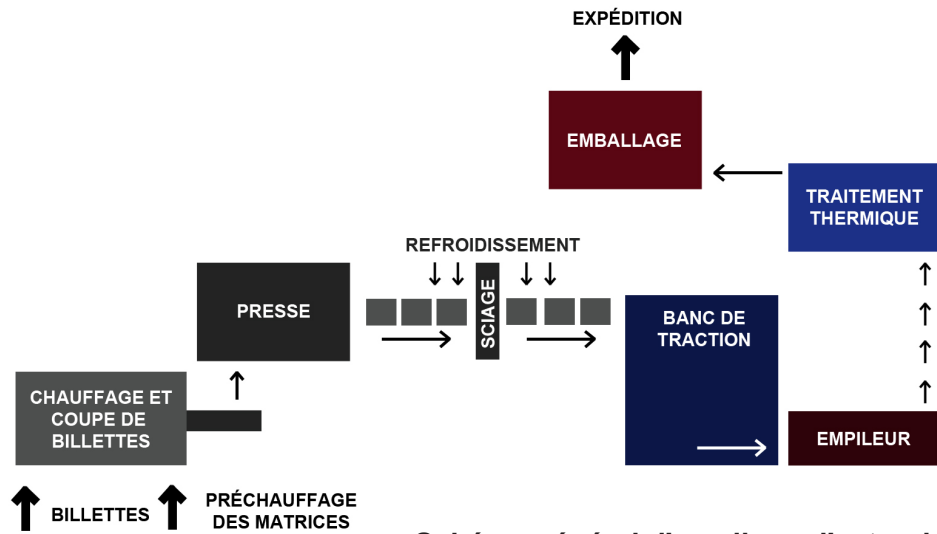


Schéma général d'une ligne d'extrusion

LES MATRICES D'EXTRUSION (FILIÈRES)

Le choix de l'alliage est normalement fait en considérant les propriétés liées à l'utilisation. Cependant, certains alliages sont plus difficiles à extruder (filer) ce qui aura un impact sur le coût d'utilisation de la presse et sur la durée de vie de l'outillage. Un compromis peut être fait avec l'extrudeur qui sera à même de proposer un alliage de substitution avantageux. En acceptant la commande, l'extrudeur offre une garantie de résultat. Par le fait même, ceux qui sont moins expérimentés pourront refuser d'extruder certains alliages.

ALLIAGE	RATIO	ALLIAGE	RATIO
EC	150	6063	100
1060	150	6066	40
1100	150	6101	100
1150	150	6151	70
2011	15	6253	80
2014	20	6351	60
2024	15	6463	100
3003	100	6663	100
5052	80	7001	7
5083	20	7075	10
5086	25	7079	10
5154	50	7178	7
5254	50		
5454	50		
5456	20		
6061	60		

TALAT Training in Aluminium Application Technologies

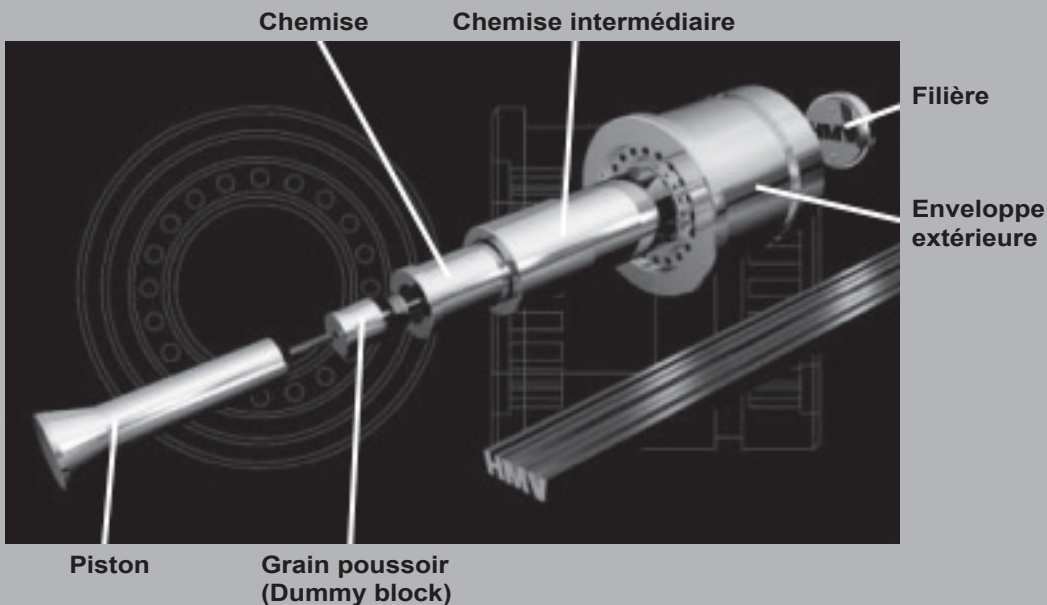
Filabilité relative des alliages d'aluminium

Tous les alliages d'aluminium peuvent être extrudés mais certains plus difficilement que d'autres et demandent des pressions élevées permettant seulement de faibles vitesses et des finitions de surface et des complexités de profilés moindre. Le terme «filabilité» est utilisé pour qualifier globalement ces résultats avec l'aluminium pur à une extrémité de l'échelle et les alliages durs Aluminium/zinc/magnésium/cuivre à l'autre extrémité. Cependant, en raison de la complexité des interactions entre les paramètres du procédé, cette évaluation peut être considérée comme quelque peu arbitraire !

La filière d'extrusion est possiblement la seule portion du procédé sur laquelle le client a une influence directe. En effet, le design appartient au client qui a développé un profilé répondant à ses besoins et la filière lui est ainsi réservée. Elle reste cependant captive de l'extrudeur qui en a conçu les détails. Les filières destinées aux profilés standards ne sont pas facturées au client, mais elles ne sont pas toujours disponibles, de même que les produits, ce qui peut entraîner des délais d'approvisionnement similaires au produit sur mesure.

Filière et ses composants, Uddelholm

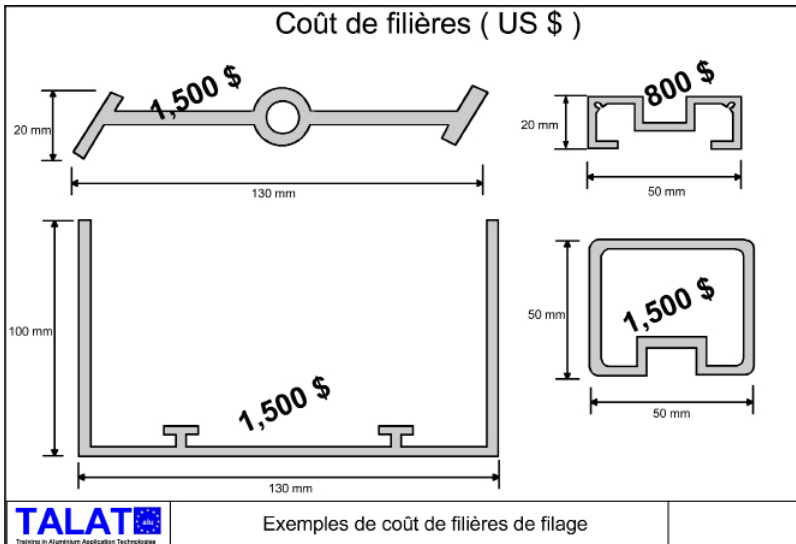
Les composantes des filières sont fabriquées en acier à outil à haute résistance. La conception et la fabrication de ces outils relèvent d'un travail hautement spécialisé.



Il y aura des différences dans la conception des filières, et ce, d'un extrudeur à l'autre. Par conséquent, le client doit retenir qu'il est préférable de s'adresser le plus tôt possible à l'extrudeur lors de la conception d'un profilé, puisque ce dernier pourra imposer des modifications à la conception tout en tenant compte de ses propres contraintes de production. Un certain nombre d'éléments géométriques sont à considérer lors de la conception dont la taille de l'extrusion, les rayons de transitions, la forme des nervures, les épaisseurs minimales, les tolérances et les finis de surface. Il faut aussi se rappeler que le poids d'une pièce extrudée (section x longueur) sera toujours inférieur au poids maximum de la billette que la presse est capable de pousser.



Fabrication d'une filière, Sapa, Suède



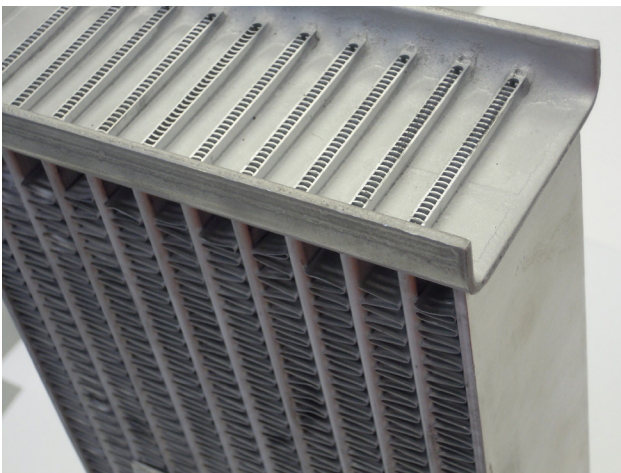
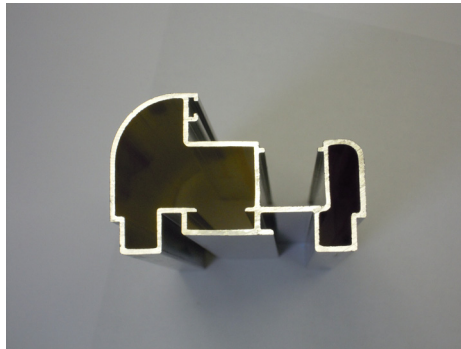
RÉALISATIONS



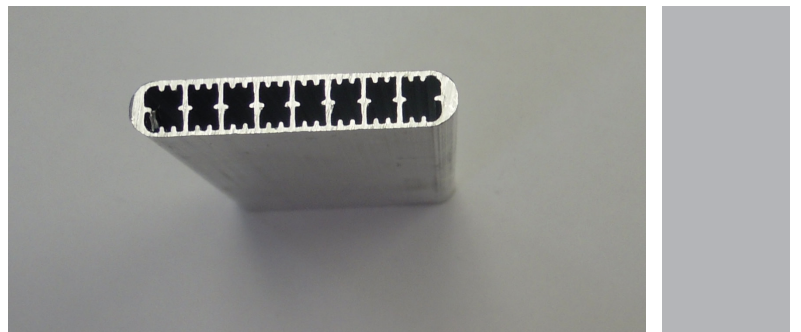
Passerelle Make-a-bridge
MAADI Group



Cloison de bureau *Starwall*
PMA



Échangeur de chaleur
SKL



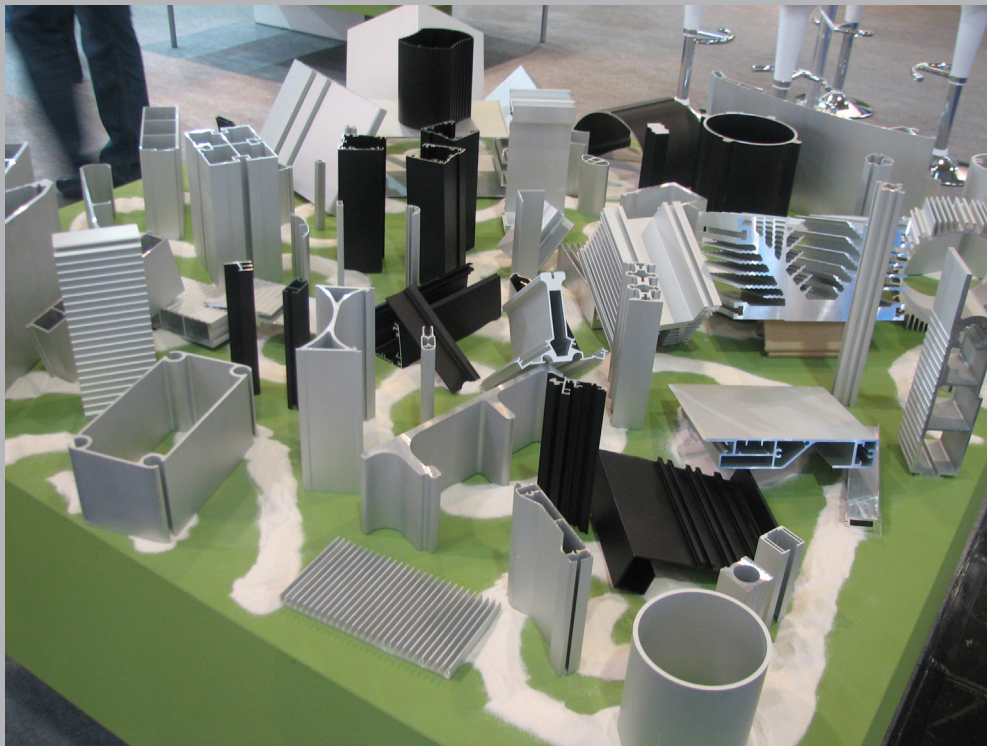
BIBLIOGRAPHIE

Illinois, The Aluminum Extruders Council, *Extrusion Alloys Spotlight*, 1998,
http://www.aec.org/assets/pdfs/spotlight_alloys.pdf

Suède, Uddeholm, *Die steels and components for extrusion*, 2000,
<http://www.uddeholm.com/files/extrusiontooling-english.pdf>

Bruxelles, European Aluminium Association, Groupement des Lamineurs et Fileurs d'Aluminium, TALAT – *Training in Aluminium Application Technologies (Cours sur les applications de l'aluminium)* – version 2.0, 2000.
<http://www.compes.it/eng/dies.html#>

Pour trouver un extrudeur au Québec : http://www.cqrda.ca/icriq_rapide.php



Le Feuillard technique est publié par :

Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium
637, boulevard Talbot, bureau 102
Chicoutimi (Québec) G7H 6A4
Téléphone : 418 545-5520 | Télécopieur : 418 693-9279
info@cqrda.ca | www.cqrda.ca

Rédaction

Maurice Duval

Collaboration

Édith Villeneuve

Conception

Marianne Parent

Révision linguistique

Diane Auger, Mastera