

**REPORTAGE**

Lafarge : Un four mangeur de pneumatiques

Page VI

ECHOS
**II - LAFARGEHOLCIM,
PRECIA MOLEN, SAINT-GOBAIN,
SIKA...**

Si Saint-Gobain s'étend en Asie tout comme Sika en Allemagne et à Hong-Kong, de son côté, LafargeHolcim accélère les cessions.

ENTREPRISES**IV - VICAT**
**« NOUS SOMMES VRAIMENT
DANS UNE DÉMARCHE
D'ÉCO-CONCEPTION »**

Depuis L'Isle-d'Abeau, les 90 chercheurs, ingénieurs et techniciens du centre de R&D de Vicat tentent de maîtriser l'empreinte carbone du groupe.

REPORTAGES**XVII - GSM**
**LA CARRIÈRE DE ROUSSAS
FAIT PEAU NEUVE**

GSM vient de rénover sa carrière de Roussas, dans la Drôme, pour mieux servir ses clients, améliorer les conditions de travail de son personnel, tout en ménageant l'environnement.

EXPERTISE**XX - LECHLER**
**DeNOx SNCR HAUTE EFFICACITÉ
POUR LES CIMENTERIES**

Ullrich Speer, responsable de la division "Environnement" de la société Lechler, décrit les options pour l'élimination des NOx dans l'industrie cimentière.

FOCUS**XXIII - INNOVATIONS**

Martin Engineering distribue les racleurs de bandes CleanScrape. Et Mettler Toledo vient de lancer le VFS120, un tablier peseur pour chariots élévateurs.

ASIE

Saint-Gobain poursuit son extension en Asie



La transaction est estimée à 104 M€ et reste soumise à l'accord des autorités de la concurrence singapourienne.

À travers l'activité "mortiers" du pôle "produits pour la construction", Saint-Gobain a annoncé avoir signé un accord avec la firme asiatique NSL pour l'acquisition de E-Mix, leader régional de produits de mortiers et de mélanges secs en Asie du Sud-Est. La transaction est estimée à 104 M€ et reste soumise à l'accord des autorités de la concurrence singapourienne. E-Mix offre des solutions de colles à carrelage, d'enduits et de mortiers techniques en Chine du Sud-Est, à Hong Kong, en Malaisie et à Singapour, avec un chiffre d'affaires d'environ 70 M€, en 2015.

Déjà opératif en Chine, en Indonésie, en Malaisie, en Thaïlande et au Vietnam, le marché du mortier Sud-asiatique de Saint-Gobain complète ainsi son implantation géographique, depuis Hong-Kong, dans le Sud-Est de la Chine et à Singapour. Cela permet surtout à Saint-Gobain de se positionner en leader régional dans une zone en constante croissance. ■

FRANCE

Eqiom : Geocycle devient Sapphire

Quatrième métier de Eqiom, l'activité de traitement et de valorisation de déchets, jusqu'à présent, exercée sous la marque Geocycle devient Sapphire. Ce nouveau nom existait déjà au sein de CRH. Il permet ainsi d'initier une « communauté autour de cette activité très spécialisée ». Sapphire « sous-entend la transformation vertueuse de composants de récupération, afin de leur redonner de "l'éclat" et une utilisation dans le processus cimentier ». Enfin, cela rappelle, pour la France, l'appartenance d'Eqiom au groupe CRH. Ayant une expérience de plus de 25 ans, Sapphire s'appuie sur un dispositif industriel de plates-formes de



La marque Geocycle devient Sapphire.

pré-traitement de déchets intégrés sur les cimenteries Eqiom : production de fluff et de combustibles solides de récupération (CSR) à Héming (57), pyrolyse de déchets à base minérale à Rochefort-sur-Nenon (39) ou sur des sites dédiés, de production de sciures imprégnées notamment, à Saint-Etienne-du-Vauvray (27). Dans les 3 cimenteries – Héming, Lumbres et Rochefort (62) –, plus de 350 000 t de déchets liquides et solides sont ainsi injectés dans les fours. ■

INTERNATIONAL

LafargeHolcim se désengage du Chili et du Vietnam



LafargeHolcim accélère les cessions.

LafargeHolcim annonce la signature d'un accord avec Inversiones Caburga Limitada, du groupe Hurtado Vicuña, pour la cession de sa participation de 54,3 % dans Cemento Polpaico, au Chili, sur la base d'une valeur d'entreprises d'environ 220 MCHF. L'opération se matérialisera par une offre publique d'achat d'Inversiones Caburga Limitada à tous les actionnaires de Cemento Polpaico. Jusque-là, Cemento Polpaico opérait une usine intégrée et deux stations de broyage pour une capacité annuelle de 2,3 Mt de ciment. La société est aussi l'un des principaux fabricants de béton prêt à l'emploi avec 25 centrales. Elle est également présente sur le marché des granulats. Le

lancement de l'offre publique d'achat est soumis à l'approbation des autorités chiliennes de la concurrence, qui devrait intervenir au premier semestre 2017. A l'issue de l'opération, LafargeHolcim n'aura plus d'activité dans le pays.

En Asie, le cimentier a signé un accord avec Siam City Cement Public Company Ltd, en vue de céder sa participation de 65 % dans LafargeHolcim Vietnam pour une valeur d'entreprise de 867 M de CHF (à 100 %). Sur place, l'industriel opère une usine intégrée et quatre stations de broyage avec une capacité annuelle de 6,3 Mt de ciment. L'entreprise est aussi un important producteur de béton prêt à l'emploi avec sept centrales implantées dans le Sud du pays. ■

Le Cahier CBPC 930 est un supplément de Béton[s] le Magazine n° 67 et ne peut être vendu séparément.

Il est édité par Les Editions AvenirConstruction - 22 rue du Capitaine Ferber - 75020 Paris - France - Tél : +33 (0)1 40 31 64 80 - Fax : +33 (0)1 40 31 30 45 - contact@acpresse.fr
www.acpresse.fr/cbpc - Directeur de la publication : Frédéric Gluzicki - Le Cahier CBPC peut être téléchargé gratuitement à l'adresse www.acpresse.fr/telecharger-les-cahiers-cbpc

INTERNATIONAL

Sika s'étend à Hong-Kong et en Allemagne

Sika a signé un accord pour l'achat de Ronacrete Ltd, l'un des principaux fabricants de mortiers de réparation, de colles à carrelage et d'autres produits à base de mortier, à Hong Kong, en Chine. Cette acquisition s'inscrit dans le cadre de l'expansion mondiale du marché à marge élevée du mortier – un élément essentiel de la stratégie 2018 de Sika. Avec Ronacrete Ltd, Sika compte désormais 89 usines dans le monde où sont fabriqués des mortiers de réparation. L'entreprise dispose déjà d'un site de production dans la province voisine de Guangzhou. Hong-Kong est une méga-

pole avec une demande croissante dans la rénovation. Par ailleurs, Sika continue de renforcer sa présence en Allemagne, en élargissant son site de Rosendahl. Grâce à un investissement de près de 6,5 MCHF (7,07 M€), ce nouveau centre de R&D se développe sur plus de 3 000 m². Ce centre d'excellence aura la responsabilité à l'échelle du groupe de l'élaboration de produits pour des applications à base de mortier. En outre, un nouveau centre de compétence pour les mortiers spéciaux y a été implanté. Il se consacre aux coulis et aux mortiers de réparation du béton, lors d'applications dans le cadre de la

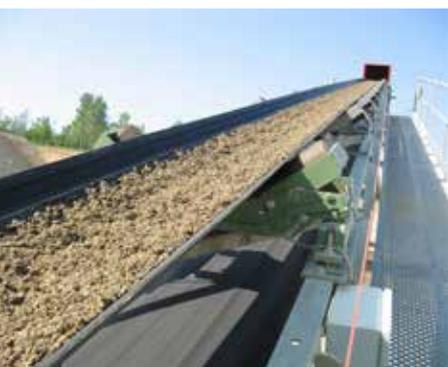


Nouveau centre R&D Sika en Allemagne.

construction de ponts et de parcs éoliens, par exemple. Environ 30 membres du personnel travailleront dans le nouveau centre de R&D. ■

AUSTRALIE

Precia Molen acquiert Brisweigh



©Saint-Gobain

Precia Molen annonce le rachat des activités de Brisweigh, basée à Brisbane en Australie. L'activité de cette entreprise a été intégrée à la filiale Precia Molen Australia Pty Ltd, le 1^{er} décembre dernier.

Brisweigh est une société spécialisée dans la vente et le service d'instruments de pesage industriel dans l'Etat du Queensland. Elle

compte un effectif de 5 personnes et son chiffre d'affaires est d'environ 800 000 AUD (556 004 €). Brisweigh réalisait déjà la distribution de certains produits Precia Molen sur sa région, depuis la création de Precia Molen Australia en 2012. Ainsi, Precia Molen entend compléter cette offre avec l'intégralité de ses solutions de pesage. Le groupe compte désormais une centaine de collaborateurs en Asie Pacifique, répartis sur 5 implantations (Australie, Chine, Inde, Malaisie et Nouvelle-Zélande). ■

FRANCE

Ecocem primée pour son éco-engagement

Ecocem vient de décrocher le Prix Ireland France Business 2016. Organisé par NetworkIreland et la Chambre de commerce France Irlande, ce prix récompense la contribution exemplaire de certaines entreprises, dans leur secteur d'activité et pour le développement des échanges et des investissements entre l'Irlande et la France. Le prix spécial décroché par Ecocem met en valeur son engagement pour limiter les impacts sur le changement climatique. « C'est une reconnaissance de nos 20 années de travail à la diffusion des laitiers moulus de hauts fourneaux, se réjouit Donal O'Riain, président d'Ecocem Materials. Le seul avenir possible est celui de la

baisse de l'empreinte carbone. Il y a donc urgence à faire accepter les produits, qui vont dans ce sens. »

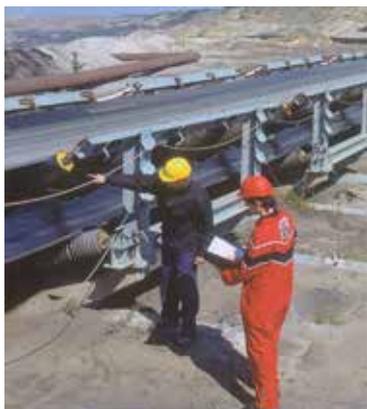
En particulier dans le secteur du ciment, qui reste une industrie polluante en termes d'émissions de CO₂... Même si des efforts importants sont déjà réalisés. ■



De gauche à droite, Enda Kenny, Premier ministre irlandais, Donal O'Riain, président d'Ecocem Materials, et Michel Pigeat, directeur général d'Ecocem France.

FRANCE

Réorganisation chez Rema Tip Top



©Rema Tip Top

Majoritaire au sein de Cobra Depreux depuis fin 2015, Rema Tip Top ambitionne de développer ses services au niveau mondial. Pour ce faire, le groupe a commencé par réorganiser ses forces internes. Ainsi, Luc Boyer a été nommé directeur France de la division Material Processing. « Ma première mission consiste à uniformiser l'organisation de nos onze agences, afin de structurer et de développer une offre de services cohérente auprès de nos clients. » Dans le même temps, Jean-Luc Muriel est devenu responsable technique et service de Rema Tip Top Material Processing France.

Enfin, Frédéric Ghettem a pris les fonctions de responsable commercial grands comptes de Rema Tip Top. « Aujourd'hui, au-delà d'être un fabricant de produits, Rema Tip Top est un prestataire de services, alliant performance et amélioration continues de solutions liées à l'entretien pour la pérennisation et l'opérationalité des outils de production de nos clients, explique Philippe Roland, directeur général de Rema Tip Top France. C'est pourquoi, nous avons adapté notre organisation pour être encore plus réactifs face à une demande clients croissante et plus exigeante. » ■

VICAT

« Nous sommes vraiment dans une démarche d'éco-conception »

Depuis L'Isle-d'Abeau (38), les 90 chercheurs, ingénieurs et techniciens du centre de recherche & développement de Vicat tentent de maîtriser l'empreinte carbone du groupe. Une démarche volontaire. Détails de cette véritable philosophie d'entreprise avec Laury Barnes-Davin, directrice du département R&D de Vicat.



©Vicat - NICOLAS ROBIN

Laury Barnes-Davin est directrice du département R&D chez Vicat.

CBPC : Le groupe Vicat annonce que le centre de R&D de L'Isle-d'Abeau développe des procédés innovants pour réduire l'impact environnemental de la construction. Est-ce essentiel pour l'avenir ?

Laury Barnes-Davin : Le bas carbone est une évidence pour nous, notamment pour la pérennité de notre secteur, mais aussi pour celle de l'humanité. Nous célébrerons l'année prochaine, les 200 ans de l'invention du ciment par Louis Vicat, père de Joseph Vicat, fondateur de la société en 1853. Et nous désirons être encore là dans les 200 prochaines années. Pour cela, nous devons réduire à tout prix nos émissions de CO₂. La réduction de l'empreinte carbone est devenue l'un des critères les plus importants dans notre processus d'innovation, au même niveau que les questions de coût. Même si le marché n'est pas encore prêt à payer les éventuels surcoûts.

Sur quels axes travaillez-vous pour atteindre vos objectifs de réductions en CO₂ ?

Pour obtenir les résultats escomptés, les réductions doivent se faire sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Je suis en charge des développements sur le ciment, le béton et les solutions constructives. Mais je garde un œil sur l'amélioration du processus de production. Pour l'année dernière, nous avons remplacé plus de 30 % des énergies fossiles par de la biomasse et par la valorisation des déchets pour nos cimenteries françaises. A l'horizon 2020, nous avons pour ambition d'atteindre les 60 %.

C'est donc un travail sur toutes les étapes de production ?

Oui, nous sommes vraiment dans une démarche d'éco-conception. Nous venons de lancer le ciment Alpenat^{UP}, qui s'appuie sur une utilisation réduite du calcaire, ce qui diminue les émissions de CO₂ au cours de la décarbonatation, économisant ainsi 40 % de CO₂. Pour ce ciment, nous sommes repartis du sourcing des produits les plus proches de nos centres de production. Pour chaque béton, nous réfléchissons ensuite au système constructif dans lequel il va être utilisé. Nous nous intéressons à chaque étape. Nous nous concentrons également sur le recyclage, la gestion de fin de vie du bâtiment et la réutilisation des systèmes constructifs. Pour réduire notre empreinte, il faut vraiment intervenir à tous les niveaux.

Même sur les systèmes constructifs ? Comment réduit-on le CO₂ entre deux systèmes ?

Bien entendu, la conception est aussi un moyen de réduire l'empreinte CO₂. En construisant des structures avec des modules de base de type poteaux-poutres par exemple, cela crée des espaces facilement requalifiables. Et en réutilisant ces bâtiments à la fin d'un cycle, pour des activités autres, on économise ainsi la construction d'une nouvelle structure et donc une large part de CO₂ grâce à ces modules.

Nous avons bien compris que s'attaquer à l'empreinte carbone, c'était intervenir à toutes les étapes de production. Mais comment motiver l'ensemble des intervenants ?

Les chercheurs, les ingénieurs, les techniciens, les opérationnels..., toutes les équipes doivent apporter leur pierre à l'édifice, pour que l'ensemble de nos connaissances permettent au



Le centre de R&D Vicat de L'Isle-d'Abeau (38).

groupe de progresser dans le même sens. Nous sommes dans une philosophie de réflexion. C'est devenu une préoccupation permanente pour tous. Ce sont des thématiques transversales, il faut avoir une réflexion, elle aussi, transversale.

Mais comment intéresser les chercheurs ou les futurs clients ? Cela se fait-il de façon naturelle ?

Nos collaborateurs, comme nos clients, ont bien conscience de faire partie d'un éco-système complet, qui est source de pérennité pour notre filière. Nous tentons de valoriser la matière première locale, ce qui nécessite de nouer des relations étroites avec les acteurs locaux. La R&D est aussi très proche des équipes industrielles et du client final pour des raisons évidentes de process et afin de répondre aux besoins des chantiers. Cette conscience de faire partie d'un éco-système suffit à concerner l'ensemble de la filière.

Justement, cette stratégie a-t-elle été poussée par le groupe ou est-ce une remontée du terrain, qui a guidé cette volonté ?

C'est une stratégie innovante et le fruit d'une longue réflexion. Nous avons noté les axes principaux à explorer. Et l'empreinte de CO₂ est arrivée en tête. Nous avons bien sûr des remontés de terrains qui s'y ajoutent. Nous analysons alors quel impact cela peut avoir sur notre feuille de route de réduction de CO₂. Nous discutons ensuite en comité de l'opportunité de développement. Et ceci est ensuite validé par la direction générale. Encore une fois, nous avons une vision globale et des objectifs à atteindre. Mais nous sommes ouverts à tous les besoins du marché ou aux propositions de nos partenaires ou clients.

Ce type de développement apporte souvent un surcoût sur les produits. Le secteur est-il prêt à l'accepter ?

On nous interroge de plus en plus sur nos offres bas carbone, c'est un signe que le marché s'intéresse à ce sujet. C'est notamment vrai pour les collectivités publiques. Beaucoup de villes se penchent sur cette thématique et nous demandent des solutions. Du côté du prix, certains de nos clients acceptent le surcoût. Par exemple, l'Alpenat^{UP} a été développé en 10 ans. Cela se traduit bien entendu dans le prix, mais ce ciment trouve son public grâce à ses propriétés exceptionnelles. L'enjeu est majeur. Toutes les solutions apportées ont leur importance.

Propos recueillis par Yann Butillon

**BUSES DE PULVÉRISATION
LANCES · SYSTÈMES**
Conditionnement de Gaz
Traitement des Fumées
DeNOx · DeSOx-FGD



Le Traitement de Gaz par Lechler

- **Systèmes de Refroidissement de Gaz** complets incluant Lances de pulvérisation, pompes et unités de régulation pour des buses monofluide ou bifluide
- **Equipements DeNOx** pour les procédés SCR et SNCR
- **FGD Humide avec Buses (DeSOx) FGD Semi-Humide ou Sec Circulant** avec Lances et Systèmes de pulvérisation
- **Dévésiculeurs Gaz-Liquide & Séparateurs de Gouttes** avec profilés à lamelles et matelas

ENGINEERING
YOUR SPRAY SOLUTION



Lechler France
66-72 rue Marceau
Bâtiment CAP 2
F- 93100 Montreuil
Tél. +33 1 49 88 26 00
Fax +33 1 49 88 26 09
info@lechler.fr

CIMENTERIE DE MARTRES-TOLOSANE

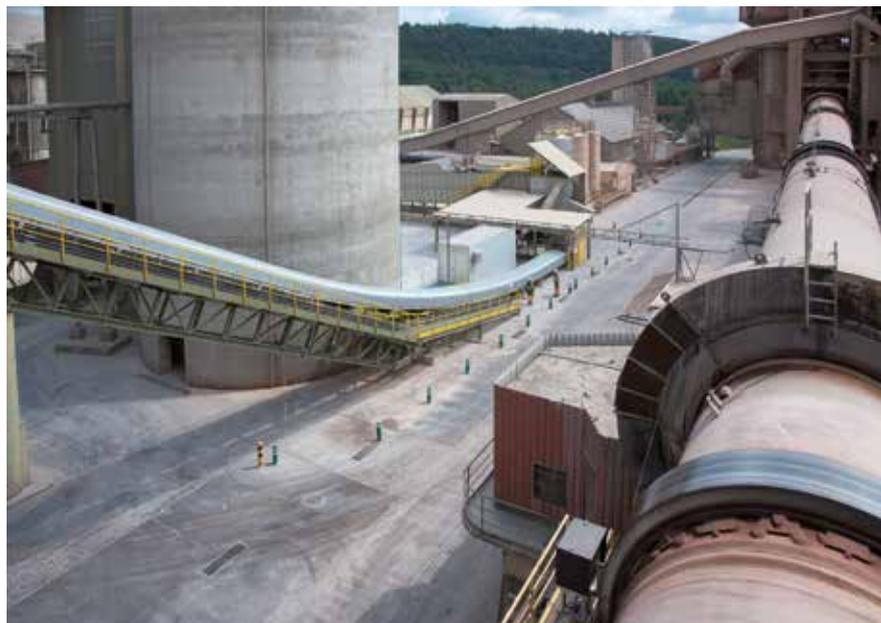
Un four mangeur
de pneumatiques

A Martres-Tolosane (31), Lafarge a inauguré un atelier d'injection de pneumatiques entiers dans le four de sa cimenterie. Une option qui lui permettra, à terme, de réduire de 15 % ses besoins en combustibles fossiles.

Valoriser des déchets en cimenterie n'est pas une nouveauté en soi. La démarche existe même depuis de nombreuses années et, en France, tous les cimentiers, sans exception, y ont recours. Pour eux, l'avantage est double : économiser des combustibles fossiles non renouvelables et diminuer, *de facto*, leur empreinte carbone. Sans oublier la réduction de la facture énergétique. A Martres-Tolosane, en Haute-Garonne, Lafarge poursuit son engagement environnemental avec l'inauguration d'un atelier de valorisation de déchets pneumatiques usagés assez singulier. Dans l'essentiel des cas, ce type de déchets, à haute valeur énergétique, est introduit dans le four sous la forme de broyats. Là, le cimentier a fait un autre choix, comme l'explique Christophe Bignolas, directeur du site¹. « *Ce sont des pneumatiques entiers, qui sont injectés dans le four de la cimenterie. Cette approche permet d'éviter la phase préalable de déchiquetage.* » En effet, de manière habituelle, les pneumatiques à valoriser sont acheminés, dans un premier temps, en direction d'entreprises spécialisées dans le déchiquetage, puis transférés vers la cimenterie. Ce double transport, émetteur de CO₂, peut à présent être réduit de moitié.

15 % de l'apport thermique

D'un point de vue organisationnel, Lafarge s'est rapproché d'un collecteur, qui travaille avec des garagistes auprès desquels les pneumatiques sont récu-



©ACPresseJ

Lafarge a investi 2,1 M€ pour mettre en place un nouvel atelier de valorisation de pneumatiques usagés.

pérés. Celui-ci les trie et les lave avant de les livrer à la cimenterie. « *La collecte est opérée en local, dans le cadre de contrats pluriannuels avec engagement de fourniture des volumes minimaux. Nous étions très sollicités par nombre d'acteurs régionaux.* » A Martres-Tolosane, la capacité de traitement atteint 8 000 t/an de pneumatiques, ce qui représente 15 % de l'apport thermique du four. Toutefois, même si



©ACPresseJ

Stock extérieur de pneumatiques usagés, prêts à être valorisés



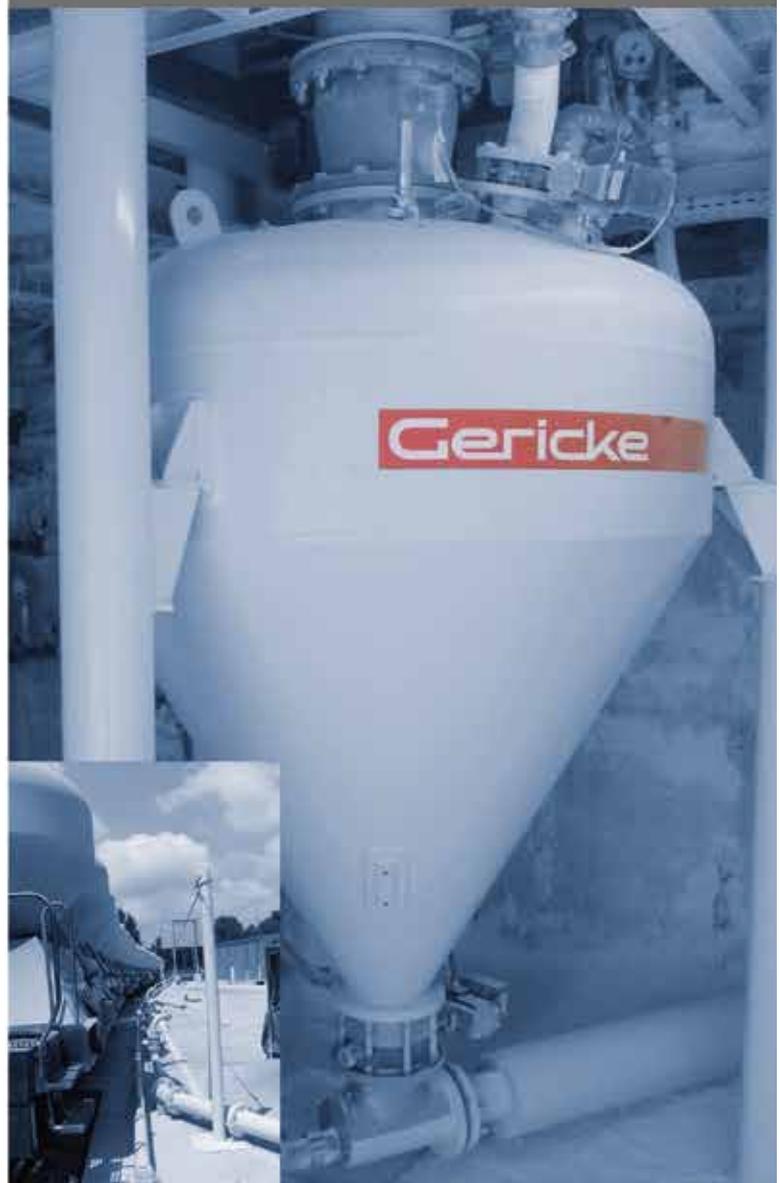
©ACPresseJ

Trémie de stockage et cellule de préparation des pneumatiques.

Gericke

Transport pneumatique

de plâtre, chaux, ciment, sable,
cendre, charbon, fines de filtres, ...



Gericke est spécialisé en installations
et équipements pour produits en vrac.



Gericke SAS:
+ 33 1 39 98 29 29
gericke.fr@gericke.net
www.gericke.net



©AC/Presse

Le singulateur permet de séparer les pneumatiques de manière à ce qu'ils tombent, un à un, sur la table de manutention.

cela reste important, 1 t de pneumatiques est un peu moins énergétique que 1 t de coke de pétrole. Avant le démarrage de l'atelier, ce combustible fossile apportait d'ailleurs 75 % de l'énergie nécessaire au fonctionnement du four, le solde provenant de la valorisation de déchets tels que les farines animales, les résidus de plastique (DSB) et de bois, les semences déclassées, les huiles usagées ou encore les boues urbaines. « Grâce au nouvel atelier, et une fois celui-ci à plein régime, le taux de substitution des combustibles fossiles du four sera proche des 40 % », résume Christophe Bignolas. Et de poursuivre : « Les pneumatiques n'ont pas d'impacts négatifs sur la qualité de la production, ni sur l'environnement de l'usine ». Bien au contraire, même. La fraction minérale, pour l'essentiel constituée de la trame en acier du pneumatique, assure l'apport en fer,

TRANSFORMATION PROGRAMMÉE

Outre la création du nouvel atelier de valorisation de pneumatiques usagés, la cimenterie Lafarge de Martres-Tolosane a programmé d'autres investissements, beaucoup plus lourds cette fois-ci. En effet, ce sont près de 80 M€, qui ont été provisionnés sur les trois prochaines années, en vue d'une transformation industrielle complète du site. A commencer par l'installation d'une tour de précalcination, dont la cimenterie est encore dépourvue. A cela s'ajoutera le remplacement des deux fours, d'une productivité cumulée de 2 000 t/j, par un équipement d'une capacité de 2 500 t/j. De même, le remplacement des deux broyeurs à boulets par un broyeur vertical est aussi envisagé, mais cela est encore à l'état de projet pour le moment. Ces travaux, dont le démarrage devrait débuter au printemps prochain, sont prévus pour durer deux ans.





Les pneumatiques suivent un parcours tortueux, avant d'atteindre la cellule d'injection située au-dessus du four.



Une ouverture a été opérée dans le four et un sas à double clapet, installé.



L'injection est aujourd'hui effectuée à raison d'un pneumatique par rotation. Mais la capacité d'absorption du four est de 3 pneumatiques à chaque tour.

supprimant ainsi les besoins de compléments extérieurs. Ceci, en plus de l'apport énergétique.

Un pneumatique à chaque rotation

Lafarge a investi 2,1 M€ pour créer son atelier, dont 400 000 € financés par l'Ademe. Il a été construit sur mesure par ATS Walter, un spécialiste de la maintenance des pneumatiques. Entreposés à terre, les pneumatiques sont repris pour être déversés dans la trémie de stockage de l'atelier. Ils passent ensuite dans un singulateur, dont le rôle est de les séparer, de manière à ce qu'ils tombent, un à un, sur une première table de manutention. De là, les pneumatiques basculent sur les tapis convoyeurs, qui les acheminent jusqu'au-dessus du four. Ils tombent alors sur une seconde table où ils sont pesés avant de rejoindre une petite trémie d'attente. Enfin, ils sont injectés dans le four. Pour cela, une ouverture a été opérée dans le four et un sas à double

clapet y a été installé. Le dispositif permet d'introduire tous types de pneumatiques usagés (issus de véhicules légers et de petits poids lourds) jusqu'à une dimension de 1 m de diamètre. « Un déchet doit être injecté à un endroit où la température atteint au minimum une température de 850 °C », reprend Christophe Bignolas. Dans le cas du four de Martres-Tolosane, qui mesure 133 m de long pour un diamètre de 5 m, l'injection est réalisée à 45 m de la tuyère, dans un foyer atteignant environ 1 200 °C. L'opération est aujourd'hui réalisée à raison d'un pneumatique par rotation, le four ayant une vitesse de 1,5 tr/mn. Mais la capacité d'absorption est de 3 pneumatiques par rotation, ce qui laisse présager une belle montée en puissance.

Frédéric Gluzicki

¹ Depuis la réalisation de ce reportage, Christophe Bignolas a quitté le groupe LafargeHolcim pour rejoindre Eqiom, en qualité de directeur exploitation ciment.

DES DÉCHETS SOUS CONTRÔLE

Avec une température de flamme à 2 220 °C, la tuyère d'un four de cimenterie est à même de décomposer en totalité n'importe quelle molécule organique. D'où l'intérêt d'y injecter nombre de produits ayant une bonne capacité énergétique, mais difficiles à recycler ou à traiter autrement. Toutefois, la valorisation de

ces déchets n'est pas forcément neutre. Il ne faut pas oublier que la seule vocation d'un four de cimenterie est de produire du clinker. Ce n'est donc pas une unité d'incinération... Et il est essentiel pour les cimentiers de garantir la fabrication de produits présentant des caractéristiques précises, constantes et

régulières. Aussi, chaque type de déchets valorisables fait toujours l'objet de contrôles et d'une procédure d'acceptation rigoureuse. La fiabilité de procédés est d'ailleurs confirmée par l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et contrôlée par la Dreal (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement).

Une nouvelle approche pour la maintenance des broyeurs verticaux : Le concept Smart Welding

La maintenance optimisée des broyeurs verticaux par la technologie du rechargement par soudage ne consiste pas uniquement à régénérer la surface pour corriger le profil des composants usés : tables et galets. Le présent document décrit le processus d'analyse et les diverses solutions proposées aujourd'hui pour optimiser le rendement des broyeurs verticaux. Afin d'offrir des solutions efficaces d'amélioration et de fiabilisation des performances, cette appréciation d'engineering globale demande une évaluation méthodique via un audit des équipements.

Alain Michel – Ingénieur expert Welding Alloys Integra™
Benoît Bouquin – Directeur développement affaires Welding Alloys Group

I - Description des phénomènes d'usure des broyeurs verticaux

Au-delà des performances énergétiques, les broyeurs verticaux offrent de nombreux avantages dans la mise en œuvre du processus de broyage et dans la conduite des installations.

Le fonctionnement des broyeurs consiste à faire passer un matériau de granulométrie grossière entre des galets ou des meules sur une table animée d'un mouvement de rotation. Généralement, les galets ne sont pas motorisés individuellement mais, pour accomplir l'opération de broyage, la transmission du mouvement circulaire aux galets est assurée par la charge de matériaux se plaçant sur la table. Nous trouvons maintenant de nouveaux concepts

où les galets sont motorisés individuellement, sans que la table ne le soit. Nous rencontrons aussi des galets non motorisés, mis en rotation par un dispositif moto-réducteur sur la table (composé de plusieurs moteurs).

- Les installations de broyage peuvent être facilement interrompues. Elles peuvent fonctionner en mode discontinu ou en régulation, pour satisfaire des exigences particulières de production.
- L'effet du broyage entre la table et les meules résulte d'une importante compression de la matière brute, qui est forcée à passer par une section réduite entre les composants de broyage. Une seconde contrainte intervient sur la matière qui passe par cet entrefer calibré : le cisaillement. Suivant l'angle de braquage des meules, cet effet peut être ajusté à la réaction de broyabilité du matériau à travailler et trouve un

grand intérêt, lorsque la qualité du produit impose une taille maximale des composés broyés.

- L'aspect rhéologique du produit à broyer, et plus particulièrement sa résistance au glissement avant de passer sous les meules, donne un grand avantage aux surfaces rechargées. En effet, a contrario des pièces de fonderie, les surfaces rechargées ne sont pas lisses. Le lit de matière est véhiculé plus lentement. Il est retenu par adhésion aux reliefs de la surface soudée, avant de passer sous les meules. Cette singularité de rugosité présente un grand avantage : elle est souvent négligée, mais demeure toujours fondamentale. Le mouvement plus lent du passage de la matière sous les meules renforce considérablement l'efficacité du processus de broyage.

De par cette lenteur, l'interface de matière est plus conséquente et stabilise la charge en mouvement induite par l'effet centrifuge de la table. Cette quantité importante de matière sous les meules élève significativement le rendement. Par ailleurs, le taux de recirculation diminue fortement.

La finesse est obtenue plus facilement grâce à un effet de broyage autogène qui force le produit à interagir sur lui-même, en raison de la formation d'un agglomérat rendu plus compact sous les éléments broyants.

Les pièces de fonderie non revêtues s'usent par abrasion, en devenant extrêmement lisses, d'aspect très brillant. Les fabricants fondeurs usent de tous les artifices pour chercher à freiner le mouvement radial de la charge à broyer. De par sa rugosité, le soudage présente intrinsèquement ce grand avantage.

- Le mouvement centrifuge de la charge, sensiblement freiné par la surface soudée, laisse toutefois apparaître une élévation de vitesse des particules en mouvement entre l'intérieur et l'extérieur de la table. La zone de travail la plus sollicitée se trouve, suivant la typologie des broyeurs, au 1/3 ou au 1/4 de la bande de roulement extérieure (photos ci-dessous).



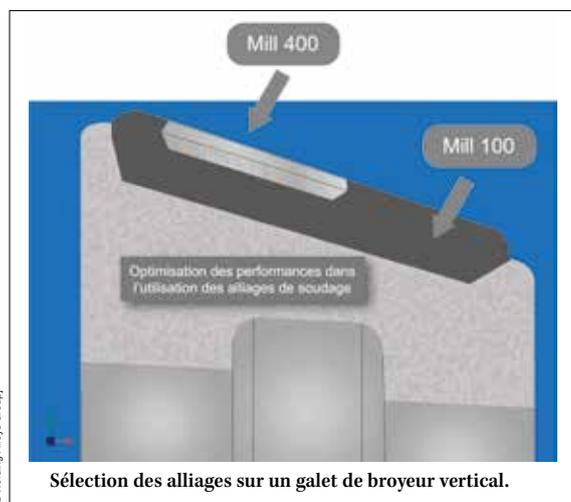
Illustration du rechargement localisé d'un galet.

Illustrations du rechargement par soudage de broyeurs verticaux.



Le phénomène d'usure n'est donc pas constant sur la largeur de la piste de roulement. La zone de travail extérieure subit les agressions minérales les plus fortes. En ce lieu, les particules sont les plus fines, donc plus nombreuses par unité de volume. De plus, en raison de l'effet centrifuge, elles sont, en cette place, animées du mouvement de vitesse le plus fort. Cette zone constitue le lieu le plus vulnérable au développement de l'usure sur les broyeurs verticaux. Nous pouvons facilement imaginer qu'une pièce massive ayant des performances "moyennes" dans sa masse sera extrêmement vulnérable à la dégradation par abrasion. Les photographies ci-dessus montrent des cas concrets de rechargement par soudage d'éléments de broyeurs.

- Enfin, le rechargement par soudage offre la possibilité de moduler localement les alliages par le choix de leurs performances, en fonction de l'importance des sollicitations. Voir l'exemple ci-dessous.



©Welding Alloys Group

II - Description du concept Smart Welding

1 - Analyse des conditions d'exploitation

Avant de choisir une solution de rechargement, il est primordial d'effectuer une analyse préalable des conditions d'exploitation. Voici quelques points à prendre en compte :

- La nuance des composants de broyage et date de mise en service ;
- Le relevé du compteur horaire sur la période d'observation ;
- Le type de broyeur et son année de construction ;
- Le type de matériau broyé et la finesse exigée ;
- La granulométrie entrante ;
- La capacité de broyage ou de rendement donnée par le constructeur ;
- Le diagramme des rendements sur la période d'observation ;
- Le diagramme de l'enregistrement des consommations électriques ;
- Le diagramme d'enregistrement des performances sur la période d'observation ;
- La quantité et le type d'adjuvant s'il y en a ;
- L'arrosage ou non durant le broyage ;
- Le volume d'air entrant ;
- La température moyenne de la chambre de broyage ;
- L'évaluation des usures et l'étude des ratios de perte de poids en g par tonne de produits broyé.

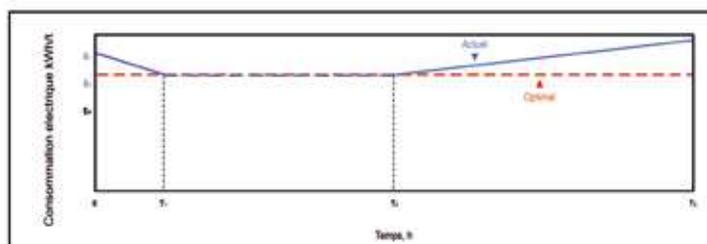
Welding Alloys propose ainsi un service d'accompagnement et d'aide au diagnostic pour optimiser les coûts d'exploitation sur les broyeurs verticaux. L'objectif consiste à sélectionner des choix technologiques et à établir la méthodologie de mise en œuvre, afin d'optimiser les coûts et de fiabiliser l'exploitation. Notre démarche vise ici à réduire les consommations

énergétiques, tout en tenant des rendements élevés sur de longues périodes.

Les broyeurs verticaux sont de plus en plus utilisés dans l'industrie du ciment en raison de leur performance énergétique. Sur un même site, il n'est plus rare de trouver un broyeur vertical sur le cru et un autre sur le ciment. Nous pouvons aussi en trouver sur le broyage du combustible solide pet-coke ou charbon. Il semble être un élément incontournable pour le broyage du laitier de haut fourneau, qui constitue une matière première extrêmement prisée pour la fabrication des ciments de haute performance, tout particulièrement en Europe.

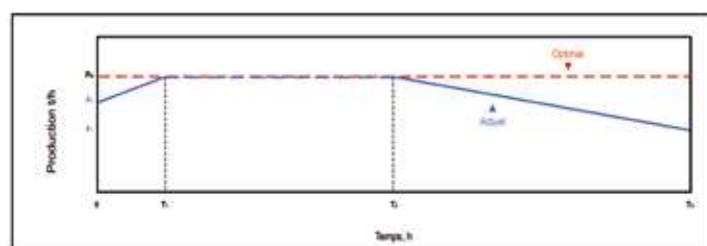
2- Intervalles de rechargement des broyeurs verticaux et influence du Smart Welding

La gestion astucieuse et méthodique des profils permet d'optimiser la maintenance des broyeurs verticaux. La solution consiste à ne pas laisser les profils se détériorer par une forte usure. Le graphique suivant montre l'évolution dans le temps de la performance d'un équipement soumis à une usure en service :



Consommation électrique dans le temps d'un broyeur vertical.

Parallèlement à une baisse de la productivité, la consommation électrique est aussi affectée par l'usure des composants :



Profil de production dans le temps d'un broyeur vertical.

En conduisant une analyse fonctionnelle du mode de dégradation, un choix judicieux des alliages de soudage contribuera à savoir retarder le phénomène localisé du développement de l'usure. En assurant la longévité des profils de composants broyants dans une géométrie proche de l'état d'origine, nous entretiendrons un process optimal, stable en conduite et constant en productivité (voir schémas ci-dessus – à $T1 < t < T2$). L'effet imperceptible de l'usure retardera l'apparition du mode de fonctionnement dégradé (voir schémas ci-dessus – à $t > T2$). Ce mode de fonctionnement stable doit être entretenu sur de longues

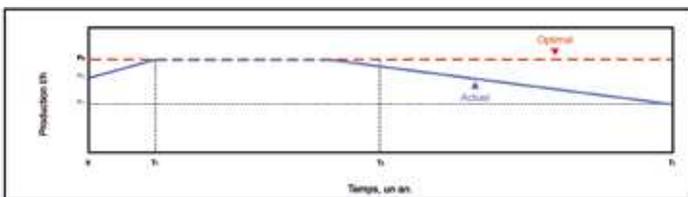
périodes. C'est dans cette configuration que les résultats sont les plus favorables :

- plus fort rendement ;
- plus faible consommation électrique à la tonne broyée.

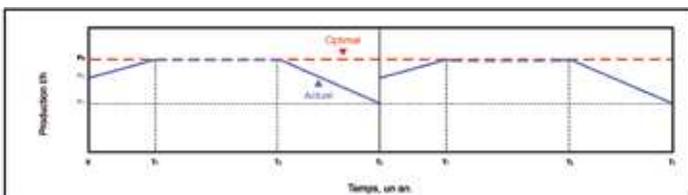
Il convient donc de savoir endiguer le mode de fonctionnement dégradé dès son début et de ne pas laisser l'usure se développer. Suivant ce raisonnement, il sera préférable de recharger souvent, dès que l'usure sera perceptible, plutôt que d'attendre pour programmer une importante opération de rechargement ou bien de devoir remplacer les pièces usées.

Les graphiques suivants expliquent le concept Smart Welding qui, grâce à des rechargements plus fréquents, permet d'optimiser le rendement.

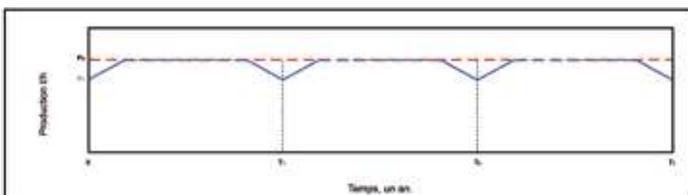
ILLUSTRATION DES INTERVALLES DE MAINTENANCE POUR OPTIMISER LE RENDEMENT DES BROYEURS.



Solution de base (une intervention par an).



Solution optimisée (deux interventions annuelles).

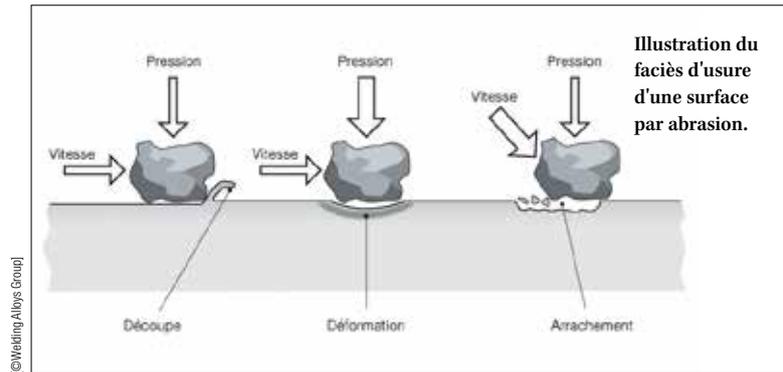


Solution Smart Welding (trois interventions annuelles).

Le concept Smart Welding permet de garder une performance optimale, tout en réduisant les coûts d'exploitation des installations. L'expérience de Welding Alloys tend à démontrer qu'une intervention tous les 4 mois permet d'atteindre cet objectif.

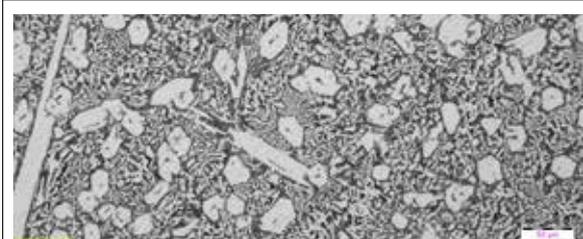
3 - Spécificités du Smart Welding pour la maintenance des broyeurs verticaux

La spécificité des alliages de rechargement offre des caractéristiques exceptionnelles pour résister à l'usure par abrasion. Le phénomène d'usure par abrasion peut être illustré par le schéma suivant :



©Welding Alloys Group

L'abrasion est un phénomène particulier d'usure des matériaux. Elle dépend de la taille des particules, de leur texture, de leur masse, de leur vitesse, de leur angle de contact avec le substrat et du milieu dans lequel elles sont véhiculées (température et phase). La conséquence est une perte de matière en surface. Afin de répondre à cette usure, un substrat ductile allié à des phases dures finement dispersées permet d'augmenter la résistance d'un équipement. En soudage, un mode de refroidissement rapide permet de générer des carbures primaires durs et fins dans la structure du dépôt. Comparativement, pour une même nuance de matériau, la fonderie ne permet pas de produire des structures de carbure d'aussi forte densité, la germination produisant des carbures primaires n'y étant pas possible. Dans ce dernier cas, nous disposons d'une matrice homogène et intrinsèquement dure. Par soudage, il est possible d'inoculer des carbures primaires de forte densité dans une matrice plus tenace et de moindres duretés. Ce sont principalement ces carbures primaires contenus dans la matrice du dépôt soudé qui constituent le socle de performance pour la résistance à l'usure par abrasion. L'image suivante illustre une répartition de carbures primaires type Cr23C6 dans une matrice austénitique :



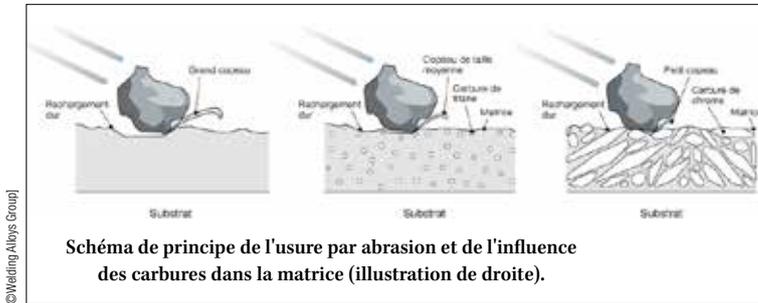
Carbures primaires type Cr23C6 dans une matrice austénitique après soudage.



©Welding Alloys Group

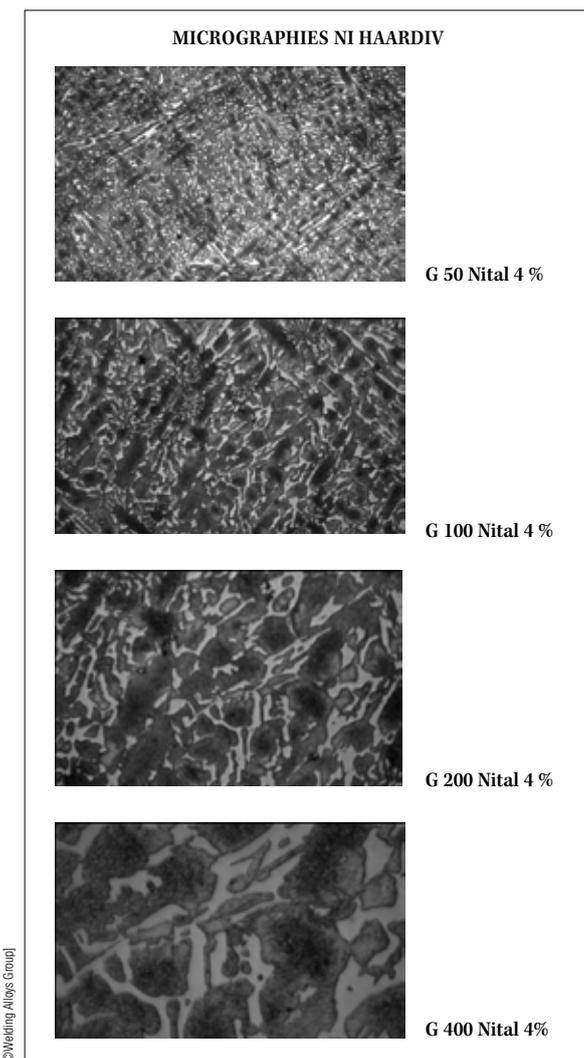
Les carbures primaires Cr23C6 dans le cas présent ont une section typique inférieure à 50 µm. Ces carbures présentent des duretés supérieures

à 1 000 HV. Plus ces carbures seront fins et durs, plus la résistance sera améliorée. Le principe de résistance à l'usure par ces carbures en surface du matériau peut être représenté par le schéma suivant :



Une dispersion optimale de carbures durs dans une matrice ductile aura pour conséquence de réduire la taille des copeaux arrachés par l'action des particules abrasives.

Par comparaison, une structure de fonderie présentera des tailles de carbures plus grossiers. Les images suivantes en sont l'illustration :



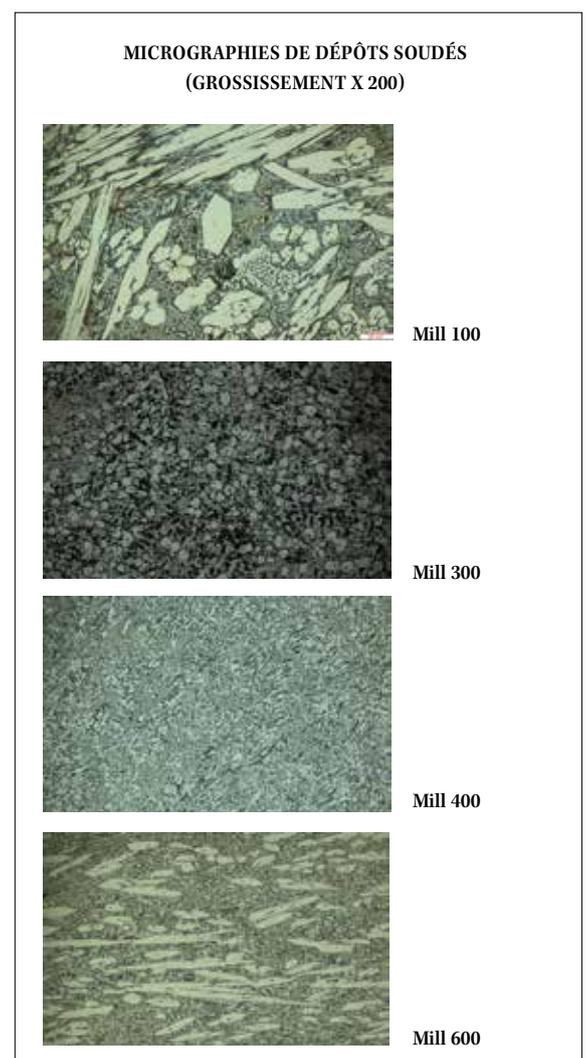
©Welding Alloys Group

Les vitesses de refroidissement étant plus lentes et les éléments d'addition étant solubilisés dans la matrice, la structure de fonderie ne crée plus de carbures primaires durs.

Par ailleurs, nous observons une hétérogénéité de dureté intrinsèque dans les pièces issues de la fonderie. Ces hétérogénéités sont causées par des vitesses de refroidissement inégales entre le cœur et la peau des pièces brutes.

4-Les alliages utilisés en dépôt soudé

Le procédé de soudage utilisé pour recharger les broyeurs verticaux est le procédé du fil fourré auto-protecteur. Le principe du fourrage permet d'allier le fil suivant les besoins de l'application à laquelle il est dédié. Dans notre cas, en fonction des éléments d'alliages, la taille et la répartition des carbures sont grandement changées. Le tableau suivant présente diverses structures brutes de soudage pour 4 fils fourrés de rechargement distincts de la gamme de produits Welding Alloys :



©Welding Alloys Group

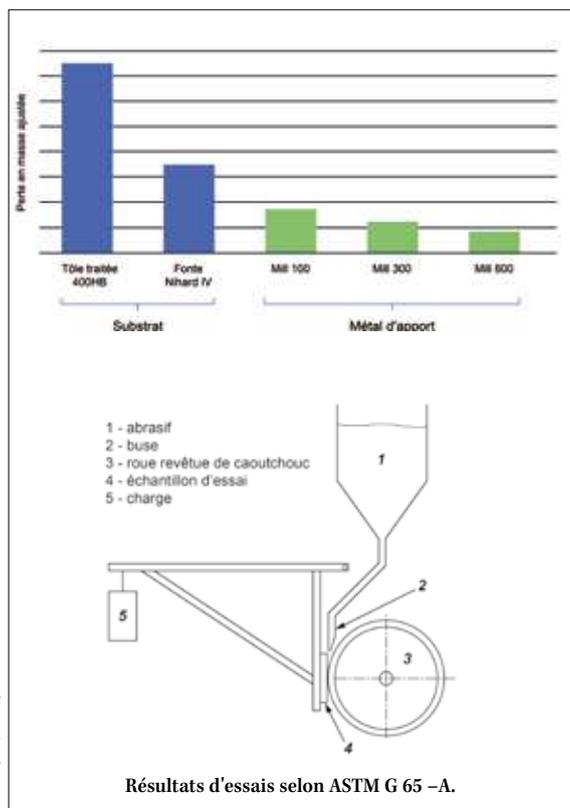
Il apparaît ici clairement que, suivant les éléments utilisés et la taille, la répartition des carbures varie d'un produit à un autre. Par ailleurs, il est à noter que suivant les éléments d'addition sélectionnés, la dureté des carbures primaires varie de 1 350 HV pour un carbure de chrome à 2 900 HV pour un carbure de vanadium.

Afin de classer les différents alliages utilisés selon leur résistance aux phénomènes d'usure par abrasion, l'industrie a développé des méthodes de mesure reproductibles et étalonnées :

- l'indice d'abrasivité des alliages mesuré en laboratoire par un essai ASTM G65 - A (voir principe ci-dessous) ;
- la dureté de la structure et des carbures du métal déposé ;
- la température du milieu ;
- les caractéristiques physiques du matériau à broyer.

Le principe de l'essai ASTM G 65 - A repose sur une mesure de perte de masse d'un échantillon soumis à une abrasion pure par un composé minéral en mouvement, le tout sous une charge de pression.

Le tableau 2 présente des résultats comparatifs de divers alliages testés suivant le test ASTM G 65 - A :



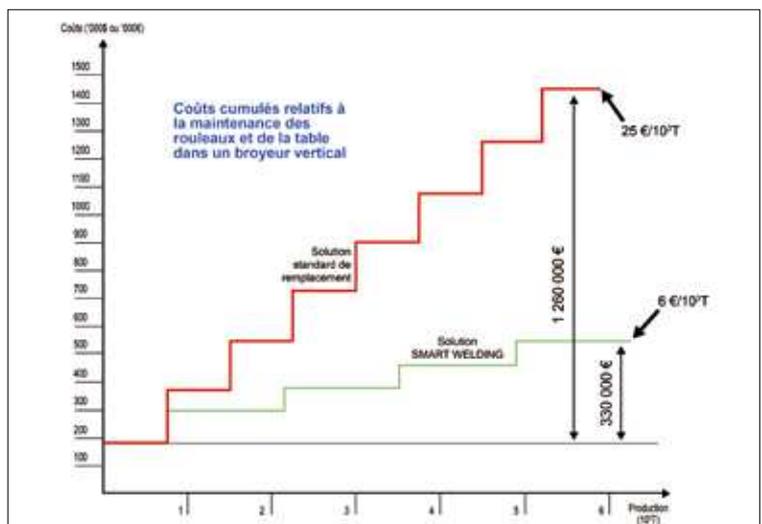
Il apparaît clairement à la lecture de ce graphique que la résistance à l'abrasion d'un dépôt soudé est bien plus importante que des matériaux non rechargés du type Fonte Nihard ou tôle traitée 400 HB.

III - Impacts des solutions Smart Welding sur l'installation

Les avantages du concept Smart Welding sur les broyeurs verticaux peuvent être résumés comme suit :

- La tenue de l'entrefer renforcera l'effet du broyage et permettra d'atteindre la granulométrie souhaitée, en passant moins souvent sous les meules ;
- La conduite du broyeur sera stable et sans vibration, avec un rendement optimal constant ;
- En limitant le taux de recirculation et la charge des particules en mouvement dans le broyeur, toutes les usures périphériques seront réduites (Casing, cône séparateur, ventelles statiques et dynamiques...);
- La consommation électrique sera optimisée ;
- Le gain économique réalisé sur la consommation d'électricité est suffisant pour financer l'opération de rechargement. L'usure, qui est inévitable dans la conduite du processus de broyage, peut trouver une forme d'auto-financement. En effet, le coût du rechargement est absorbé par les économies faites sur les dépenses en énergie électrique ;
- Un aspect environnemental peut également être mis en avant. Lorsque des composants de broyeur ont perdu 10 à 15 % de leur poids, ils sont déclarés hors service et ne répondent plus à la fonction pour laquelle ils ont été conçus. Les pièces hors d'usage sont rebutées, elles seront riblonnées. La technologie promue par Welding Alloys offre un attrait éco-environnemental séduisant. Une seconde vie peut ainsi être donnée à des pièces usées (seule la matière que nous déposons disparaîtra).

Le graphique suivant compare les coûts de maintenance entre une solution de rechargement Smart Welding et une solution de remplacement des galets :





©Welding Alloys Group

1 - Installations de soudage automatisées dans un broyeur 3 galets.



©Welding Alloys Group

2 - Soudage d'une table.



©Welding Alloys Group

3 - Galets pré-rechargés.

IV - Retour d'expériences Welding Alloys

Welding Alloys s'appuie sur plus de 28 ans d'expérience en rechargement de broyeurs verticaux et sur 24 ans de savoir-faire en réalisation de composants neufs, suivant la description ci-dessus. Nous disposons ainsi d'un grand retour d'expérience et d'une solide expertise dans ce secteur d'activité. (Photographies 1, 2, 3)

Plusieurs milliers de pièces ont été traitées par des méthodes curatives et plusieurs centaines de pièces neuves ont été produites suivant la méthodologie expliquée précédemment.

De nombreuses pièces ont été rechargées successivement jusqu'à 15 fois sans avarie : *in situ* ou en atelier. Nous disposons de pièces fabriquées en 1992, qui sont encore en exploitation aujourd'hui, en 2016.

Cela illustre concrètement la stratégie à long terme de maintenance des broyeurs.

Nous observons sur ces dernières années un besoin d'assurer les maintenances sur site par rechargement, sans démontage, directement sur le broyeur. Welding Alloys dispose d'une gamme de machines répondant à ce besoin, et ce, en un temps record. Pour exemple, il est possible de traiter en même temps six galets dans un même broyeur en un délai n'excédant pas 5 jours.

V - Perspectives d'optimisation de la démarche Smart Welding

Au gré des expériences dans le traitement curatif, Welding Alloys a développé des technologies visant à optimiser les usures sur des pièces existantes. En

travaillant en amont du besoin, il est envisageable de concevoir des pièces neuves, présentant un gradient de propriétés et de choisir des matériaux constitutifs optimums pour la composition de nouvelles pièces. Le corps de la pièce, qui représente 85 à 90 % du poids, peut être réalisé dans une nuance de fonderie présentant de bonnes caractéristiques mécaniques, pour résister aux contraintes de fonctionnement. Nous pouvons faire le choix d'une nuance économique permettant une bonne aptitude au soudage et une moindre sensibilité à la casse lors du passage d'imbroyables.

Le rechargement ne traite que de la fonctionnalité exclusive de résistance à l'usure. Il sera choisi de manière graduelle pour offrir les meilleures performances. Nous pouvons composer des mixtes de nuances, en respectant la compatibilité des matériaux entre eux. Et ce, dans le but de pouvoir concevoir plusieurs rechargements successifs.

Le bénéfice expérimental d'une solution de rechargement curatif sur des pièces déjà traitées est souvent nécessaire pour décliner l'offre d'une solution préventive optimale. La photo suivante illustre un exemple de pièces neuves pré-rechargées :

Segments de tables pré-rechargés.



Références

- Désir Jean-Luc et Michel Alain, 2002, "Economical and reliable solution for grinding mills". Welding Alloys France (Document interne).
- Gérard Bastien, Antunes Joaquim, Bonnel Jean-Marie, Bouquin Benoît et Michel Alain, 2016, "Les fondamentaux du rechargement dur par fusion". Welding Alloys France (Document interne).
- Fonderie de Tréveray, "Illustrations métallographiques de structure de fonderie".

Les avantages de la technologie Smart Welding:

- Réduction des coûts d'exploitations ;
- Réduction des coûts de manutention ;
- Solution de maintenance flexible et adaptée aux besoins identifiés ;
- Réduction des réapprovisionnements ;
- Optimisation des consommations d'énergie électrique ;
- Intérêt environnemental ;
- Fiabilisation de la performance des équipements sur une longue période ;
- Réduction des coûts de stockage ;
- Réparation locale des broyeurs endommagés ;
- Optimisation du TCO (Total Cost of Ownership/Coût global de possession).

L'ensemble des bénéfices exposés ne peuvent être appliqués que par l'organisation d'audits, afin d'assurer la prise de connaissance préalable de la réalité des besoins.

Par ailleurs, même si des technologies alternatives comme la céramique permettent occasionnellement une meilleure durabilité des composants broyeurs, le concept Smart Welding présente l'avantage de garder durablement des profils optimaux et réduit au final les coûts opérationnels des broyeurs.

Enfin, il est important de noter que la solution Smart Welding ne nécessite pas d'allouer des moyens de manutention lourde et minimise donc fortement les risques d'accident.

Pour toute question, merci de consulter :
 Alain Michel – Ingénieur expert Welding Alloys Integra™
 alain.michel@welding-alloys.com

CARRIÈRE DE ROUSSAS

Une rénovation tout en profondeur

Située à 15 km au Sud de Montélimar dans la Drôme, la carrière de Roussas, qui produit un calcaire d'une qualité exceptionnelle, a fait l'objet d'un profond remaniement. L'objectif de GSM était d'accroître la satisfaction de sa clientèle, surtout dans le secteur du béton, et d'améliorer les conditions de travail de son personnel, tout en ménageant l'environnement.

La carrière de Roussas (26), appartenant pour 51 % à GSM-Granulats (HeidelbergCement Group) et pour 49 % à LafargeHolcim, vient de voir son installation de traitement remaniée et rénovée en profondeur. Cette opération visait à satisfaire les besoins de la clientèle et à accroître la sécurité de son personnel. Elle s'inscrivait aussi dans une politique de protection de l'environnement adaptée au site.

La carrière produit 600 000 t par an (pour une autorisation de 800 000 t) de calcaire très blanc et presque dépourvu d'oxyde de fer. « *Le matériau est un carbonate de calcium à plus de 95 %, explique Bruno Maestri, chef du département foncier et environnement de GSM-Granulats pour le secteur Languedoc. Cette qualité explique à la fois sa clientèle locale exigeante et l'envoi de matériaux à des distances inaccoutumées pour une carrière.* » Ainsi, son premier et plus important client est tout proche. C'est l'industriel du béton Fabemi, implanté à Donzère, toujours dans la Drôme. Celui-ci s'approvisionne en granulats très blancs – 150 000 t/an –, afin de les colorer avec précision pour sa gamme de produits "environnement" pour permettre la fabrication, entre autres, de dalles pour les piscines.

Un calcaire très recherché

La blancheur du matériau intéresse aussi les architectes et a permis de réaliser les parements de tous les ouvrages d'art de la LGV Méditerranée, entre Eure (26) et Marseille (13). Ce calcaire a aussi été choisi pour ceux du tramway de Lyon (69). Idem pour les ouvrages des abords du pont du Gard (30). De la même manière, la carrière de Roussas a fourni les granulats pour des parements en béton désactivé à Montpellier (34) ou encore pour les façades du centre commercial Odysseum, dans la même ville. *In fine*, la clientèle cimentière apprécie la pureté de ce calcaire, en particulier l'absence d'oxyde de fer, autant que sa blancheur, pour réaliser, après concassage en usine, des mélanges avec du ciment blanc. Les usines de Lafarge Ciments, au Teil, et de Ciments Calcia, à Cruz, tous deux en Ardèche, absorbent 10 % de la production de la carrière. Tous les majors du BPE de la vallée du Rhône – Cemex, LafargeHolcim, Unibéton et Vicat – sont ses clients, à hauteur de 40 % de sa production. Le reste est acheté par une clientèle



L'installation de traitement de la carrière de Roussas a été placée de côté en enfilade.

Elle dégage ainsi une large piste et met à profit le dénivelé. Elle peut donc se passer de sauterelles.

diffuse, producteurs de BPE, utilisateurs de graves... Les transformations de la carrière de Roussas s'inscrivaient dans une perspective de développement de l'exploitation. Rachetée par GSM en 1989, l'unité a obtenu une autorisation d'extension, en deux étapes. À la surface initiale de 10 ha, à présent exploités en totalité, ont été ajoutés 16 ha, exploitables jusqu'en 2017 et 12 ha, à la condition que le réaménagement soit jugé satisfaisant, notamment au niveau des mesures compensatoires, jusqu'en 2027.

Séparer la circulation et le traitement

« *L'extraction a été opérée à l'explosif, après foration et minage sous-traités à l'entreprise Buesa, sur des fronts de taille de 15 m à partir de banquettes de 10 m* », explique Valentin Brun, adjoint au chef de carrière. Le matériau est repris par une pelle Liebherr 954, qui charge deux à trois tombereaux Caterpillar 769 D fournis avec chauffeur par Buesa, selon l'éloignement du front de taille. Seuls engins appartenant à la carrière, deux chargeuses Komatsu WA 480 qui sont utilisées aux missions de chargement et de déstockage.

Après un parcours de 900 m en moyenne, sur un fort dénivelé (77 m maximum) les tombereaux bennent leur chargement dans la trémie du concasseur primaire à mâchoires Altairac, qui affiche une production



©Michel Rochet

Les convoyeurs acheminant le sable sont capotés, les autres sont pourvus de pare-vent. En arrière-plan, l'installation de chargement automatique réservée à Fabemi.

de 350 t/h. Ce concasseur a été récupéré de l'installation d'origine. Le reste de la chaîne de production avait été monté dans un édifice de 27 m de haut. « Ce bâtiment avait un impact visuel important et la maintenance des matériels était rendue difficile par l'exiguïté de l'espace, explique Hervé Guichardon, directeur de la carrière. De plus, l'installation avait été, on ne peut plus, "bidouillée". Pour tout dire, elle était devenue obsolète. »

Tout a donc été pensé sur de nouvelles bases. « Nous voulions que le personnel travaille dans des conditions maximales de sécurité, insiste Hervé Guichardon. Donc à l'écart de la circulation des engins. » L'ensemble de la nouvelle installation a été positionné en amont dans un environnement plus encaissé et sur une ligne, libérant ainsi une surface de stockage accrue. Mais surtout de telle façon que cela permettait de dégager une large piste. « L'installation utilise la pente naturelle, avec des parcours de matériaux proches de l'horizontale, ce qui épargne de



©Michel Rochet

Le nouveau bâtiment de stockage du sable sous abri a une contenance de 3 000 t de matériaux dans trois alvéoles.

l'énergie et nous dispense de l'usage de sauterelles, ces engins sur roues ou sur chenilles équipés d'un convoyeur à bande inclinable, qui permettent le transfert de flux de matériaux d'un convoyeur à un autre, complète Paolo Pereira, responsable des automatismes industriels GSM-Unibéton. Nous avons "revampé" notre carrière de Rébénacq (64) selon le même principe. »

Economie d'énergie

« Nous avons choisi d'éclater les différents postes de traitement. Chacun est pourvu d'un moyen de levage, d'un palan ou d'un pont mobile. Les moteurs des convoyeurs et du scalpeur Sandvik ont été dotés de variateurs extérieurs, dans le but d'économiser l'énergie », ajoute Paolo Pereira. Cette mesure est conforme à la stratégie ISO 50001 de GSM. « Dans le même esprit, nous allons équiper le plus grand convoyeur, qui n'est pas toujours chargé, d'un système "slow and fast". »

La nouvelle installation a été conçue en collaboration avec le bureau d'études de la Société de montages industriels du Languedoc (Smil), qui a aussi assuré la fabrication des charpentes métalliques et des convoyeurs,



L'alimentation en sable du stock est opérée par des goulottes de type Venturi, construites et installées par la Smil.

UNE VÉGÉTALISATION EXEMPLAIRE

La carrière de Roussas est visible depuis la vallée du Rhône, à l'Ouest et depuis Chantemerle, un village très touristique des Hautes-Alpes, situé à l'Est. Outre le déplacement et la restructuration de l'installation, les fronts de taille des parties en fin d'exploitation font l'objet d'un traitement par projection d'un liquide (formule tenue secrète par l'entreprise Millet Paysage), destiné à les vieillir de manière artificielle « La carrière est impossible à cacher, il faut donc la montrer ! », déclare Hervé Guichardon, directeur du site et par ailleurs, membre du conseil municipal de Roussas. Mais de la meilleure manière. La municipalité l'a bien compris. « La carrière se situe à la limite exacte de la flore méditerranéenne et de la flore septentrionale, symbolisées l'une par le chêne vert et l'autre par le chêne sessile, explique Bruno Maestri, chef du département foncier et environnement

de GSM pour le secteur Languedoc. Il nous faut respecter cet environnement et végétaliser les banquettes pour recréer l'environnement naturel. » Ce chef de département met en œuvre des végétaux mycorhizés, dont les racines ou les graines sont mises en contact avec des champignons, de manière à en favoriser la pousse et le développement horizontal. Plus tard, des plantes grimpantes, des climacites et des vignes sauvages pourront être plantées au bas des parois verticales, aidées dans leur développement par du grillage. « Pour éviter que les arbustes ne "referment" la végétation naissante, nous "louons" les services d'un troupeau de chèvre, accompagné de leur chevrrière, reprend Hervé Guichardon. Ces animaux consomment ces arbustes en hiver jusqu'à la fin mars. Après quoi, la sortie de terre de la Magicienne dentelée ou Saga pedo, la plus grande sauterelle d'Europe, présente sur le terrain et protégée, pourra intervenir ! » Cet insecte remarquable, qui peut atteindre 20 cm de long, oviscapte compris, est très rare – au mieux, il y en a cinq



©Michel Rochet

Deux fronts de taille "vieillis" et une banquette végétalisée.



©Michel Rochet

Les plantations et les semis doivent préparer le retour d'une végétation naturelle.

à l'hectare –, et discret – elle ne saute pas et bouge peu – 50 m par an. De plus, elle chasse à l'affût. Bruno Maestri et Hervé Guichardon avouent n'en avoir vu qu'en photo...

ainsi que le montage de tous les équipements. C'est en effet un réseau de convoyeurs, qui acheminent désormais les matériaux d'un poste à l'autre. D'abord, dans un scalpeur Sandvik 1623 à trois étages, qui sort des graves 0/20, 0/30 et 0/60, ou des 20/30 et 20/60. « *Il permet un nettoyage des matériaux, en dégagant les parties fines et les argiles* », précise Hervé Guichardon. Les 20/30 et 20/60 sont ensuite transportées vers le concasseur secondaire SBM à percussion, réutilisé de l'ancienne installation. Un deuxième crible Cedarapids de 12 m² sépare les matériaux supérieurs à 22 mm de diamètre, le 11/22 et le sable. Le matériau supérieur à 22 est conduit vers un concasseur Gravipac 1000 Neyrtec à axe vertical, qui produit du sable, du 4/6,3 et du 6,3/12. Enfin, un troisième crible de 15 m² Cedarapids divise le matériau fin issu du 2^e crible en 3 coupures : 0/4, 4/6,3 et 6,3/12.

Un stock de sable de 3 000 t

L'installation est complétée par un tout nouveau stock pour le sable, d'une capacité de 3 000 t. Le bâtiment, dont le soubassement a été exécuté en béton, contrairement au reste des murs et à la toiture, réalisés en bardage d'acier, a été fermé sur trois côtés. Ouvert, dos au vent – le mistral –, il offre trois espaces pour trois qualités de sable différentes. « *Notre sable devient pâteux en présence d'eau. Il doit donc être stocké à l'abri* », complète Hervé Guichardon. Ce stockage est alimenté par un convoyeur, qui approvisionne un tapis navette et des goulottes de type Venturi, ces dernières ayant été réalisées par la Smil, dans le but d'éliminer les émissions de matériau. Les convoyeurs acheminant le sable sont intégralement capotés. Et ceux acheminant les graviers sont munis de pare-vents latéraux. Enfin, il est prévu un arrosage fixe des pistes, à l'exception des parties les plus hautes. Cette installation puise l'eau à 135 m de profondeur avec un débit de 70 m³/h. De plus, l'installation est complétée par un dispositif, prévu dès l'origine du projet, destiné à Fabemi qui bénéficie d'un silo de stockage automatique. Celui-ci lui permet de charger dans les camions, du sable et des gravillons 4/6, repris dans un tunnel sous le stock. Et ce, entre 5 h 00 et 21 h 00, en l'absence du personnel, pour approvisionner l'usine du préfabricant travaillant en 3 x 8. « *Nous avons créé un badge par camion*, explique Hervé Guichardon. *L'installation est dotée d'un pont-bascule et interdit tout départ en surcharge.* »

Ainsi, la nouvelle installation donne toute satisfaction au carrier. « *Précédemment, il nous fallait quatre à cinq intérimaires. A présent, le travail a été réduit d'un facteur 2, comme le temps de production. Ceci en sécurité et avec une meilleure qualité* », conclut Hervé Guichardon.

Michel Roche



Les matériels de traitement sont tous dotés de moyens de levage. La maintenance en est facilitée.

PORTEX

Portes étanches pour cuves et citernes

70, rue J.B Colbert - ZI - 10600 La Chapelle Saint-Luc - France
 Tél. : 03 25 74 33 55 - Fax. : 03 25 74 76 46
 Web : www.portex-sas.com - E-mail : contact@portex-sas.com

Ecocem.fr

LE MATÉRIAU DE CHOIX POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

ÉCOLOGIQUE
ESTHÉTIQUE
PERFORMANT

ECOCEM
ECOCEM FRANCE SAS

BÂT. 3 - PARC CLUB DU GOLF
13856 AIX EN PROVENCE CEDEX 3
contact@ecocem.fr

LECHLER

DeNOx SNCR haute efficacité pour les cimenteries

Durant la dernière décennie, la dénitrification des gaz de combustion (DeNOx) est devenue un sujet essentiel, notamment, en cimenteries... Ullrich Speer, responsable de la division "Environnement" de la société Lechler, décrit les options pour l'élimination des NOx dans l'industrie cimentière.

Pour se conformer aux exigences d'émissions limitées de polluants, actuelles et futures, il est important que les fournisseurs d'équipements puissent proposer aux industriels des solutions toujours plus appropriées et plus performantes. Bien sûr, la suppression des NOx (oxydes d'azote) n'est pas l'unique point critique que les cimentiers ont à gérer, il s'ajoute aux oxydes de soufre (SOx – désulfuration), au mercure, aux poussières et bientôt au gaz carbonique. Au sein même de l'Union européenne, les différences en termes de limites d'émissions pour les cimenteries sont importantes. Les valeurs limites et leurs délais de mise en application sont variés. Ainsi, pour les NOx, cela s'étend de 500 mg/m³ depuis le 1^{er} janvier 2016, en France, jusqu'à 200 mg/m³ en Allemagne, mais applicable au plus tard au 1^{er} janvier 2019...

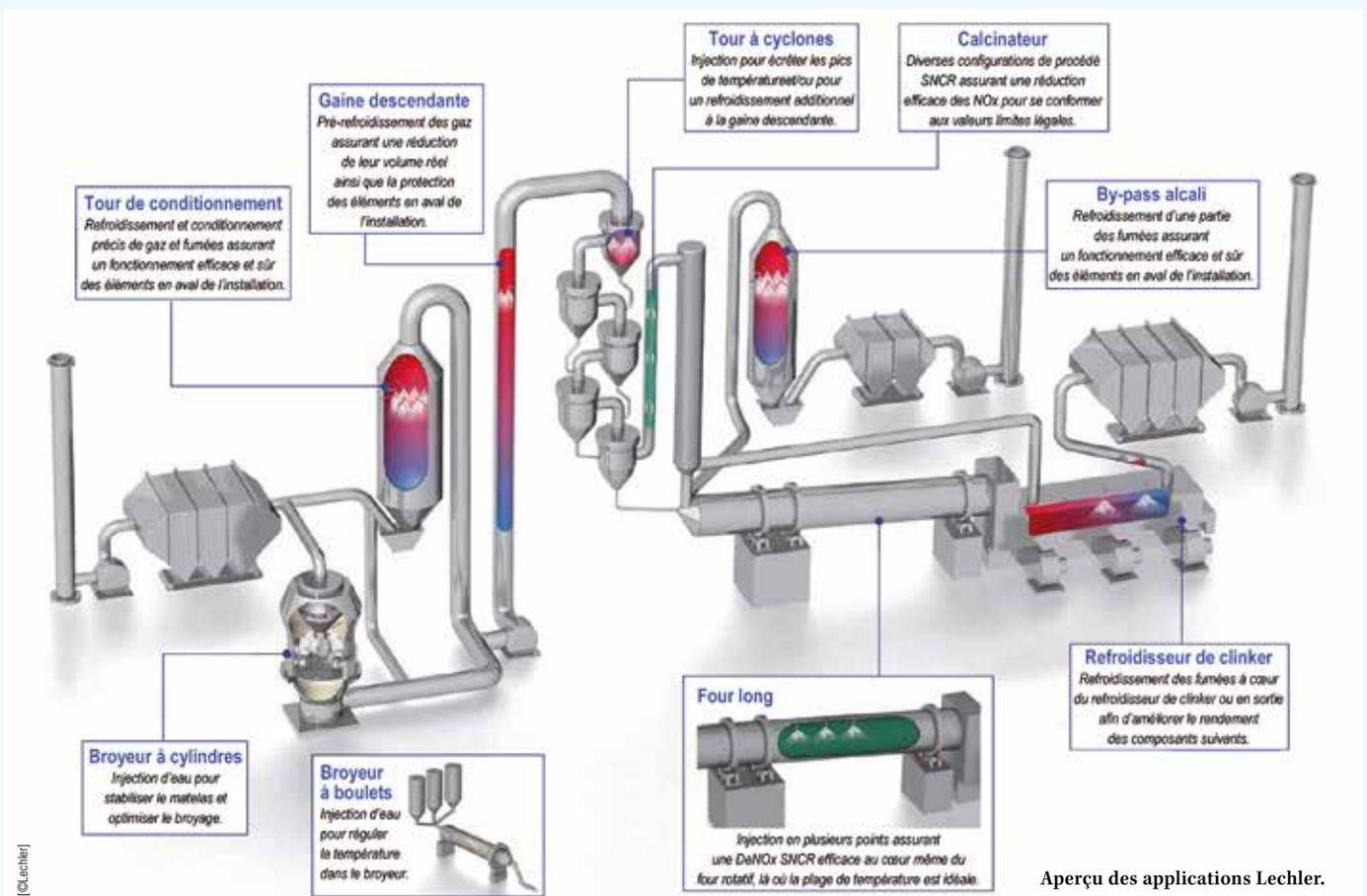
Les cimenteries offrent de multiples possibilités pour les systèmes de conditionnement de gaz – tours de conditionne-

ment, broyeurs, refroidisseurs de clinker, gaines, précalcinateurs, tours à cyclone, by-pass alkali – et ont en même temps de nombreux besoins d'injections spécifiques comme pour les combustibles alternatifs ou l'incinération de liquides.

Les systèmes spécifiques de réduction des émissions de NOx peuvent s'appliquer en différents points selon les technologies présentes dans l'usine et, dans de nombreux cas, les procédés SNCR ou Réduction sélective non-catalytique constituent la technique fondamentale.

Réduction des NOx et fuite d'ammoniaque

Lors d'un combustible, des polluants sont émis dans les fumées, dont les NOx. Une fois émis, ces derniers réagissent avec d'autres composés atmosphériques pour produire de l'ozone (O₃). D'autres produits générés durant la combustion, comme l'acide nitrique (HNO₃), réagissent aussi dans



l'atmosphère, puis retombent en pluies acides avec des effets néfastes sur l'environnement.

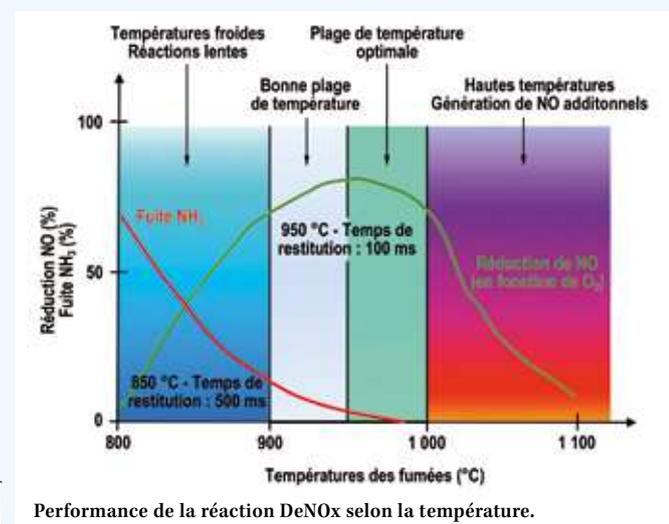
La technologie SNCR utilise l'injection de solutions d'ammoniaque (NH₃) ou d'urée (NH₂CONH₂). La réaction de la solution injectée avec les oxydes d'azote gazeux (NOx) est transformée, par décomposition thermique, en vapeur (H₂O) et azote (N₂). En utilisant de l'ammoniaque, on injecte la solution en différents points et différents niveaux du process (fours, gaines, grilles) sur une plage de température de 850 à 1 050 °C. L'ammoniaque réagit avec les monoxydes d'azote (NO) pour produire de la vapeur et de l'azote : $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$.

Utiliser une solution d'urée est plus simple et moins risqué (pas de besoin de protection spécifique). L'urée réagit aussi avec les monoxydes d'azote, le dioxyde de carbone est alors un co-produit de la réaction : $NH_2CONH_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + 2CO_2$. L'injection d'urée ou d'ammoniaque dans le process fait apparaître une fuite d'ammoniaque dans les fumées de combustion, dont l'importance peut être minimisée par réglages et ajustements du procédé (temps de séjour, plage de température). A hautes températures, le réactif va créer des radicaux NH₂, qui réduisent le monoxyde d'azote en azote selon la réaction : $NH_2 + NO \rightarrow N_2 + H_2O$.

Dans la réaction complète, la réaction de formation des radicaux apparaît deux fois et la réaction de réduction quatre fois : $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$.

La réaction DeNOx (dénitrification des gaz de combustion) à l'ammoniaque ou à l'urée est ainsi basée sur de nombreuses réactions partielles, dont l'équilibre est déterminé par la température et la concentration des réactifs. Par conséquent, même avec une sur-stœchiométrie théorique entre ammoniaque et NOx, les NO ne peuvent pas être totalement retirés.

Ainsi, pour obtenir un ratio maximal d'abattement des NO avec des émissions de NOx et des fuites NH₃ au plus faible, c'est une fenêtre de températures idéale et un temps de séjour optimal, qui doivent être visés pour le siège de la réaction. Ceci en installant des buses d'injection en plusieurs points du procédé.



Les cimenteries face à leurs défis

Les taux d'émissions limites toujours plus restrictifs imposent la mise en place de stratégies précises sur la mise en conformité des sites, tout en prenant en compte les diverses contraintes subies par chacune des usines de production. Certaines cimenteries seront à même de mettre en place une stratégie à long terme basée sur plusieurs petits investissements, lorsque d'autres préféreront d'emblée privilégier un package complet plus conséquent,

leur offrant en contrepartie des coûts de fonctionnement réduits. Les paramètres influents sur les prises décisions sont nombreux, variables et parfois même inconnus :

- évolutions des taux d'émission limite ;
- paramètres et procédés présents sur site influençant la production de NOx (température des gaz, vitesses, combustibles, mesures primaires...);
- choix du type de réactifs quand cela est possible ;
- adaptabilité nécessaire, capacité d'investissement, retour sur investissement requis.

Pour une réduction optimale des émissions de NOx, un maximum de "détails" du procédé doit être connu et maîtrisé dans la mesure du possible. La performance de la réaction DeNOx est en effet très sensible aux changements de paramètres. Sur un site industriel comme une cimenterie, la difficulté sera de s'assurer que toutes les informations importantes remontent vers le système de gestion des émissions, afin que celui-ci puisse réagir au plus vite. Les évolutions de procédés doivent être maîtrisées (changement de combustible par exemple), les plages de fonctionnement clairement identifiées (taux de charge, changements de température, phases transitoires), le niveau de NOx bruts mesurés ou encore les éventuelles accumulations de matières perturbant les flux gazeux évités (si une section de passage se réduit dans une gaine par exemple, les vitesses de passage vont être plus rapides et donc les temps de réaction plus courts : la réaction DeNOx peut s'en trouver pénalisée).

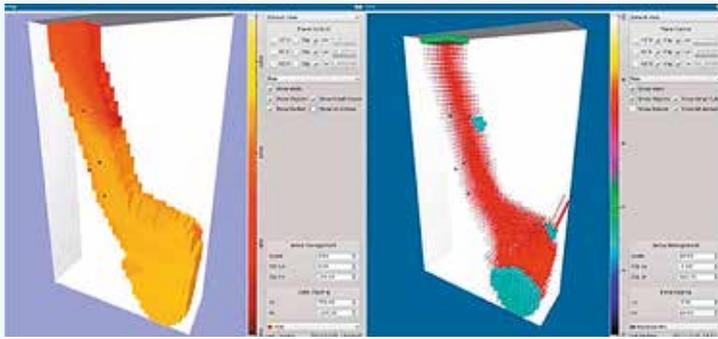
Simulation 3D et MFN en ligne

La société Steag Powitec a développé une technologie et un logiciel "SNCR Haute Efficacité" (heSNCR) de réduction des émissions de NOx pour les cimenteries en coopération avec Lechler. Ces derniers sont basés sur l'expérience que la limite de 200 mg/m³ de NOx était inatteignable ni avec des mesures primaires comme les combustions étagées, ni avec les systèmes SNCR dits "conventionnels". Cette solution technique est aujourd'hui disponible en tant que système complet ou partiel pour la rénovation et l'optimisation de systèmes SNCR existants. Le double avantage des coûts d'investissement plus faibles qu'un système SCR et des réductions de consommation de réactifs (- 30 %) en font une solution technique particulièrement attractive pour les usines.

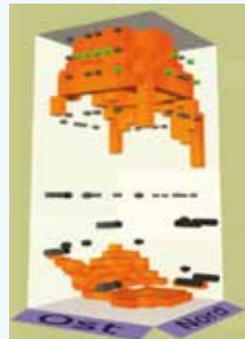
Le système heSNCR comprend :

- une MFN (Mécanique des fluides numériques) en ligne, qui résout en continu des équations physiques et chimiques (Navier-Stroke, Euler & Lagrange) issues des paramètres procédés (four, gaine, préchauffeur) ;
- la prise en compte des concrétions et accumulations sur les parois pour identifier les évolutions de distributions aérodynamiques ;
- l'analyse et les calculs en continu pour injecter la quantité de réactifs juste nécessaire sur la lance la plus appropriée (prise en compte des températures instantanées, composition des fumées, prédiction des quantités de NOx) ;
- l'adaptation permanente du procédé grâce à l'utilisation de méthodes NLPC (Non-Linear Predictive Control) pour le développement d'un système auto-évolutif progressif.

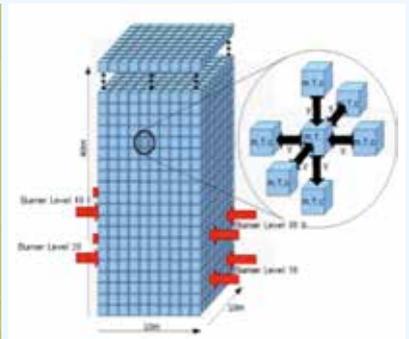
Une caractéristique spéciale complémentaire de ce process est que l'efficacité de la réduction de NOx et de la fuite NH₃ est fortement dépendante de la distribution des températures et de la quantité d'oxygène dans la zone de réaction. Ainsi, pour atteindre un résultat idéal, la bonne quantité d'agents réactifs doit arriver



Etude MFN aéroulique et thermique.



Simulation MFN d'une zone de réaction DeNOx.



Maillage MFN d'une zone de réaction DeNOx.

jusqu'à la bonne zone de réaction et au bon moment. Cela pose un défi complémentaire, puisque cette zone de réaction optimale évolue en fonction de :

- la production instantanée de clinker ;
- la quantité de combustible (puissance flamme) son type et sa qualité (PCI), sa localisation (répartition tuyère-précalcination) ;
- les concrétions et/ou avalanches de clinker ;
- le débit de gaz instantané et la vitesse de circulation.

Pour relever ce défi, le système heSNCR suit une approche "SAPC", acronyme de sonder, analyser, prédire et contrôler.

a - "Sonder" : des sondes de températures additionnelles sont utilisées pour obtenir un état précis des conditions process de la zone dans laquelle le réactif est injecté. Des capteurs sont aussi installés dans les réfractaires, en parois des gaines sensibles et dans les zones pour lesquelles on peut craindre des concrétions. Avec des capteurs de différentes tailles (pénétration) et des mesures de différences de températures, des informations de changement de vitesses des gaz peuvent être déduites.

b - "Analyser" : la situation instantanée est déduite des informations relevées par les différents capteurs et prise en compte par le système auto-adaptatif progressif. Les artéfacts de mesure sont supprimés immédiatement.

c - "Prédire" : la distribution des plages de température est calculée, en segmentant la zone mesurée en petits cubes. Pour chaque cube, les paramètres physiques sont modélisés (masse, densité, vitesse, température). Les interactions mutuelles sont décrites par des équations mathématiques et utilisées dans l'analyse MFN. Les données calculées sont calibrées en ligne avec les valeurs réelles du système de contrôle. La distribution est calculée en permanence et actualisée toutes les 10 à 30 s. Cette analyse MFN en continu permet la prédiction des changements de température en fonction des changements de combustibles.

d - "Contrôler" : comme la production de clinker est un process non linéaire avec des temps de réaction significatifs et des changements de régimes permanents, contrôler un système heSNCR est une tâche complexe. Les différentes conditions opératoires génèrent différentes charges émises et températures. La technologie "SNCR navigation PiT" incluse dans le système heSNCR utilise l'ensemble des informations en temps réel pour trouver la meilleure solution et pour faire évoluer les modèles de calculs automatiquement. Cette technique s'appuie sur un réseau neuronal capable d'estimer de nombreuses variables du procédé. Ainsi, le navigateur PiT évalue en permanence la conséquence de différents modèles de calcul pour déterminer l'action optimale. Par exemple, il simule des modifications de quantité de réactifs sur différentes lances de pulvérisation et détermine l'effet potentiel sur la réduction des NOx et de la fuite d'ammoniac en sortie cheminée. Le meilleur résultat découlant de ces simulations est ensuite choisi pour le contrôle des lances.

Contrairement aux systèmes SNCR conventionnels, le navigateur PiT est un logiciel auto-adaptatif et auto-évolutif en boucle fermée. Par conséquent, aucune action manuelle de reconfiguration n'est nécessaire. De plus, ce système statistique ne s'appuie pas sur des savoirs théoriques subjectifs, mais sur le propre historique des données process sur lequel il est physiquement installé. Il apprend en temps réel et applique les meilleures stratégies de contrôle possible. Ce système est également tolérant aux erreurs de mesures isolées, puisque chaque nouvelle donnée est comparée immédiatement à toutes celles stockées dans l'historique.

La technologie heSNCR est équipée d'un automate auto adaptatif évolutif, qui injecte la quantité optimale de réactifs au bon moment au bon endroit en fonction des fluctuations de la production de clinker. L'effet principal est d'atteindre un abattement optimal des NOx avec une fuite NH₃ minimale, tout en réduisant de 30 % la consommation de réactifs, en comparaison d'un système SNCR conventionnel.

Des résultats concrets



Skid Lechler SNCR Haute Efficacité.

De nombreux cas concrets illustrent désormais les résultats obtenus par cette technologie Lechler heSNCR. L'ensemble des lignes traitées par Steag Powitec et Lechler à l'aide de cette technologie atteint un niveau de NOx finaux de 200 mg/m³ avec une fuite de NH₃ maximale de 30 g/Mm³. Les économies en agent réactif réalisées par les sites utilisateurs sont supérieures à 30 %, offrant à la majeure partie des installations un retour sur investissement inférieur à 2 ans.

Nombre d'utilisateurs non soumis à une limite de NOx finaux de 200 mg/m³, mais seulement à 500 mg/m³, voient dans cette réduction de consommation l'intérêt indéniable de ce système :

- flexibilité de fonctionnement ;
- performance globale du procédé ;
- plus haute réduction de NOx possible en SNCR ;
- plus faible fuite NH₃ possible ;
- consommation optimale de réactifs.

Martin Engineering

Distribue les racleurs CleanScrape



©Martin Engineering

Martin Engineering est devenu l'unique distributeur des racleurs de bandes CleanScrape, dans toute l'Europe, ainsi qu'en Russie, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Et ce, depuis son siège allemand. Ces systèmes de nettoyage de bandes ont reçu, en 2013, l'Australian Bulk Handling

Award dans la catégorie "Technologie innovante", en raison de ses qualités. Ce sont des racleurs de tête installés directement sous la parabole de jetée de matières. Ils se placent en diagonale sur le tambour pour former un espace incurvé. Les blocs de raclage individuels sont vulcanisés dans une matrice et raclent la bande à partir d'une pression est extrêmement faible. Du fait de leur capacité de nettoyage, ces racleurs rendent les racleurs de bandes secondaires, autrefois indispensables, inutiles. En effet, ils retirent en moyenne entre 85 % et 95 % des résidus de matières collées en fonction du type de matériaux utilisés. Ces systèmes ne requièrent que très peu de place, c'est la solution idéale pour des espaces restreints. Il est possible d'installer le dispositif de fixation dans la position requise à l'intérieur et à l'extérieur de la chute de transfert. [Service Lecteurs 1]

Racleur de bandes CleanScrape distribué par Martin Engineering.

Mettler Toledo

Le tablier peseur pour chariots élévateurs

Mettler Toledo vient de lancer le VFS120, un tablier peseur pour chariots élévateurs. Ce dernier permet d'ajouter un système de pesage aux chariots élévateurs à fourches clipsées, de toutes marques et de toute motorisation (diesel, électrique, gaz) répondant à la norme ISO 2328. Le VFS120 est fixé sur le tablier existant et placé derrière les fourches. Il permet de peser grâce aux deux capteurs incorporés, situés entre les deux plaques de flexion constituant le tablier. L'information concernant le poids est ensuite relayée jusqu'à l'indicateur grâce au câble extensible. L'opérateur peut ainsi suivre ses pesées à chaque levage depuis la cabine de son chariot élévateur. Et il peut le transférer au système informatique client par une liaison sans fil. Le pesage au volant permet de traiter les palettes partout et à tout moment. [Service Lecteurs 2]



©Mettler Toledo

Le VFS120, le nouveau tablier peseur pour chariots élévateurs de Mettler Toledo.

Une innovation a suscité votre intérêt ? Pour avoir plus d'informations, reportez son numéro de "Service Lecteurs" sur notre site www.cbpc.fr/rubrique Service Lecteurs.

WA Integra™

Fournisseur référence de solutions techniques contre l'usure

Integra™



Integra est internationalement reconnu pour fournir des solutions et produits de qualité pour l'industrie cimentière

Plus de 30 ans de savoir-faire en cimenterie. Des équipes de soudeurs et d'ingénieurs expérimentés, mettant à votre service des solutions alternatives applicables à toutes les étapes de la production :

- Soudage et usinage sur site
- Remise à neuf de vos équipements : Broyeurs Verticaux, Presses à rouleaux, Bandages de fours
- Tôles et produits manufacturés anti-usure
- Protection anti-usure haute température
- Applications alternatives au transport de matériaux (céramiques, plastique, métaux durs)

Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.welding-alloys.com



TROIS SUPPORTS

**pour tout savoir
sur le secteur du béton**



TOUS LES
2
mois

1 La revue
Béton[s] le Magazine

Abonnez-vous sur
<http://kiosque.acpresse.fr>



2 La newsletter
iBéton[s]

Inscrivez-vous sur
www.acpresse.fr

TOUS LES
15
jours

3 Le site internet
www.acpresse.fr/beton

TOUS LES
jours

