



L'aluminium

Un matériau idéal pour le recyclage

Il n'y a guère d'autre métal non ferreux qui soit si facile à recycler que l'aluminium. Grâce à ses propriétés physiques et chimiques, il aide surtout à réduire la consommation d'énergie.

L'aluminium est un des métaux légers les plus importants. Grâce à ses propriétés physiques et chimiques (faible densité, point de fusion bas, conductibilité électrique, résistance importante à la corrosion), son recyclage est idéal pour réduire la consommation d'énergie.

Bien que les réserves naturelles des matières premières pour la production d'aluminium soient très importantes, ce métal est idéal pour le recyclage. Ceci est dû au fait que l'aluminium ne subit aucune perte de valeur au cours de son utilisation, car l'énergie emmagasinée lors de la production (transformation électronique de la matière première «alumine») se conserve. Rien que pour des raisons économiques et écologiques, il est intéressant de ramasser, de traiter et de fondre l'aluminium usagé et de produire des métaux aluminés sous forme alliée ou non alliée.

La matière première la plus importante pour la production d'aluminium primaire est la bauxite. Il s'agit d'une roche sédimentaire composée d'hydroxydes d'aluminium, d'oxydes de fer, d'oxydes de silicium et de quelques impuretés. La teneur en oxydes d'aluminium est de 30 à 60 pour cent.

Pour produire de l'aluminium primaire, la bauxite - qui est le plus souvent exploitée à ciel ouvert dans les régions tropicales - est concassée puis préparée avant de subir un traitement chimique sous pression et à haute température destiné à transformer la part d'aluminium en hydroxyde d'aluminium pur. Après la séparation des impuretés d'accompagnement (en particulier oxydes de fer), l'hydroxyde d'aluminium est, à très haute température, séparé de l'eau qu'il contient puis calciné pour obtenir de l'alumine (terre argileuse). Celle-ci est réduite par électrolyse ignée dans une cuve garnie de carbone (qui sert de cathode; env. 450 kg par tonne d'aluminium) et traversée par un courant électrique de haute intensité (14 MWh).

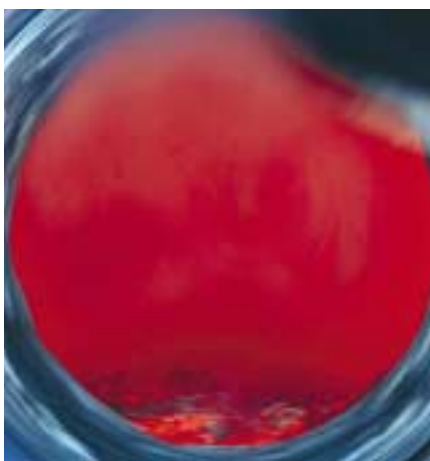
L'aluminium – un facteur économique important

Avec un chiffre d'affaires d'environ 13 milliards d'euro, l'industrie allemande de l'aluminium est devenue un facteur économique important qui emploie et nourrit presque 75.000 personnes.

Par rapport à la production d'aluminium de première fusion, le secteur du recyclage est devenu, ces dernières années, une «source de matière première» équivalente. Entre-temps, environ 620.000 tonnes d'aluminium – ce sont 49 pour cent de la production totale en Allemagne – sont extraites de vieux métaux. La part du lion provient du domaine des transports et du bâtiment qui connaît des systèmes de recyclage efficaces depuis des décennies. Dans le secteur de l'emballage, le recy-

clage de l'aluminium gagne également en importance grâce au «tonneau jaune». L'application de techniques de triage ultramodernes permet même d'extraire l'aluminium des emballages composés. Grâce au ramassage, au triage et à la récupération d'emballages usagés, environ 80% de l'aluminium utilisé est aujourd'hui recyclé dans ce domaine.

Les propriétés de l'aluminium sont particulièrement demandées dans les domaines où l'on produit des objets mobiles, donc surtout dans le domaine des transports: véhicules automobiles et sur rails ainsi qu'avions. Dans le bâtiment, l'aluminium est surtout apprécié à cause de sa longévité.



Intérieur d'un four de recyclage

L'aluminium liquide qui se dépose au fond de la cuve est régulièrement prélevé par „siphonnage“ dans une poche, transporté sur un chariot à la fonderie, puis déversé dans un four où se fait la „mise au titre“: on ajoute d'autres métaux dans des proportions précises, pour obtenir des alliages aux propriétés souhaitées. La production d'aluminium primaire consomme donc beaucoup d'énergie. Pour être plus concret: pour la production de 1000 kg d'aluminium, on utilise env.

1930 kg d'alumine, env. 420 à 460 kg de charbon (selon le design des cellules) et 13500 à 15500 kWh d'énergie électrique.

Quelle importance revêt le recyclage d'aluminium?

L'énergie de transformation ne se perd pas; elle reste emmagasinée dans le métal léger et sera à nouveau libérée lors du recyclage de l'aluminium. Pour cette raison, il n'y a pas d'autre métal qui présente un bilan énergétique si positif lors de la récupération. Autrement dit, l'énergie emmagasinée et récupérée est beaucoup plus grande que l'énergie consommée lors du ramassage, du traitement et de la fusion des déchets d'aluminium. La fusion de déchets d'aluminium ne requiert plus que 5 pour cent de l'énergie nécessaire pour la production d'aluminium primaire.

L'aluminium est un métal encore assez jeune qui n'a commencé sa conquête du monde qu'au cours des dernières décennies. Grâce à ses propriétés physiques, son ascension est loin d'être achevée. Les perspectives d'avenir de l'aluminium sont particulièrement bonnes dans le domaine des transports et dans la construction de bâtiments.

Besoin en aluminium et quantité de déchets en Europe					
en tonnes	1998	2010	2020	2030	2040
Totalité des déchets	3.600.000	6.000.000	8.500.000	11.200.000	13.200.000
Vieux métaux	870.000	1.570.000	2.700.000	4.200.000	5.100.000
Aluminium de recyclage	3.194.000	5.370.000	7.700.000	10.000.000	11.900.000
Besoin en aluminium	7.213.000	11.670.000	15.300.000	18.000.000	21.500.000

Par conséquent, le recyclage d'aluminium gagnera également en importance, car la quantité des déchets d'aluminium ramassés augmentera avec l'utilisation croissante de ce métal léger. Déjà depuis plusieurs années, on enregistre une croissance de la quote-part de l'aluminium de recyclage par rapport à la production totale d'aluminium.

Recyclable à volonté

Quelles sont les nouvelles possibilités d'utilisation de l'aluminium secondaire dans les années à venir? Dans l'industrie automobile, l'équipement de plus en plus complexe et

lourd force les fabricants d'automobiles à utiliser des matériaux plus légers. Voilà pourquoi l'aluminium gagnera en importance dans l'industrie automobile. Une telle évolution est possible dans le domaine des moteurs et de la carrosserie. N'oublions cependant pas que certains matériaux concurrents tels que matières synthétiques, magnésium et matériaux composites peuvent également remplacer les matériaux lourds comme la fonte grise. Dans ce contexte, la prise en compte du recyclage, du bilan écologique et de la durabilité est primordiale. Là se situent justement les points

forts de l'aluminium qui se distingue de surcroît par des propriétés physiques excellentes et par une grande polyvalence. Ainsi, les perspectives d'avenir de l'aluminium sont brillantes.

Depuis longtemps déjà, la quantité disponible d'aluminium primaire n'est plus suffisante pour l'économie mondiale. Le recyclage d'aluminium est surtout intéressant pour les pays industriels sans gisements de bauxite et sans ressources suffisantes en énergie. L'aluminium est un des rares matériaux qui peuvent être recyclés à maintes reprises sans pour autant que la qualité en souffre. En effet, la qualité de l'aluminium recyclé est identique à celle de l'aluminium primaire. Il n'y a pas de «down grading». Cela signifie qu'à partir des canettes en alu utilisées, on peut fabriquer de nouvelles canettes ou d'autres produits en alu de haute qualité. Les éléments d'alliage précieux compris dans les déchets, comme par exemple le cuivre (Cu), le manganèse (Mn) ou encore le magnésium (Mg), subsistent également. Pour cette raison, les déchets d'aluminium sont très demandés et on paie des prix élevés sur le marché. Le résultat de cette évolution est un cycle de récupération qui fonctionne selon les principes de l'économie de marché – des subventions ou interventions par l'Etat ne sont pas nécessaires et ne sont pas souhaitées par les parties intéressées.

L'alliage joue un rôle crucial

A quoi faut-il faire attention lors du ramassage et du traitement de déchets d'aluminium? Comme le sous-titre l'indique, l'alliage joue un rôle crucial lors du traitement des



Aluminium liquide



Déchets d'aluminium



Sows: gueuses de grande taille



déchets d'aluminium. Plus on veille à une séparation soignée des déchets selon la composition de l'alliage, plus les déchets sont demandés par les récupérateurs, les raffineurs et, de plus en plus souvent, par les refondeurs.

Des substances adhérentes telles que le cuivre (Cu) ou l'étain (Zn) peuvent se répercuter positivement ou négativement, selon l'utilisation de l'alliage. Par exemple, lors de la production de l'alliage de fonderie 226, qui est le plus souvent utilisé, on a besoin d'une certaine quantité de Cu et de Zn. Celle-ci peut être présente sous forme alliée ou libre (par ex. déchets de refroidisseurs Al-Cu). Inversement, lors de la production de matière brute pour feuilles d'emballage, on ne peut en aucun cas accepter ces substances adhérentes. De manière générale, on peut dire que la création de plus-values par le recyclage de déchets d'aluminium dépend directement du ramassage resp. du triage des déchets.

L'objectif du traitement est d'obtenir un alliage aussi précis que possible qui ne soit pas mélangé à d'autres alliages d'aluminium ou à des métaux étrangers. C'est le seul moyen de garantir que les déchets peuvent être ramenés au cycle ordinaire du produit. Cela signifie qu'un profilé de fenêtre ne peut être utilisé pour la production de barres rondes pour fenêtres que si l'on veille à un triage précis de l'alliage.

Il faut également éviter les procédés de traitement entraînant des pertes inutiles d'aluminium. Ainsi, le déchetage de déchets d'aluminium qui contiennent des impuretés (métaux étrangers) n'est utile que si ce procédé permet aussi d'éliminer complètement les métaux étrangers, tel le fer compris dans les tôles ou les fontes d'aluminium. En principe, le traitement des déchets dépend des exigences des récupérateurs. Dans ce contexte, il faut tenir compte de plusieurs facteurs comme la taille de l'ouverture de chargement du four de fusion resp. le maniement des déchets.

A quoi faut-il faire attention lors du recyclage? Grâce à de nouvelles techniques de fusion et à des installations de filtrage de plus en plus performantes, il est aujourd'hui aussi possible de fondre, sans nuire à l'environnement, les déchets d'aluminium contenant des substances organiques (par ex. vernis, huile, feuille PE). Les exigences des fours de fusion du refondeur/raffineur doivent de toutes façons être respectées.

Vue d'ensemble des termes les plus importants

Vieux métaux: déchets métalliques provenant d'objets métalliques mis au rebut.

Chutes internes (in-house-scrap, turn-around scrap): déchets métalliques résultant de la production et de l'usinage qui sont produits, récupérés, refondus et retravaillés dans la même entreprise.

Chutes neuves: chutes métalliques résultant de la production et de l'usinage de produits en aluminium, par ex. copeaux, confetti, lopins, loupés de fabrication, masselottes.

Aluminium primaire: métal qui est extrait, par électrolyse, de l'alumine (terre argileuse). La matière première pour la production d'alumine est la bauxite.

Aluminium de recyclage (ou aluminium secondaire): aluminium extrait des chutes neuves et des vieux métaux (alliages pour coulée, alliages forgeables, préalliages et alliages de désoxydation)

Quote-part de recyclage: quote-part de l'aluminium recyclé à la quantité totale de l'aluminium utilisé pour la fabrication d'un produit.

Quotient de recyclage: quotient de la quantité de métal effectivement récupérée et de la teneur en métal de la quantité théoriquement disponible dans les matières brutes secondaires.

Raffineur: fabrique des alliages pour coulée sur la base de déchets d'aluminium.

Refondeur: fabrique des alliages forgeables (par ex. billettes et barres laminées) sur la base de déchets d'aluminium.

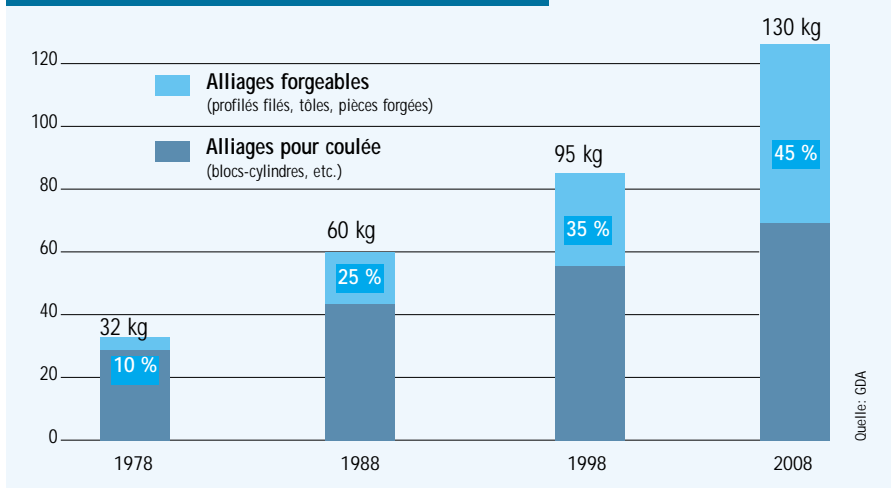
Déchets métalliques: matières premières pour l'industrie et le commerce qui se composent principalement d'aluminium et/ou d'alliages d'aluminium. Les déchets métalliques sont ramassés et récupérés ou extraits de produits usagés. Ils sont utilisés pour la production d'alliages forgeables et d'alliages pour coulée ainsi que pour d'autres procédés de production.

Déchets déchetés: matériau décheté qui contient de l'aluminium, mélangé à d'autres substances métalliques et non métalliques. Il s'agit des déchets de vieux véhicules, d'appareils ménagers, etc. Des techniques de séparation ultramodernes (séparation par liquide dense, flottation) permettent d'en extraire de l'aluminium de haute qualité.

Copeaux: chutes neuves qui sont produites lors de l'usinage mécanique (par ex. forage, fraisage, tournage) de pièces coulées, forgées, etc. Les copeaux sont une source importante de matière première pour les fonderies d'aluminium (jusqu'à 30% de la matière utilisée). Les copeaux contiennent des huiles de coupe et des réfrigérants lubrifiants qui sont enlevés par centrifugation, par lavage ou par des procédés thermiques.

Sow: gueuse de grande taille, normalement d'un poids maximal de 750 kg. Autrefois, il s'agissait d'une forme de livraison spéciale pour l'aluminium primaire. Aujourd'hui, on utilise cette forme aussi pour l'aluminium recyclé (alliages forgeables).

L'aluminium dans l'industrie automobile



Les constructeurs de véhicules misent sur les constructions en alu légères

La voiture moderne contient de plus en plus de composants de sécurité et d'éléments de confort. Pour que le poids des voitures n'augmente pas, les fabricants utilisent plus fréquemment des constructions légères en aluminium.

Entre-temps, l'industrie automobile est le marché le plus important pour l'industrie de l'aluminium. Aujourd'hui, chaque nouvelle voiture contient 90 kg d'aluminium en moyenne; en 1955, c'étaient encore 19,3 kg.

L'aluminium peut être utilisé pour différents éléments de la voiture. Pour ce faire, plusieurs possibilités de fabrication telles que tôles, constructions coulées, extrudées ou forgées sont à disposition. Les constructeurs apprécient l'aluminium à cause de sa légèreté, de ses qualités mécaniques et de son caractère écologique. Un autre atout est «la haute qualité de la surface à l'état décapé et éventuellement anodisé». Entre-temps, l'estampage est le procédé de forgeage le plus courant lors de fabrications en série. Il offre des possibilités de modelage variées et permet des tolérances de fabrication étroites lors de la production de pièces forgées de précision.

Quel est le rapport entre les marchés primaires et les marchés secondaires de l'aluminium? Y a-t-il une interdépendance des prix? Comment les marchés évolueront-ils à l'avenir? On ne peut pas répondre clairement à ces questions, car la réponse dépend surtout de la définition du marché primaire resp. du marché secondaire.

La définition initiale dit que l'aluminium primaire est uniquement l'aluminium de première fusion. Mais vu la quantité croissante des déchets d'aluminium, ces distinctions strictes s'estompent de plus en plus. Un nombre croissant de sidérurgistes utilise aujourd'hui, outre l'aluminium primaire produit par électrolyse, des déchets ou les

dits «sows» pour utiliser pleinement la capacité de la fonderie. Ainsi, la fonderie primaire de l'entreprise Trimet Aluminium dispose par exemple d'une capacité d'électrolyse d'environ 155 000 tonnes par an et d'une capacité de fusion de plus de 220 000 tonnes par an. La différence d'environ 70 000 tonnes par an est aujourd'hui compensée par l'achat d'aluminium primaire supplémentaire ainsi que par des déchets et des sows.

L'utilisation de déchets ne réduit pas la qualité du produit final (barres laminées resp. rondes chez Trimet). Seules des restrictions analytiques peuvent interdire l'utilisation de déchets (par ex. des valeurs Fe ou Cu très basses).



La problématique des déchets d'emballage

La croissance de la quote-part de l'aluminium de recyclage par rapport à la production d'aluminium totale prouve aussi qu'on ne fait plus vraiment de distinction entre les possibilités d'utilisation et les emplois prévus.

En quoi se distinguent les sources de déchets du point de vue du ramassage, du traitement et de la disponibilité des déchets? Dans l'industrie automobile, dans le bâtiment ainsi que dans le domaine de l'emballage, on fait une différence entre les déchets de production et les déchets ramassés. Les déchets de production sont produits lors de la fabrication de marchandises; ils se distinguent en général par des alliages très précis et contiennent très peu de substances étrangè-

L'aluminium peut être recyclé sans cesse et sans perte de qualité



res. Il est donc dans l'intérêt du producteur de réintégrer ces déchets dans ses propres procédés de fabrication parce qu'il ne court guère de risques au niveau de la qualité. Par conséquent, les déchets de production sont très recherchés sur le marché et coûtent cher.

Pour les déchets ramassés c'est différent, surtout lorsqu'il s'agit de déchets d'emballage. Ceux-ci sont surtout produits dans les ménages privés. Par conséquent, ils n'entrent pas dans le système de ramassage des déchets à des fins commerciales. Ainsi, l'Etat ou les producteurs doivent veiller à ce que ces déchets soient récupérés (par ex. consigne). En même temps, le traitement des déchets d'emballage est souvent plus compliqué (séparation de matériaux étrangers, nettoyage des déchets, etc.).

Comment le prix des déchets d'aluminium est-il fixé? Comment sont les structures du marché? Comment évolueront-elles dans les années à venir? La base de la fixation du prix est toujours la cotation au LME (London Metal Exchange). Normalement, l'aluminium pur joue un rôle beaucoup plus important que les alliages. Pourtant, la demande et la disponibilité des déchets exerce une influence de plus en plus importante sur le prix. Dans les premiers mois de l'an 2002, les prix des déchets ont clairement augmenté malgré une cotation relativement stable au LME. Cette évolution est due au fait que certains déchets n'étaient plus disponibles (en particulier les exportations de déchets de l'ancienne Union Soviétique), que la quantité de déchets de production a diminué à cause de la faible conjoncture et que la demande a augmenté dans le monde entier.

Quant aux structures du marché, on constate que les grands producteurs de déchets réintègrent les déchets dans leur propre cycle de production ou cherchent le contact direct avec les récupérateurs. Par conséquent, de plus en plus de déchets sont retirés du commerce et réintégré dans les cycles de production par des contrats de transformation avec des tiers. Ainsi, il est garanti que le «producteur de déchets» ne doit pas acheter du métal supplémentaire pour répondre à ses besoins tout en disposant de déchets de production aux alliages très précis. Ainsi, la section de recyclage de Trimet Aluminium transforme actuellement 60 000 tonnes de déchets de production d'entreprises travaillant l'aluminium et les met ensuite à la disposition des clients.

Comme c'est souvent une alternative économique à l'utilisation d'aluminium de première fusion, on peut supposer que cette tendance se renforcera à l'avenir et qu'on retirera encore plus de déchets du commerce «libre».

En conclusion, on constate que les producteurs d'alliages pour coulée (raffineurs) font concurrence aux producteurs d'alliages for-

geables (refondeurs) en ce qui concerne l'utilisation de déchets d'aluminium. Ceci entraîne une interdépendance des prix des déchets primaires et des déchets secondaires.

La pénurie croissante de déchets d'aluminium, provoquée par le besoin croissant en aluminium et par la longévité des produits en aluminium (surtout dans l'industrie automobile et dans le bâtiment), et les nouvelles

Sites Internet importants au sujet du recyclage d'aluminium

- Gesamtverband der Aluminiumindustrie GDA (association allemande de l'industrie de l'aluminium): www.aluinfo.de

Informations sur les différents produits en aluminium et informations générales sur l'aluminium du point de vue de l'industrie de l'aluminium. Uniquement en langue allemande.

- Organization of European Aluminium-Recycling (OEA): www.oea-alurecycling.org
- Informations sur les objectifs et les tâches de l'OEA et de ses associations membres nationales. Informations sur le recyclage d'aluminium.

- Verband der Aluminiumrecycling-Industrie VAR (association de l'industrie du recyclage d'aluminium): www.aluminium-recycling.com

Outre les informations sur l'association, il y a aussi des sites séparés au sujet du recyclage d'aluminium. En allemand et en anglais.

- European Aluminium Association (EAA): www.eaa.net

Le site de l'EAA donne beaucoup d'informations sur l'aluminium (matériau, marchés, environnement, produits). Uniquement en langue anglaise.

- Coopérative pour le recyclage d'aluminium en Suisse (IGORA): www.igora.ch

Le site d'IGORA donne surtout des informations sur le ramassage d'emballages en alu en Suisse. Il contient aussi une liste exhaustive de liens au sujet du recyclage en général et pour l'aluminium en particulier.

- International Aluminium Institute (IAI): www.world-aluminium.org

Ce site se distingue surtout par des chiffres statistiques actuels. Uniquement en langue anglaise.

- Verein Deutscher Metallhändler VDM (association allemande des marchands de métaux): www.metallverein.de

Ce site ne donne pas d'informations spécifiques sur les différents métaux, mais il contient une liste exhaustive de liens, aussi au sujet de l'aluminium. Uniquement en langue allemande.

- Trimet SA: www.trimet.de

Ce site donne des informations intéressantes sur un des producteurs d'aluminium les plus importants en Allemagne. Il présente notamment les activités de recyclage de l'entreprise Trimet Recycling de Gelenkirchen Harzgerode. En allemand et en anglais.

- Alu-Web – lieu de rencontre de la branche de l'aluminium: www.alu-web.de

Site excellent de la branche de l'aluminium. Partie „actualités“ excellente qui donne des informations actuelles à toutes les personnes qui s'intéressent à l'aluminium. Uniquement en langue allemande.

- Le site du «Recycling magazin» fournit également des liens au sujet de l'aluminium: www.recyclingmagazin.de

Sources de déchets métalliques en Europe - rendement					
en tonnes	1998	2010	2020	2030	2040
Transport	1.000.000	2.500.000	3.500.000	4.400.000	4.800.000
Construction de machines	650.000	950.000	1.400.000	2.000.000	2.500.000
Bâtiment	750.000	950.000	1.400.000	2.200.000	2.700.000
Emballages	750.000	950.000	1.050.000	1.100.000	1.200.000
Autres	450.000	650.000	1.150.000	1.500.000	2.000.000
Total	3.600.000	6.000.000	8.500.000	11.200.000	13.200.000

Livre sur le recyclage d'aluminium: «Aluminiumrecycling»

Ce livre aborde tous les aspects du recyclage d'aluminium. C'est l'ouvrage de référence par excellence. Il montre le cheminement que les matières secondaires alumineuses doivent suivre du ramassage à la production d'alliages de haute qualité. Une grande partie du livre est consacrée aux techniques nécessaires de traitement et de fusion. Pourtant, le livre aborde aussi les aspects écologiques, économiques et juridiques du recyclage d'aluminium. Chaque chapitre dispose d'une bibliographie détaillée. De nombreux dessins et graphiques illustrent le texte clairement structuré. Uniquement en langue allemande.

«Aluminiumrecycling», dr.-ing. Klaus Krone, 707 pages, Aluminium-Verlag, téléphone +49/211/1591-372, fax -379, Internet: www.alu-verlag.de

techniques de triage et de traitement incitent les fondeurs à utiliser de plus en plus de déchets. Autrefois, ces déchets n'étaient utilisés que par les raffineurs. Les facteurs déterminants pour la fixation des prix sont donc la cotation officielle de l'aluminium à la Bourse des Métaux de Londres (LME) et aussi la plus grande création de plus-values possible.

Comme le besoin en aluminium continuera à s'accroître dans les différents champs d'application, il faut supposer que cette situation de concurrence s'accroîtra encore à l'avenir. □



alU
IGORA

CLAUDIA ET MICHI, CHAMPIONS DU MONDE.
DU RECYCLAGE D'ALUMINIUM.

Félicitations! Les Suisses sont champions du monde du recyclage de l'aluminium. Persévérons. www.igora.ch

BONAPARTE