

Castine+ vient en aide aux sidérurgistes allemands

Les intervenants
(de gauche
à droite) :
Serge Huss,
(Isenmann),
Laurent Zaber
(Isenmann),
Olivier Lacroix
(CSR), **Frédéric
Engel** (Skako
Vibration)
et **Hervé
Van Troost**
(Novacarb)

A Pagny-sur-Meuse (55), Novacarb exploite la carrière du Révoi sur un périmètre de 148 hectares. L'exploitant y extrait un calcaire de haute pureté pour alimenter les fours à chaux de son usine de production de carbonate et de bicarbonate de sodium¹. Début 2012, l'entreprise a répondu à une demande de l'industrie sidérurgique allemande recherchant un carbonate de calcium en granulométrie 0/5 mm. Intéressé par cette sollicitation, l'exploitant ne pouvait pas répondre avec son appareil de production, tant en quantité qu'en qualité. Cet outil, qui fonctionne toujours, comprend deux cribles produisant un 0/5 mm à raison 150 000 t/an, "une quantité bien inférieure à ce que demandait le sidérurgiste", se souvient Hervé Van Troost, le directeur de l'exploitation. Avant que le projet Castine+ soit lancé, le 0/5 était produit à partir d'un 0/30 traité par deux cribles sortant les mêmes coupures (0/5 – 5/15 et 15/30) : le premier est un appareil Skako, à plat, à deux étages équipé de toiles inox (de type Ondap) et le second, un crible Liwell qui possède des toiles en polyuréthane.

"Il fallait trouver une solution technique, car il n'était pas possible de cribler davantage avec ces deux appareils", reconnaît Hervé Van Troost. "La solution a consisté à broyer d'autres produits dans une nouvelle installation. C'est ce qui a lancé le projet Castine+", poursuit-il. Cette unité possède un point de prise et un point de chute dans l'installation Novacarb. C'est entre ces deux points que s'insère la nouvelle installation, mitoyenne et à l'extérieur, avec un crible Skako de 16,8 m² (incliné à un étage), un broyeur Mag'Impact 2400, des bandes transporteuses, des goulottes et une trémie de chargement.

Un traitement en boucle par Castine+

Dans cette unité, l'exploitant récupère en tout ou partie les granulométries sortant du crible Skako de l'installation Novacarb : la totalité du 5/15 qui est dirigée vers Castine+ ainsi que le 15/30, mais selon une proportion qui varie de 0 à 100 %. Ces deux produits mélangés, l'installation neuve traite ce qui correspond grossièrement à un 5/30 mm.

(1) Ces fours sont ceux de l'usine de la Madeleine à Laneuveville-Devant-Nancy (54).

C'est pour répondre à une demande de la sidérurgie allemande que Novacarb a conçu Castine+, une unité évolutive chargée de produire un carbonate de calcium de grande qualité. Constituée d'un crible Skako Vibration et d'un broyeur Mag'Impact, elle produit un 0/5 mm, et cela quelles que soient les conditions météo, grâce à des toiles de criblage Isenmann I-Lastic novatrices. L'exploitant s'est fait aider par CSR, un spécialiste de la manutention, qui a conçu les plans de l'installation en 3D. Une réussite qui tient dans un mouchoir de poche. Rapidité d'exécution, bonne entente entre les intervenants et –fait rarissime– aucune mise au point de l'installation, résumant cette prestation unique en son genre. Une visite s'imposait à Pagny-sur-Meuse.



Caractéristiques du 0/5 mm à traiter

- Matériau peu dur ayant un coefficient Los Angeles de 50-55 aux niveaux inférieurs.
- Le calcaire à traiter (0/5 mm) est tendre et humide (7 et 11 %) ; c'est un matériau collant en raison des fines qui colmatent.
- Il est constitué à 50 % d'inférieurs à 50 µm.



Ce 5/30 est amené jusqu'au crible Skako par une bande d'alimentation équipée d'une bascule Precia Molen. Cette dernière est chargée d'optimiser le rendement du crible et de piloter Castine+. De quelle manière ? À l'entrée du crible, un volet doté d'un vérin hydraulique joue sur la sortie des matériaux pour garder une alimentation constante de l'appareil sur toute sa surface de criblage. La bascule sert aussi à alimenter le broyeur de manière constante. Elle est directement liée à ce volet et à la bande qui reprend les matériaux sous la trémie de chargement alimentée à la chargeuse.

Sous le crible, la sortie du 0/5 s'effectue via une goulotte en polyuréthane sur toute la longueur du crible. Cette bande remonte ensuite en direction de l'installation Novacarb pour être mise en stock au sol par l'intermédiaire de bandes transporteuses et de goulottes rétractables. Le second produit sorti du crible est un >5 mm (5/30) qui est dirigé vers le broyeur Mag'Impact afin d'être transformé en 0/5 mm. Ce 0/5 revient ensuite sur la bande d'alimentation du crible pour un traitement en boucle.

Sur le site, la capacité de stockage du 0/5 mm est de 12 000 tonnes, en deux tas. Derrière ces stocks, le 0/5 est repris à la chargeuse pour être déversé dans une trémie qui alimente par bande transporteuse deux silos posi-

tionnés au-dessus de la voie ferrée. Le chargement des wagons s'effectue par gravité. C'est en tête de bande qu'est effectuée une prise d'échantillon automatisée. Ce dernier est analysé dans le laboratoire que l'exploitant a fait installer sur place dans le cadre du projet Castine+, afin de déterminer le taux d'humidité, la granulométrie et le taux de silice.

De l'étude à la mise en route, tout a été très vite

La mise en route de Castine+ a été fixée le 24 décembre 2012. Entre temps, le projet a commencé à être étudié au mois d'avril, les commandes de matériels passées entre juillet et août 2012 et la mise en place positionnée fin novembre.

C'est lors du dernier salon Intermat (en avril 2012) que la réflexion technique du projet a germé avec une partie délicate à gérer : le broyage. *"À cette époque, broyer des matériaux n'était pas notre métier, confie Hervé Van Troost, étant donné que nous ne savions que concasser"*. Ce salon a donné l'occasion à l'exploitant de rencontrer des professionnels du broyage et du criblage pour *"trouver le meilleur compromis en termes de rendement, de prix et de délais"*, explique-t-il. L'objectif de cette installation était – et reste

L'installation Castine+ doit avoir une flexibilité par rapport aux quantités demandées par le client sidérurgiste allemand. Son alimentation est capable de varier de 100 à 150 t/h avec la possibilité de produire les granulométries historiques du site, à savoir 0/5 – 5/15 et 15/30

À quoi sert la castine en sidérurgie ?

La castine est un carbonate de calcium utilisé comme fondant au minerai de fer, en haut-fourneau, afin de faciliter la fluidité du laitier par la formation de silicates ou silicoaluminates de calcium.



Broyeur Mag'Impact 2400.

Il n'a jamais été nettoyé depuis sa mise en service. Le constructeur a revêtu son tunnel d'un polyuréthane anticorrosion en Tivar

toujours – de sortir un maximum de 0/5 mm avant l'entrée dans le broyeur afin d'optimiser le travail de cette machine par sa taille et sa puissance électrique.

“La partie du projet axée sur la recherche de matériels a été la plus simple à gérer car, en définitive, c'est le matériel qui fait le produit”, confie le directeur d'exploitation. Le travail le plus difficile a été de trouver un ensemble capable, dans un minimum de temps (6 mois), de proposer un projet entrant dans le budget alloué.

Finalement, c'est l'entreprise CSR, implantée à Hardivillers (60), qui en a hérité, avec l'étude d'implantation en 3D, la fabrication et le montage. “Le choix d'un seul interlocuteur explique qu'il n'y a pas eu de perte d'information entre les différentes étapes, et que le projet a pu être réalisé à temps”, résume l'exploitant. CSR a donc fabriqué les charpentes du crible et celles du broyeur, mis en place les bandes transporteuses et leur étanchéité (étanches à 100 % sur les produits). Les convoyeurs sont partis entièrement montés de l'usine avec le capotage installé, les passerelles assemblées, la longueur de bande suffisante et jointoyée, la motorisation en place, le chemin de câbles intégré aux châssis. Les éléments les plus longs sont partis par convois exceptionnels, les convoyeurs placés l'un sur l'autre, prêts à être positionnés pour le montage.

Une emprise de 50 x 50 m

Sur site, l'installation jouxte celle de Novacarb. CSR a intégré les matériels dans une aire relativement compacte dont l'emprise au sol n'excède pas 50 x 50 mètres, avec au plus serré, un croisement entre deux convoyeurs n'excédant pas 3 mm ! D'où la nécessité d'une intégration

des éléments en trois dimensions. “Il y a eu beaucoup d'échanges d'avant-projet entre les projeteurs et peu de réunions avant le démarrage du chantier, car chacun savait ce qu'il avait à faire”, reconnaît Olivier Lacroix, responsable du projet chez CSR. Parmi les difficultés, il cite entre autres les hauteurs, les chutes, les descentes de goulottes, tout en réalisant une installation extérieure la plus étanche possible... Le montage a eu lieu l'hiver, avec des opérations importantes de grutage qu'il a fallu planifier tâche par tâche, jour par jour, durant des temps de travail diurnes relativement courts. Les fournisseurs de matériels (Skako et Magotteaux) ont respecté les règles imposées par l'exploitant en livrant les matériels à temps, lors “des moments stratégiques pour le projet”, commente à son tour Hervé Van Troost.

La performance de l'installation est liée au crible

Le crible Skako est un appareil incliné alors qu'on s'attendrait à voir un crible à plat. Pourquoi ce choix ? “Pour une question de budget”, résume Frédéric Engel, ingénieur commercial en charge du projet chez Skako Vibration. Et de poursuivre : “Chez Novacarb, tous les cribles Skako sont à plat sauf le crible des pierres. Le colmatage sur un crible à plat nous faisait craindre le pire avec ce calcaire humide et fin, et cela avant que Skako se rapproche d'Isenmann pour le choix des toiles de crible.” Selon lui, un broyeur à axe vertical produit des matériaux cubiques, mais rien n'indiquait que le crible n'allait pas goujonner en recevant sa charge de 0/5. Il ajoute qu'un crible incliné était préférable pour dégoujonner sereinement à 5 mm, “car la vibration passe par tous les angles de maille”, précise-t-il.

“Le calcul de surface a pris pas mal de temps avec la définition des courbes de recyclage et celle de la charge circulante fermée, explique Frédéric Engel. Beaucoup de passes de calculs ont été effectuées avec Novacarb pour déterminer les charges. Et le choix du broyeur a largement compté, car il donne un taux de fines sur lequel Skako s'est basé pour calculer la charge circulante [elle est de 230 t/h, la limite totale] et sur lequel CSR s'est appuyé pour dimensionner le volet du crible et les équipements.”

Dans Castine+, Skako s'est engagé à cribler “correctement” avec 100 t/h de matériaux à l'alimentation en couche suffisante (vide de maille calculé en théorique), avec 2 % de 4/5 mm et 90 t/h de 0/5 mm.



Stockage du 0/5 produit par Castine+

Enfin, autre raison à ce choix de crible incliné : *“Avec un capotage statique, il est plus facile de rendre étanche un crible incliné qu’un crible à plat”*, fait observer ce professionnel du criblage.

Le crible que Skako a livré est un appareil sur mesure, de 16,8 m² (2 100 x 8 000 mm), de 45 kW, à un étage, à balourds, et à graisse. Ce choix d’une lubrification à la graisse est justifié par le fait qu’il est plus simple à entretenir avec un graissage automatisé. *“Le crible à graisse a l’avantage de s’étanchéifier automatiquement à la poussière puisque la graisse fait barrage à l’entrée des fines, contrairement à l’huile où l’on peut retrouver des particules de silice dans l’huile en cas de pollution accidentelle, notamment lors du remplissage ou de la vidange”*, poursuit Frédéric Engel.

Des toiles qui font 80 % du travail du crible

Le crible est équipé de grilles modulaires Isenmann montées sur rails de type WS85, en 300 x 1 000 mm. À la réception, il s’agit seulement de toiles classiques en polyuréthane, tandis que celles qui couvrent presque la totalité de la surface du crible sont des I-Lastic, un produit que l’industriel a introduit sur le marché lors d’Intermat 2012. Castine+ est la première application de cette toile sur un crible complet en première monte.

“Avec I-Lastic, on travaille sur l’écartement des armatures qui est plus important que sur des toiles standard, ainsi que sur la souplesse du polyuréthane”, confie Laurent Zaber, directeur commercial d’Isenmann pour la France. Selon lui, *“la tenue de cette toile à la résistance et à l’arrachement est plus importante qu’avec une toile polyuréthane classique. Sa conception per-*



Toile I-Lastic :
I pour Isenmann, Lastic exprimant la souplesse de la garniture. Sa dureté est de 45 Shore. Avec cette toile, Isenmann a poussé les écartements d’armature à la manière de ce qui se pratique sur les peaux de tambour pour obtenir plus de souplesse

met d’obtenir une grande perméabilité. C’était d’ailleurs la difficulté du projet Castine+ : avoir le plus de perméabilité possible pour sortir les tonnages de produits finis et surtout ne pas colmater, tout en restant précis dans la coupure.”

Comment réagit la toile lorsqu’elle reçoit le produit à cribler ? *“Elle se met en flexion et bouge avec les mouvements du crible, créant un effet de trampoline sur les toiles”*, poursuit Laurent Zaber. C’est en quelque sorte une *“peau de tambour ultra-renforcée”*, reconnaît-on à la carrière. Des essais réalisés lors de la visite de réception à l’usine de montage des cribles Skako, en République tchèque, ont montré que l’effet trampoline de la toile était visible – à l’œil nu : la toile se soulève de plusieurs centimètres.

Sur place

SCS avec GSM intégré

- Imprime les valeurs maximales pondérées
- Stocke les signaux
- Alarme sonore/visuelle



A distance

Alarme :

SMS / e mail

Interrogation du SCS à partir d’un PC



Surveillance de l’impact des vibrations sur l’environnement et les structures

Récupération des signaux sur votre PC : rapports et décisions rapides



IDETEC - 15, Lot. Com. Pesquier - 13120 GARDANNE - FRANCE - TEL. 04 42 51 57 13 - FAX 04 42 58 42 29
Vente - Location - Prestation de service - mail : idetec.gardanne@wanadoo.fr - web: http://pro.wanadoo.fr/idetec



Les longueurs de bandes sont relativement faibles et les pentes bien définies

Dans la conception de ces toiles, Isenmann met en avant l'épaisseur de polyuréthane et la largeur d'interstices, comme le précise Laurent Zaber : *"Les épaisseurs d'usure à la membrane sont relativement faibles pour avoir une grande souplesse de la toile et un effet anticolmatant. L'écartement d'armature est, lui, doublé par rapport à une toile classique en polyuréthane."* Autre intérêt : la conicité de la maille est de 5° par rapport au sommet. En conséquence, la maille s'ouvre par le bas (elle est plus large en bas qu'en haut) et cette forme évasée évite le goujonnage. Il s'agit d'une conception systématique des toiles Isenmann en polyuréthane.

Crible Skako : son moteur ne bouge pas car il est calé sur la valeur calculée de l'amplitude

Après 10 mois d'utilisation, la hauteur de couche à l'alimentation du crible est uniforme sur toute la largeur de l'appareil (2,10 m), comme l'avait recommandé Skako avec une alimentation par une bande de 800 mm de large et sans qu'il soit nécessaire d'insérer une caisse à

pierres. L'étalement est assuré par un système interne de déviation des matériaux. Il n'y a pas encore eu de goujonnage et les matériaux anguleux ne restent pas coincés dans les mailles du crible. Ils sont éjectés ou passent à travers les mailles. Avec la vibration de l'appareil, les toiles ne se colmatent pas.

Depuis la mise en service de cette installation, le crible n'a jamais été arrêté ni nettoyé, y compris durant les mois froids et pluvieux de janvier et de février, alors que le crible Skako de l'installation Novacarb ne travaillait pas.

Le mouvement du crible annulé par l'excentrique

Le moteur du crible est équipé d'une tension dite automatique montée sur un axe. Au démarrage, le crible ne travaille pas sur la tension des courroies, mais sur un socle oscillant (une embase Rosta). Sa tension est réglée par une vis. Sur ce crible incliné, Skako utilise des poulies qui sont désaxées. *"L'excentrique correspond à la valeur de l'amplitude, ce qui fait qu'en théorie mouvement est annulé par le désaxage de l'excentrique"*, explique Frédéric Engel, de Skako. En théorie, l'embase oscillante n'est pas nécessaire, mais elle s'avère très utile pour amortir les mouvements transitoires au démarrage comme à l'arrêt.



Une manutention plus sécurisée

Dans cette unité Castine+, tous les convoyeurs ont un tambour de tête revêtu de céramique, avec un racleur Flexco. L'étanchéité est assurée par le système de convoyeurs Probelt développé par CSR : la bande défile sur un rouleau central horizontal et glisse sur les rives latérales. Un capot amovible recouvre chaque section de convoyeur assemblée l'une après l'autre. En matière de protection des angles rentrants, CSR a aussi proposé ses solutions. Pour les rouleaux de retour, il s'agit d'un système antichute du rouleau, et pour les rouleaux supérieurs, CSR a mis en service son système PARS.

Des arrêts d'urgence sont positionnés de chaque côté des bandes transporteuses. On note aussi la présence de contrôleurs de rotation de bande totalement sécurisés, et de contrôleurs de bouchage dans chaque goulotte.

Sous la trémie de réincorporation, CSR a installé deux stations d'absorption de chocs appelées AB Choc. Elles évitent aux matériaux de poinçonner la bande transporteuse lorsque la charge descend sur ces stations. Le système est constitué de deux rouleaux posés sur un cadre métallique articulé en son centre afin de suivre les mouvements de la bande. L'amortissement est assuré par la flexion de la bande et par les rouleaux. *"Il n'y a plus de friction entre la bande et les barres d'impact, et il n'y a plus de poinçonnement de la bande car elle est prise entre les produits et la barre d'impact"*, explique Olivier Lacroix de CSR. *"Un des principes de la station est de se servir de l'élasticité de la bande"*, poursuit-il.

En cas d'intervention, l'exploitant est capable d'effectuer seul le changement d'un rouleau puisqu'il



Les deux stations d'absorption de chocs AB Choc sous la trémie de réincorporation. Toute la charge de la trémie descend sur ces stations. Le système est breveté, et s'adapte à la largeur de la bande, avec des rouleaux et des axes plus grands

s'agit d'une pièce interchangeable de type mine. Un système de bascule sert à dégager le rouleau endommagé, et la bande vient d'elle-même grâce à la flexibilité du système. Toute intervention s'effectue à l'extérieur de la station.

Avec le système CSR, un rouleau de retour est placé tous les 6 m au lieu d'une distance de 3 à 4 mètres sur un convoyeur classique. La particularité de ce système est de se servir du poids de la bande pour assurer une tension automatique. *"Ce qui permet d'avoir des zones de tension en pied beaucoup plus courtes qu'avec une disposition de type traditionnelle"*, précise Olivier Lacroix. À plat, les stations de rouleaux retour sont écartées, et CSR se sert de la flèche, et donc du poids, pour tendre automatiquement la bande. Remarque du constructeur : *"Il y a ainsi moins de pièces mécaniques en mouvement."*

	<p>SPAR 2</p> <p>Protection rapprochée du tambour de tête par occupation du volume.</p>		<p>SPARET</p> <p>Auge profonde. Le point de chargement supprime les angles rentrant et améliore l'étanchéité.</p>
<p>SPAR 1 CLIPÉ</p> <p>Station support rouleau intégrant la protection de l'angle rentrant. (1^{ère} monte)</p>		<p>SPAR 3</p> <p>Retournement de bande. Maintient les convoyeurs propres et optimise leur fonctionnement.</p>	
	<p>SPARGAMAT AC</p> <p>Point de chargement autocentreur. Optimise le réglage de la bande, supprime les angles rentrant et améliore l'étanchéité.</p>	<p>Elimination du risque Protection rapprochée Optimisation des transporteurs.</p> <p>R. BRUNONE</p> <p>optimisation et sécurité des convoyeurs 1, rue de la Cressonnière - BP 3363 - 27930 Saint-Marcel - France Tél: +33 (0)2 32 64 20 20 - Fax: +33 (0)2 32 64 20 11 E-mail: brunone@brunone.fr - www.brunone.fr</p>	

Personne dans l'installation, l'automate veille

"*Tout est automatisé dans la carrière, il n'y a personne dans les installations*", explique Hervé Van Troost. L'ensemble est piloté par une interface définie par Novacarb, et le système conçu pour l'automatisation des installations assure l'ensemble des fonctionnalités classiques de contrôle commande, à savoir : la conduite de l'installation par synoptiques animés avec de nombreuses boîtes de dialogue intégrant les flux de matière, la gestion des alarmes et des sécurités, la gestion de la production, l'aide à la maintenance.

Castine+ est surveillée par des contrôleurs de bouchage, des contrôleurs de rotation, des contrôleurs de vibration sur le crible et sur le broyeur, l'ampérage sur le broyeur...

Le crible est équipé d'un capteur de vibration. C'est la première application de Skako en carrière et en France, reconnaît Frédéric Engel : "*Il s'agit d'une avancée pour les cribles, le capteur délivrant à la fois un signal tout ou rien réglé sur une valeur de consigne – par une bague située sur le capteur – et un signal analogique 4-20 mA.*" Le principe de fonctionnement est le suivant : l'appareil est connecté à la supervision du site, et s'il y a trop de vibrations, une alarme les signale dans l'application Castine+. L'installation enregistre également les valeurs de mesure des vibrations, dont les paramètres sont archivés. "*On sait exactement comment le crible a travaillé dans les dernières heures qui précèdent un incident. Il est possible de savoir si c'est une panne, un choc ou autre chose*", précise Frédéric Engel.

La nouveauté ce sont ces tablettes (fonctionnant en Wi-Fi) qui ont été mises en service pour que les techniciens repèrent d'où viennent les pannes. "*Le dispositif évite les pertes de temps lors des redémarrages*", précise l'exploitant.

Castine+ est mitoyenne de l'installation historique Novacarb où était produit auparavant le 0/5

L'implantation de la nouvelle unité en 3D a permis de se faire croiser passerelles et convoyeurs...



Un courant d'appel moins important

L'alimentation électrique de Castine+ est proche de 400 kW. Elle provient de la salle basse tension située à proximité des bureaux de la carrière, et alimente le bungalow de la nouvelle l'unité qui, à son tour, distribue l'énergie aux appareils de traitement. "*Il ne fallait pas dépasser la capacité du transformateur, ce qui explique que tous les postes ont été travaillés au regard de leur consommation*", explique Hervé Van Troost. D'où l'idée de travailler avec des variateurs. "*Le variateur, c'est presque un outil de confort*", note ce dernier. "*Il évite la forte intensité au démarrage, notamment celle du crible Skako qui est 6 à 7 fois plus élevée que le courant nominal, voire plus...*" Il fallait empêcher cette sollicitation élevée en limitant le courant d'appel pour le crible, mais aussi pour le broyeur. Avec ce variateur électronique, l'intensité au démarrage du crible a chuté de 600 à 120 A. Cet appareil de type KEB avec fonction ASCL (Asynchronous Sensorless Closed-Loop)² et résistance de freinage permet aussi de passer les points critiques de vibration. Pour le broyeur, le variateur est utile lors de la mise en vitesse (il limite le coût énergétique) et module sa fréquence afin qu'il soit plus proche des caractéristiques du produit à traiter.

90 000 tonnes castine produites

"*La contrainte de Castine+ a été de produire un 0/5 parfait, plus sec et de plus belle forme que celui de l'ancienne installation Novacarb. Ce qui a été le cas, car il n'y a pas eu de mise au point de l'installation, des bandes, du crible et des toiles, du broyeur, pas de bourrage dans les goulottes...* Ce qui est très rare", constate l'exploitant. Conséquence : l'installation est aussitôt passée en production industrielle le 24 décembre 2012. Et le 2 janvier, le premier train est parti chargé de 1 250 tonnes à destination de l'Allemagne. Désormais, chaque semaine, 3 trains partent outre-Rhin, emmenant 80 à 90 % de la production de ce 0/5 mm recherché par ce sidérurgiste. En tout, ce sont 180 000 tonnes qui ont été écoulées. Un bel exemple de développement durable, car avec ce mode de déplacement, chaque train évite de faire rouler 40 semi-remorques sur les routes.

m&c

Jean-Pierre Le Port



(2) La version ASCL (Asynchronous Sensorless Closed-Loop) des variateurs KEB est destinée au pilotage de moteurs asynchrones. En boucle ouverte, elle assure des performances d'asservissement en vitesse et en couple similaires à des solutions en boucle fermée.