

FRANÇAIS

« Le Cycle du Fer » ou le recyclage durable de l'acier ..... 795  
J.-P. Birat, A. Zaoui

L'acier recyclé représente 46 % des sources de fer de la sidérurgie mondiale et a donné naissance à une filière de production particulière, la filière four électrique, qui produit 33 % de l'acier. Le recyclage est complètement immergé dans l'économie de marché et y a accumulé une expérience et des techniques qui font qu'environ 75 % de l'acier des biens qui arrivent en fin de vie sont effectivement recyclés. En outre, si un minimum de précautions est pris, le recyclage est durable, c'est-à-dire qu'il peut être réalisé indéfiniment, une performance dont peu de matériaux peuvent se prévaloir. La filière ferraille utilise 75 % d'énergie en moins que la filière intégrée, ce qui représente 92 % d'énergie de moins que ce qui serait nécessaire pour produire la même quantité d'aluminium. Le four électrique est aussi un réacteur de recyclage du zinc, qu'il sépare facilement de l'acier auquel il est lié sur les tôles galvanisées utilisées dans le bâtiment et l'industrie automobile. Un grand programme commun à l'industrie et au CNRS, piloté par Usinor, a été consacré de 1995 à 2000 à encourager le recyclage durable de l'acier : on présente ici les principaux résultats du « Cycle du Fer ».

Nouvelle technique de recyclage des poussières par four à sole tournante à l'usine de Kimitsu de Nippon Steel ..... 809  
T. Ibaraki, H. Oda

Nippon Steel Corporation a démarré des opérations de recyclage de poussières d'usines fondées sur la technologie des soles tournantes. L'installation de Kimitsu a une capacité de traitement de 180 000 t de poussières par an. Des techniques de préparation de boulettes, d'extraction du zinc, de réduction des oxydes de fer et de compactage des produits réduits ont été développées et mises en œuvre. Les boues et poussières sont réduites et donnent un DRI à très faible teneur en zinc sous forme de boulettes suffisamment solides pour pouvoir être enfournées au haut-fourneau. Cette installation a résolu le problème d'enrichissement en zinc de la charge du haut-fourneau lié au recyclage des co-produits.

Développement d'un système innovant de séparation et de recyclage des résidus de broyage ..... 819  
K. Goto, H. Hiroha, T. Okada, M. Asanuma, T. Ariyama, I. Ueno, K. Wakimoto

Les poussières de broyeur sont un co-produit inévitable du traitement de véhicules automobiles ou équipements électroménagers en fin de vie. NKK a développé un nouveau système de post-traitement avec le procédé de bain thermique qui, après introduction des poussières dans un solvant à base de goudron, sépare un surnageant de plastiques et des sédiments métalliques. Les plastiques peuvent être injectés au haut-fourneau et les éléments métalliques recyclés à l'aciérie. Ce nouveau système permet un fort taux de recyclage des matières traitées.

Cinquante ans d'élaboration d'acier au convertisseur LD . 825  
F. Wallner, E. Fritz

Cet article retrace les principales étapes du succès historique du procédé LD développé en Autriche il y a exactement 50 ans. Au

départ, il y a les considérations fondamentales de Henry Bessemer et leur transposition réussie à un procédé industriel d'élaboration d'acier. L'évolution de ce procédé a conduit à de nombreuses variantes modernes qui assurent une fraction importante de la production mondiale d'acier.

Modélisation dynamique du processus du four électrique par réseaux de neurones artificiels ..... 839  
J.-C. Baumert, R. Engel, C. Weiler

En partant de modèles linéaires connus pour calculer l'énergie électrique nécessaire à l'élaboration d'une coulée d'acier dans un four à arc électrique, de nouvelles approches fondées sur l'application de réseaux de neurones artificiels (RNA) ont été étudiées. Les effets de relations fortement non-linéaires entre certains paramètres critiques du procédé du four et d'autres variables, généralement non respectés dans un modèle fondé sur des équations, ont été intégrés dans les modèles à RNA. Les utilisations « hors-ligne » et « en-ligne » de modèles, fondés sur des séries temporelles et sur un nouveau système de RNA interconnectés, sont présentées. Le modèle « en-ligne » sert à une prévision précise de la fin d'élaboration des coulées.

Solutions acier pour l'allègement dans l'industrie des roues ..... 851  
H. Luccioni

Deux approches permettent de réduire la masse des roues en acier pour automobiles. La plus « traditionnelle » consiste à utiliser des nuances d'acier à hautes caractéristiques mécaniques tout en réduisant l'épaisseur de la jante et du disque. On peut ainsi atteindre un allègement de 25 % de la roue. Une approche différente permet une réduction de masse plus importante, en effectuant un saut technique dans le domaine de la fabrication de la roue. Une solution consiste à utiliser des flans rabotés par soudage laser pour alimenter les lignes de fabrication de ces pièces. Une autre solution consiste à associer des procédés de fluotournage au laminage de la jante. On peut obtenir, grâce à ces nouvelles solutions acier, une réduction de masse de près de 50 %. Ces solutions permettent en effet d'adapter localement l'épaisseur et les propriétés aux sollicitations en service. Des calculs par éléments finis ont été réalisés pour vérifier le comportement statique et dynamique des nouvelles roues.

Boîte-boisson : nouveau procédé de formage du col par matriage ..... 861  
M. D'Amore

Ce nouveau procédé de formage du col des boîtes-boisson par « die necking » exploite au mieux deux propriétés de l'acier : l'épaississement en mode rétreint et, surtout, un abaissement de la contrainte en traction en cours de formage améliorant ainsi la formabilité de l'extrémité de la boîte. Une gamme de « necking » à taux croissants harmonise ainsi les réductions de diamètre par étapes en fonction de l'aptitude de la paroi de la boîte à se rétreindre. Elle permettrait de limiter l'augmentation du nombre d'étapes pour le « necking » de boîtes plus fines. De plus, ce procédé serait plus tolérant vis-à-vis des diverses imperfections que présentent les boîtes.

**Les parkings aériens en structure acier : développements récents** ..... 867  
P. Le Pense

Partout en Europe, les parkings à étages représentent un marché en croissance pour la construction métallique. En France, la réglementation de sécurité incendie, qui impose des degrés de stabilité au feu des structures, diminuait considérablement la compétitivité des solutions acier. Au cours des cinq dernières années, le CTICM et ses partenaires européens ont démontré l'excellent comportement des structures mixtes acier et béton pour les parkings à étages ouverts dans le cas de feux réels. En conséquence, et avec l'approbation des autorités, un premier parking en structure acier a été construit à la fin de l'année 2000 près de Paris.

**Comparaison de la nouvelle génération d'aciers CrMoV avec les aciers 12CrMo 9-10 pour réacteurs pétrochimiques** ..... 875  
G. Luxenburger, I. Detemple, F. Hanus

Les propriétés des nuances améliorées 12CrMo 9-10 actuellement utilisées sont comparées à celles des toutes nouvelles nuances au CrMoV dont la caractéristique essentielle est l'addition de vanadium. La comparaison concerne les propriétés du métal de base avant et après traitement thermique ainsi que l'influence du formage à chaud et du soudage, avec ou sans traitement de « step cooling ». Les résultats d'essais de fluage sont également présentés.

**ENGLISH**

**The "Cycle of Iron"** ..... 795  
J.-P. Birat, A. Zaoui

Recycled steel accounts for 46 % of the iron resource of the steel industry in the world and has generated a new production route, based on the electric arc furnace, that produces 33 % of the world steel output. Recycling is fully integrated in the market economy and has gained experience and technologies that allow 75 % of the steel of end of life products to be effectively recycled. Furthermore, allowing for a modicum of cautions, this recycling is sustainable, which means that it may be repeated indefinitely, a feature that can be claimed by few materials. The use of scrap to produce steel requires 75 % less energy than the integrated production route, that means 92 % less energy than what is required to produce the same amount of aluminium. The electric arc furnace also allows the recycling of zinc, which is easily separated from the galvanized steel sheets used in construction and automotive industry. A large project federating the contributions of industry and academia, led by USINOR, has been carried out from 1995 to 2000 to support the sustainable recycling of steel : the main results of the "Cycle of Iron" are reported in this paper.

**Dust recycling technology by the rotary hearth furnace at Nippon Steel's Kimitsu Works** ..... 809  
T. Ibaraki, H. Oda

Nippon Steel Corporation started the operation of a dust recycling plant based on technologies of the rotary hearth furnace. The Kimitsu plant has a large 180,000 ton-per-year capacity. New technologies of pellet making, zinc recovery, iron oxide reduction, DRI pellet sintering, etc. are developed and adopted. The dust and sludge are reduced and transformed in almost zinc-free DRI pellets that are strong enough for the BF charge. This plant has solved the problem of the increase in zinc load of the BF when charging dust and sludge.

**Development of innovative shredder residue separation and recycling system** ..... 819  
K. Goto, H. Hiroha, T. Okada, M. Asanuma, T. Ariyama, I. Ueno, K. Wakimoto

Shredder residue is an unavoidable by-product of the treatment of end of life vehicles and household appliances. NKK has developed a new post-treatment process in which the residue is introduced in a bath of solvent made of hot tar and gives an overflow of plastics and metallic sediments. The recovered plastics can be injected into the blast furnace and the metallic parts recycled in the steel shop. This new process allows a high recycling rate of treated materials.

**Fifty years of oxygen-converter steelmaking** ..... 825  
F. Wallner, E. Fritz

This article reviews the major aspects of the historical success of the LD process developed in Austria exactly fifty years ago. At the start there are the fundamental considerations of Henry Bessemer and their successful transposition into an industrial steelmaking process. The evolution led to several modern variants of the process, which account presently for a significant part of the world steel production.

**Dynamic modelling of the electric arc furnace process using artificial neural networks** ..... 839  
J.-C. Baumert, R. Engel, C. Weiler

Starting from known linear models for calculating the electric energy required to elaborate a heat in an electric arc furnace, new approaches based on artificial neural networks (ANN), have been studied. The effects of strongly non-linear relations between critical furnace process parameters, and other variables, not taken into account in an equation based model, have been integrated in the ANN models. Both the off-line and on-line use of models based on time series and a new system of interconnected ANNs are described. The on-line model is designed to accurately predict the end of the heat.

**Steel solutions for mass savings in the wheel industry** ..... 851  
H. Luccioni

Two different approaches are available to reduce the mass of automotive steel wheels. The traditional approach is based on the use of high resistance steels that allows a thickness reduction of the rim and disc. A mass reduction up to 25 % can thus be obtained. A different approach allows a larger mass reduction with a more drastic change in the wheel production technology. One possibility is to use laser welded blanks to feed the existing manufacturing lines. Another possibility is to implement a combined spinning and rolling of the rim. These new steel solutions allow a mass reduction up to 50 %. Indeed they allow adjusting precisely the steel thickness and properties to the local service conditions. Finite elements calculations have been carried out to assess the static and dynamic behaviour of the new wheels.

**Beverage can. New die necking process** ..... 861  
M. D'Amore

This new process of die necking for beverage cans consists in exploiting advantageously two properties of metal: the thickening during the shrinking and principally the decrease of the flow stress during the process, improving the metal formability. The increasing die necking process rates harmonize the diameter reduction of the consecutive stages with the aptitude of the can wall to be shrunk.

This new kind of necking route with increasing rates makes possible to limit the number of stages especially to neck thinner cans, and to make the dies more tolerant towards the imperfections of the cans.

**Multi-storey car parks in steel structure : last developments** ..... 867  
[P. Le Pense](#)

All over Europe, multi-storey car parks represent an increasing market for steel construction. In France, fire safety regulation imposed structural stability requirements, which diminished dramatically the competitiveness of steel solutions. During the last 5 years, CTICM and other European partners have demonstrated the remarkable behaviour of composite steel and concrete structures under natural fire conditions. As a consequence, and with the authorities approval, a first steel frame open car park has been erected late 2000 near Paris.

**Comparison of CrMoV steel grades with the enhanced CrMo-steel 12CrMo 9-10 for the use in petrochemical reactors ... 875**  
[G. Luxenburger, I. Detemple, F. Hanus](#)

The properties of the well known enhanced steel 12CrMo 9-10 are compared with those of the most recent generation of modified CrMoV steels who are characterized by the addition of vanadium. The comparison concerns the base material properties before and after heat treatment, as well as the influence of hot forming and welding with and without step cooling. Creep data are also reported.

**DEUTSCH**

**Der Kreislauf des Eisens oder die nachhaltige Rückführung von Stahl** ..... 795  
[J.-P. Birat, A. Zaoui](#)

Rückgeführter Stahl liefert 46 % der Versorgung mit Eisen für die Eisenhüttenindustrie der Welt und hat zur Entwicklung eines besonderen Herstellungsweges, den Elektrostahlwerken geführt, die 33 % des Stahls erzeugen. Die Rückführung ist vollständig in die Marktwirtschaft integriert und dort liegen auch die Erfahrungen und Technologien vor, mit denen ungefähr 75 % des Stahls aus Gütern, die am Ende ihrer Lebensdauer stehen, effektiv recycelt wird. Im weiteren ist die Rückführung, wenn ein Minimum an Vorsichtsmaßnahmen getroffen wird, nachhaltig, d.h. sie kann unendlich oft wiederholt werden, was nur wenige Stoffe für sich in Anspruch nehmen können. Der Weg über den Schrott benötigt 75 % weniger Energie als das integrierte Stahlwerk, was 92 % Energie weniger bedeutet, wie für die Erzeugung der gleichen Menge Aluminium notwendig wäre. Der Elektroofen ist auch ein Reaktionsgefäß für die Rückgewinnung des Zinks, das sich einfach vom Stahl trennen lässt, an den es bei den verzinkten Bleche der Bau- und Automobilindustrie gebunden ist. Ein grosses gemeinsames Projekt der Industrie und des CNRS, unter der Führung von Usinor, wurde von 1995 bis 2000 der Förderung der nachhaltigen Rückführung von Stahl, gewidmet. Die wesentlichen Ergebnisse des Programms « Cycle du Fer » werden hier dargelegt.

**Neue Technologie für die Rückführung von Stäuben durch den Drehherdofen im Werk Kimitsu von Nippon Steel** ..... 809  
[T. Ibaraki, H. Oda](#)

Nippon Steel hat den Betrieb zur Rückführung von Werksstäuben, die auf der Technologie des Drehherdofens basiert, aufgenommen. Die Anlage von Kimitsu hat eine Kapazität zur Behandlung von

180 000 t Staub pro Jahr. Die Verfahren zur Aufbereitung der Pellets, der Extraktion des Zinks, der Reduktion der Eisenoxide und der Verdichtung der reduzierten Produkte wurden entwickelt und eingeführt. Die Schlämme und Stäube werden reduziert und liefern ein DRI mit sehr niedrigem Zinkgehalt in der Form von ausreichend festen Pellets, um sie im Hochofen einsetzen zu können. Diese Anlage hat das Problem der Anreicherung von Zink in der Beschickung des Hochofens, die mit der Rückführung der Beiprodukte zusammenhängt, gelöst.

**Entwicklung eines neuen Systems für die Trennung und Rückführung von Zerkleinerungsrückständen** ..... 819  
[K. Goto, H. Hiroha, T. Okada, M. Asanuma, T. Ariyama, I. Ueno, K. Wakimoto](#)

Die Stäube von Mahlwerken sind ein unvermeidliches Beiprodukt aus der Entsorgungsbearbeitung von Automobilen oder elektrischen Haushaltsgeräten am Ende ihrer Lebensdauer. NKK hat ein neues Nachbehandlungssystem mit dem Prozess des thermischen Bades entwickelt, das nach der Einführung der Stäube in ein Lösemittel auf Teerbasis das obenaufschwimmende Plastik von den metallischen Sedimenten trennt. Das Plastik kann in den Hochofen geladen und die metallischen Elemente im Stahlwerk recycelt werden. Dieses neue System ermöglicht einen hohen Grad der Rückführung behandelte Stoffe.

**50 Jahre Stahlerzeugung im LD-Konverter** ..... 825  
[F. Wallner, E. Fritz](#)

Von den grundlegenden Überlegungen Henry Bessemers über deren geglückte Umsetzung bis zum modernen variantenreichen Prozess, der einen beträchtlichen Teil der Welt-Stahlproduktion liefert, zeichnet der Artikel die Hauptlinien der Erfolgsgeschichte des in Österreich entwickelten LD-Verfahrens nach.

**Aufstellung eines dynamischen Modells für den Elektroofen-Prozess mittels Neuronennetzen** ..... 839  
[J.-C. Baumert, R. Engel, C. Weiler](#)

Ausgehend von den bekannten linearen Modellen für die Berechnung der elektrischen Energie, die zur Herstellung einer Stahlschmelze in einem Lichtbogenofen erforderlich ist, wurden neue Näherungen untersucht, die auf der Anwendung von Neuronennetzen beruhen. Die Auswirkungen der sehr nichtlinearen Beziehungen zwischen einigen kritischen Parametern des Ofenprozesses und anderen Variablen, die im allgemeinen in einem auf Gleichungen basierendes Modell nicht beachtet werden, wurden in die Neuronennetz-Modelle integriert. Die Anwendung der Modelle « ausser der Linie » und « in der Linie », die auf den zeitlichen Abläufen und auf dem neuen System sich wechselseitig beeinflussender Neuronen im Netz beruhen, werden dargelegt. Das Modell « in Linie » dient der genauen Vorhersage des Endes des Schmelzprozesses.

**Lösungen für die Gewichtsverminderung in der Industrie der Stahlräder** ..... 851  
[H. Luccioni](#)

Zwei Betrachtungen erlauben die Masse von Autorädern aus Stahl zu verringern. Die traditionellere besteht darin, Stahlsorten mit hohen mechanischen Eigenschaften zu verwenden, um die Dicke von Felge und Scheibe zu verringern. Auf diese Weise lässt sich eine Gewichtsverminderung um ca.25 % des Rades erreichen. Die andere Betrachtung erlaubt eine bedeutendere Massenreduktion durch einen technologischen Sprung auf dem Gebiet der Radherstellung. Eine Lösung besteht darin lasergeschweisste

Formlinge den Fabrikationslinien dieser Teile zuzuführen, Eine andere Lösung besteht darin, die Verfahren des Fließdrückens mit dem Walzen der Felgen zu verbinden. So lässt sich auf Grund dieser neuen Lösungen für Stahl eine Massenreduktion von fast 50 % erreichen. Diese Lösungen ermöglichen es, die Wanddicken und Eigenschaften den Betriebsbeanspruchungen wirklich anzupassen. Im weiteren wurden Berechnungen mittels finiter Elemente durchgeführt, um das statische und dynamische Verhalten der neuen Räder zu prüfen.

**Getränkedosen : Neues Verfahren der Formgebung des Einschnürendes durch Pressen ..... 861**  
M. D'Amore

Dieser neue Prozess der Formgebung des eingeschnürten Endes von Getränkedosen durch « die necking » nutzt zwei Eigenschaften des Stahls besser aus : das Dickerwerden beim Verengen des Aussendurchmessers und vor allem eine Herabsetzung der Fließspannung während der Formgebung, wobei auch die Verformbarkeit der Dosenenden verbessert wird. Ein Arbeitsgang mit steigendem « necking » Grad gleicht auch die stufenweisen Durchmesserreduktionen, in Zusammenhang mit der Eignung der Dosenwand sich zu verengen, aus. Er würde erlauben die Erhöhung der Anzahl von Stufen für die Halseinschnürung dünnerer Dosen zu begrenzen. Im weiteren würde sich dieser Prozess toleranter gegenüber den verschiedenen Unzulänglichkeiten der Dosen verhalten.

**Die Parkhochhäuser aus Stahl : Neuere Entwicklungen .... 867**  
P. Le Pense

Überall in Europa sind Parkhäuser mit Stockwerken ein wachsender Markt für den Metallbau. In Frankreich verringert die gesetzliche Regelung der Brandschutzsicherheit, die den Stabilitätsgrad für Bauten bei Brand vorschreibt, die Wettbewerbsfähigkeit für eine Lösung in Stahl beträchtlich. Im Verlauf der letzten fünf Jahre haben das CTICM und seine europäischen Partner das ausgezeichnete Verhalten von Bauten aus Stahl und Beton für Parkhäuser mit offenen Stockwerken im Fall echter Brände nachgewiesen. Als Konsequenz und mit Genehmigung der Behörden wurde ein erstes, in Stahlbau ausgeführtes Parkhaus Ende des Jahres 2000 in der Nähe von Paris gebaut.

**Vergleich der neuen Generation von CrMoV-Stählen mit den 12CrMo 9-10-Stählen für petrochemische Reaktoren ..... 875**  
G. Luxenburger, I. Detemple, F. Hanus

Die Eigenschaften der zur Zeit verwendeten verbesserten Stahlsorten 12CrMo 9-10 werden mit denen der ganz neuen CrMoV-Sorten, deren wesentliches Merkmal der Zusatz von Vanadin ist, verglichen. Der Vergleich bezieht sich auf die Eigenschaften des Grundmetalls vor und nach der Wärmebehandlung, sowie auf den Einfluss der Warmformgebung und des Schweißens, mit oder ohne Behandlung durch « step cooling ». Die Ergebnisse von Kriechversuchen werden ebenfalls dargelegt.

## ESPAÑOL

**« El ciclo del hierro » o el reciclado durable del acero ..... 795**  
J.-P. Birat, A. Zaoui

El acero reciclado representa 46 % de los recursos de hierro de la siderurgia mundial ha dado lugar a una hilera de producción particular, la hilera del horno eléctrico, que produce el 33 % del

acero. El reciclado está completamente sumergido en la economía de mercado y ha acumulado una experiencia y tecnologías que hacen que aproximadamente 75 % del acero de los bienes que llegan en el final de la vida son efectivamente reciclados. Por otro lado si se toman un mínimo de precauciones, el reciclado es durable, es decir puede ser realizado indefinidamente, un comportamiento del que pocos materiales puede preverse. La hilera de chatarra utiliza 75 % de energía al menos que la hilera integrada, lo que representa un 92 % de energía menos que la que sería necesaria para producir la misma cantidad de aluminio. El horno eléctrico es también un reactor de reciclado de cinc, que separa fácilmente del acero al que está unido en las chapas galvanizadas utilizadas en la edificación y en la industria del automóvil. Un gran programa común en la industria y en el CNRS, pilotado por USINOR, ha sido consagrado de 1995 a 2000 a estimular el reciclado durable del acero : se presenta aquí los principales resultados del « Ciclo del Hierro ».

**Nueva técnica de reciclado de polvos por horno de solera giratoria en la fábrica de Kimitsu de Nippon Steel ..... 809**  
T. Ibaraki, H. Oda

Nippon Steel Corporation ha iniciado las operaciones de reciclado de polvos de fábricas fundadas sobre la técnica de soleras giratorias. La instalación de Kimitsu tiene una capacidad de tratamiento de 180 000 t de polvos por año. Las técnicas de preparación de bolitas, de extracción del cinc, la reducción del óxidos de hierro y el compactado de los productos reducidos se han desarrollado y puestos en obra. Los lodos y polvos son reducidos y dan un DRI con un contenido muy pequeño de cinc bajo formas de bolitas suficientemente sólidas para poder ser enhornadas en el alto-horno. Esta instalación ha resuelto el problema de enriquecimiento en cinc de la carga del alto-horno ligada al reciclado de los co-productos.

**Desarrollo de un sistema innovador de separación y de reciclado de los residuos de molienda ..... 819**  
K. Goto, H. Hiroha, T. Okada, M. Asanuma, T. Ariyama, I. Ueno, K. Wakimoto

Los polvos de moledores son un inevitable co-producto del tratamiento de vehículos automóviles o de equipamientos electrodomésticos en el fin de su vida. NKK ha desarrollado un nuevo sistema de postratamiento con el procedimiento de baño térmico que, después de la introducción de los polvos en un disolvente a base de alquitrán, separa un sobrenadado de plásticos y sedimentos metálicos. Los plásticos pueden ser inyectados en el alto-horno y los elementos metálicos reciclados en la acería. Este nuevo sistema permite una fuerte tasa de reciclado de los materiales tratados.

**Cincuenta años de elaboración de acero en el convertidor LD ..... 825**  
F. Wallner, E. Fritz

Este artículo recuerda las principales etapas del suceso histórico del procedimiento LD desarrollado en Austria hace exactamente cincuenta años. En el comienzo, hay las consideraciones fundamentales de Henry Bessemer y su transposición lograda a un procedimiento industrial de elaboración del acero. La evolución de este procedimiento ha conducido a numerosas variantes modernas que aseguran una fracción importante de la producción mundial de acero.



**Modelización dinámica de los procesos del horno eléctrico por redes de neuronas artificiales ..... 839**  
J.-C. Baumert, R. Engel, C. Weiler

Entre los modelos lineales conocidos para calcular la energía eléctrica necesaria en la elaboración de una colada de acero en un horno a arco eléctrico, nuevas aproximaciones han sido estudiadas basadas en la aplicación de redes de neuronas artificiales (RNA). Los efectos de relaciones fuertemente no lineales entre ciertos parámetros críticos del proceder del horno y de otras variables, generalmente no respetadas en un modelo fundado en ecuaciones han sido integradas en los modelos de RNA. Se presentan las utilidades « fuera-línea » y « en-línea » de modelos, fundados sobre series temporales y sobre un nuevo sistema de RNA interconectados. El modelo « en-línea » sirve con una previsión precisa del fin de elaboración de las coladas.

**Soluciones de acero para el aligeramiento en la industria de las ruedas ..... 851**  
H. Luccioni

Dos aproximaciones permiten reducir la masa de las ruedas en acero para automóviles. La más « tradicional » consiste en utilizar los tipos de acero de altas características mecánicas reduciendo el espesor de la hanta y el disco. Se puede así alcanzar un aligeramiento del 25 % de la rueda. Una aproximación diferente permite una reducción de masa más importante, efectuando un salto técnico en el dominio de fabricación de la rueda. Una solución consiste en utilizar los lados unidos por soldadura laser para alimentar las líneas de fabricación de estas piezas. Otra solución consiste en asociar los procedimientos de fluorneado al laminado de la llanta. Se puede obtener, gracias a estas nuevas soluciones de acero, una reducción de masa de cerca del 50 %. Estas soluciones permiten en efecto adaptar localmente el espesor y las propiedades a las sollicitaciones en servicio. Los cálculos por elementos finitos han sido realizados para verificar el comportamiento estático y dinámico de las nuevas ruedas.

**Latas-bebida : nuevo procedimiento de conformado por matrizado ..... 861**  
M. D'Amore

Este nuevo procedimiento de conformado de las latas de bebida por estampa-estricción explota mejor dos propiedades del acero : el espesor y, sobretodo, una disminución de la tensión en tracción en curso de conformado mejorando así la conformabilidad de la extremidad de la lata. Una gama de estricción con tasa creciente armoniza así las reducciones de diámetro por etapa en función de la aptitud de la pared de la lata a contrarse. Permitirá limitar el aumento del número de etapas para la estricción de latas más finas. Además, este procedimiento será más tolerante respecto de diversas imperfecciones que presentan las latas.

**Los parkings aéreos en estructuras de acero : desarrollos recientes ..... 867**  
P. Le Pense

Por toda Europa, los parkings de pisos representan un mercado en crecimiento para la construcción metálica. En Francia, la reglamentación de seguridad contra incendios, que impone los grados de estabilidad al fuego de las estructuras, disminuye considerablemente la competitividad de las soluciones de acero. Durante los cinco últimos años, el CTICM y sus asociados europeos han demostrado el excelente comportamiento de las estructuras de acero y hormigón para los parkings de pisos

cubiertos en el caso de fuegos reales. En consecuencia, y con la aprobación de las autoridades, un primer parking en estructura de acero ha sido construido a finales del año 2000 cerca de París.

**Comparación de la nueva generación de aceros CrMoV con los aceros 12CrMo 9-10 para reactores petroquímicos ..... 875**  
G. Luxenburger, I. Detemple, F. Hanus

Las propiedades de los tipos mejorados 12CrMo 9-10 actualmente utilizados se comparan con todos los nuevos tipos al CrMoV cuya característica esencial es la adición de vanadio. La comparación concierne a las propiedades del metal de base antes y después del tratamiento térmico así como de la influencia del conformado en caliente y de la soldadura, con o sin tratamiento de « step cooling ». Se presentan igualmente los resultados de fluencia.