

mines & carrières

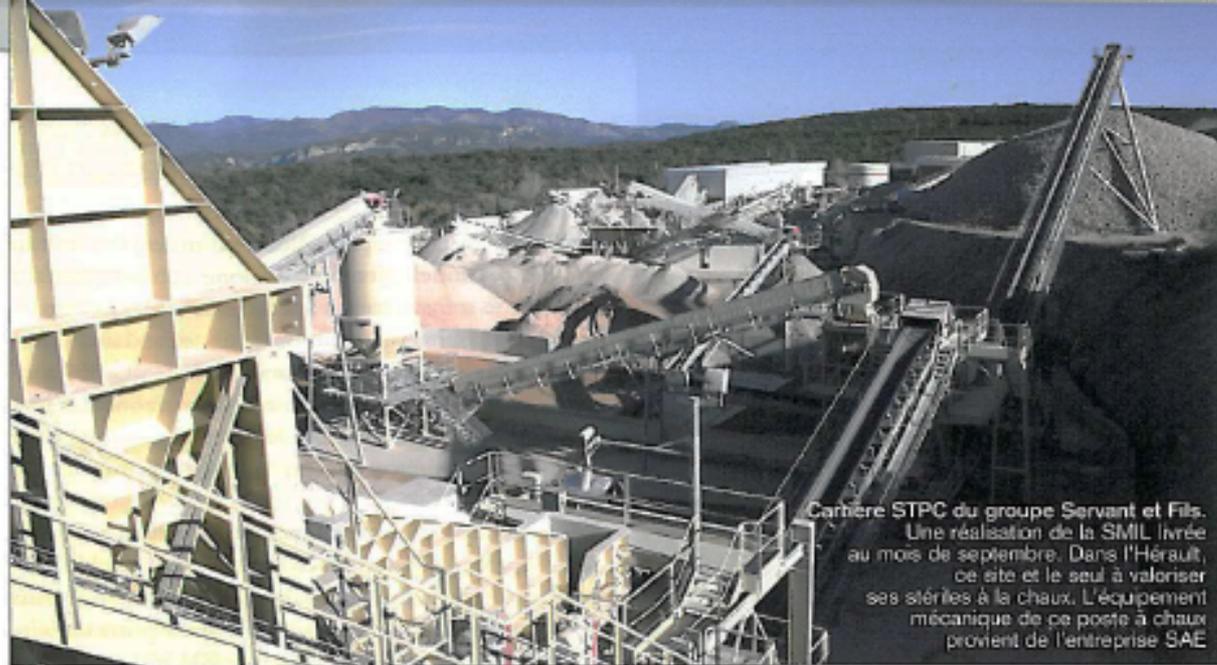
À la découverte
des exploitations
de l'entreprise Castille

Le fer se donne
les moyens

DOSSIER

Carrières
en pilotage
automatique

revue de la société de l'industrie minière - n° 165 - 15€ - 2009



Carrière STPC du groupe Servant et Fils. Une réalisation de la SML livrée au mois de septembre. Dans l'Hérault, ce site est le seul à valoriser ses stériles à la chaux. L'équipement mécanique de ce poste à chaux provient de l'entreprise SAE

dossier

Réglage fin et optimisation des flux à Brissac

Dans le cadre de la modernisation du poste primaire et du revamping des postes secondaires et tertiaires de la carrière STPC de Brissac (34), appartenant au groupe Servant et Fils, la société EIE Guerrier a automatisé l'installation en l'équipant du progiciel Titan, version 6. Le point sur la phase finale de réglage, avec l'exploitant et l'automaticien.

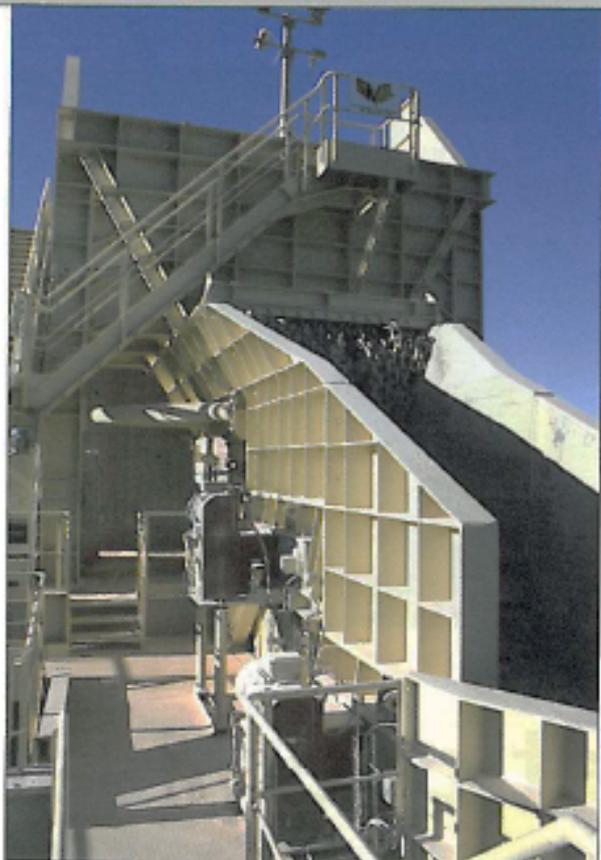
A Brissac, dans le département de l'Hérault, EIE Guerrier a automatisé récemment la carrière STPC, appartenant au groupe Servant et Fils. Cette entreprise familiale a profité du revamping de son installation pour modifier complètement l'équipement et la disposition du poste primaire. À ce niveau, le traitement est assuré par deux scalpeurs à disques disposés en cascade, puis par un crible à doigts. L'ancienne configuration comportait un concasseur à percussion Altaïrac BP33.

Implantée à une trentaine de kilomètres au nord-ouest de Montpellier, dans les gorges de l'Hérault, et en bordure des Grands Causses, cette carrière exploite un gisement de calcaire du Jurassique moyen, assez résis-

tant et peu usant (Los : 22, MDE : 8), mais pollué par 17 % de stériles nécessitant un précriblage à 30 mm. Avant d'aborder la partie automatisation, il est important de faire un point sur l'extraction et le traitement des matériaux.

Des stériles valorisés à la chaux

Sur ce site de 25 hectares, dont 16 sont réservés à l'exploitation et 4 à l'installation, Jean-Marie Ramondenc, le chef de carrière, fait abattre les matériaux par foration et minage. Un tir par semaine permet de récupérer 10 000 tonnes de brut d'abattage d'un calcaire (densité en place 2,5 à 2,6), qui est repris à la pelle, une Caterpillar 345 BLME. L'échelon de transport est composé de cette pelle et d'un tombereau Komatsu HD 605-7, qui est chargé pour alimenter le poste primaire à raison de 630 tonnes/heure. Le brut d'abattage (0/1 000) est déversé dans une trémie au fond de laquelle un alimentateur Metso HRBM 6015 charge deux scalpeurs à disques de construction Auguste Müller, disposés en cascade. Le brut d'abattage dont la fraction fine est scalpée, passe dans un concasseur à mâchoires Metso C140. Sous ces scalpeurs, un crible à doigts (de construction Auguste Müller) récupère un stérile 0/25 - 0/30 qui est envoyé vers le poste de chaulage. D'abord stockés dans un silo fermé, le stérile est mélangé à de la chaux dans un malaxeur ; ce produit chaulé est stocké dans un silo de maturation durant 20 minutes, après quoi il est criblé sur un appareil Metso DF 2616 sur lequel plusieurs orientations sont possibles : le +20 mm ou le +4 mm ou le 0/D sont dirigés vers la partie secondaire de l'installation, selon la propreté du pro-



Poste primaire avec double scalpeur Auguste Müller

duit et selon le traitement envisagé. La ou les fraction(s) non retenue(s) part(ent) en direction du tout-venant. Le pourcentage de chaux est décidé selon la propreté du gisement ; il varie de 0,5 à 1 %.

Un secondaire en circuit ouvert

Les matériaux sortis du concasseur à mâchoires arrivent sur un crible haute énergie Cedarapids 5163, horizontal à 3 étages (coupures à 60, 20 et 4 mm), qui délivre 4 coupures : il en sort un 0/4 qui est orienté vers l'unité de traitement des matériaux routiers, un +4 mm qui est envoyé au stacker sur la partie secondaire. Il existe une possibilité de réintégrer au chaulage un +4 mm au cas où la fraction comportant du stérile ne serait pas passée sur le crible à doigts.

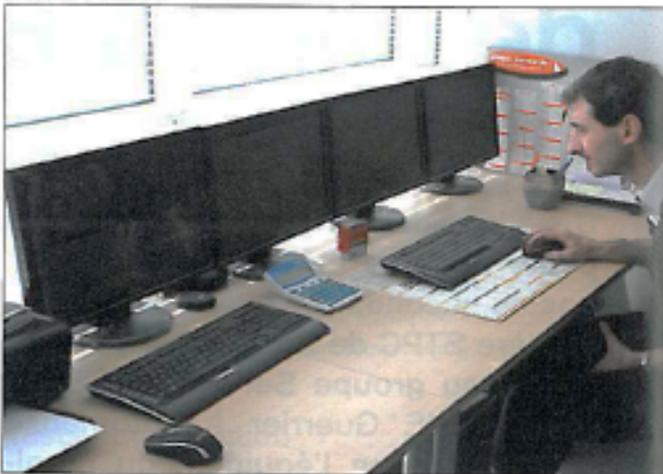
Les fractions de 20 à 60 mm sont soit envoyées au secondaire, soit réintégrées dans l'installation de chau-

lage au cas où les matériaux seraient encore sales. Dans le cas contraire, ces fractions sont dirigées, elles aussi, vers le stock pile.

Le 0/200 du stock pile (2 600 m³ utiles) est extrait depuis un tunnel (50 mètres de long), puis déposé sur une bande transporteuse à vitesse variable. Les matériaux sont traités dans un broyeur secondaire à percussion Metso NP 1213. Il en sort un 0/50 à 350 tonnes/heure qui arrive sur un crible horizontal, haute énergie, Cedarapids 8203. De ce crible sort un sable secondaire à béton (0/4), un 4/22,4 mm et un 22,4/40.

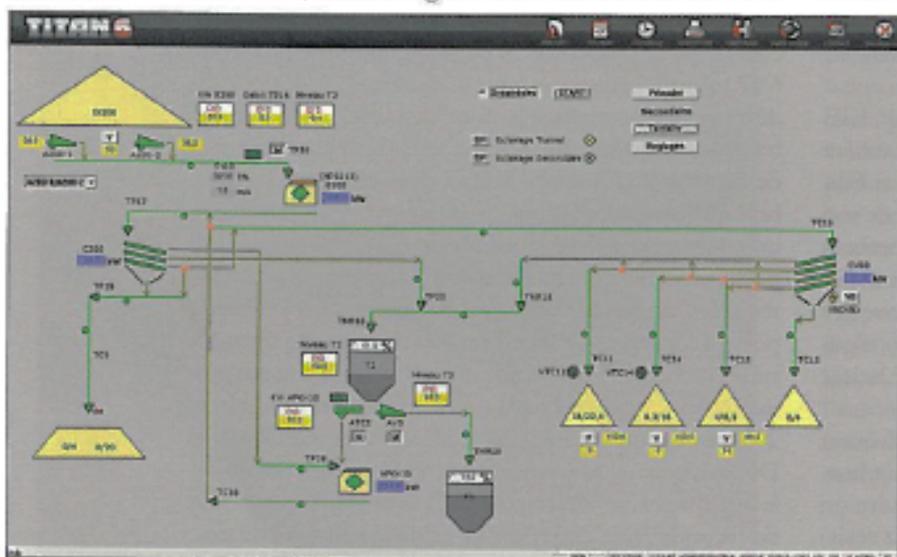
Le 4/22,4 est envoyé sur un crible CVB 2050 à 4 étages pour séparer les matériaux en 4/6,3 – 6,3/16 et 16/22,4. Le 22,4/40 sorti du crible Cedarapids est envoyé dans une trémie d'où il est ensuite dirigé vers le poste tertiaire de l'installation un broyeur Barmac BM 100 ou dans un broyeur APK 1010. Ce broyeur Barmac produit un 0/2 fillerisé destiné à la préfabrication, ainsi qu'un 4/8 qui, lui aussi, suit cette même filière (préfa). Le 2/4 est recyclé ; il est destiné à la préfabrication.

Le +40 mm du secondaire va directement dans l'APK 1010.



La principale difficulté a consisté à compenser en permanence les écarts de courbes granulométriques à l'arrivée sur le stock pile

Synoptique du poste secondaire



Dans cette installation, le poste secondaire est en circuit ouvert, ce qui signifie que les refus du broyeur NP 1213 vont directement dans l'APK 1010, au tertiaire, et ne retournent donc pas au secondaire. Ces deux postes – secondaire et tertiaire – datent de 2009.

Les granulométries commerciales produites par la carrière STPC se composent d'une partie destinée au marché des travaux publics (0/4 – 0/20 – 0/60 – 20/60), à celui des bétons (0/2 – 0/4 – 6,3/16 – 16/22,4), et au secteur de la préfabrication (0/2 – 4/8 – 4/6,3).

La production annuelle du site est de 400 000 tonnes. Les matériaux sont commercialisés dans une zone qui irradie le nord de Montpellier.

Automatisme : des réglages de plus en plus fins

"Quelques contraintes ont été prises en compte", explique Philippe Guerrier, p-dg de l'entreprise EIE Guerrier. "Elles se situent au niveau du poste primaire sur le pilotage de l'alimentateur à tiroir, qui se corrige en fonction du débit des concassés ou du débit des stériles. Pour le poste chaulage, l'automate gère le dosage et le mélange de la chaux, avec une précision du dosage de 2 % sur 1 % de chaux injectée, ce qui correspond 40 kg à l'heure de précision pour 2 tonnes de produit. La précision mérite d'être notée notamment au regard du coût de la chaux", poursuit-il.

En termes de productivité, le poste primaire est largement dimensionné par rapport aux besoins du secondaire, laisse entendre le spécialiste. Néanmoins, la difficulté rencontrée sur le site concerne la stabilisation de l'unité secondaire, précise-t-il : "Dans l'installation secondaire, la problématique est de garantir le fonctionnement simultané des deux broyeurs à percussion et de maintenir le broyeur tertiaire alimenté, de façon à ce que les trois machines fonctionnent toute la journée en charge."

Autre difficulté : les broyeurs du secondaire sont en pause de midi à 14 heures. "En fonctionnement, la trémie tertiaire est remplie, et durant la pause le poste tertiaire continue de travailler seul en attendant que le redémarrage de l'après-midi l'alimente à nouveau. Le tertiaire doit être en production du matin au soir, sans arrêt", indique-t-on à la carrière.

Compenser les écarts des courbes granulométriques

La difficulté principale a consisté à compenser en permanence les écarts de courbes granulométriques à l'arrivée sur le stock pile, pour que les machines restent en charge, et aussi pour avoir un mélange permanent entre les matériaux arrivant sur l'APK10 et le NP1213. "Il faut assurer une stabilité dans la qualité des fusaux en sortie de produits finis", ajoute Philippe Guerrier. "Une partie de la production est issue de ces deux machines, ce qui nous a obligé à les faire tourner en parallèle et en permanence", note-t-il.

Et de poursuivre : "On s'est rendu compte que sur l'installation secondaire, le navet central de l'installation était une petite trémie. Notre démarche a été de l'approvisionner constamment pour garantir l'approvisionnement en matériaux du BM100, au tertiaire, et de l'APK1010, sans provoquer l'arrêt du NP1213." L'alimentation doit donc être capable de s'adapter à la demande, or lorsque l'alimentateur de cette trémie est mis en marche, il occasionne une fuite de 80 tonnes/heure. C'est cette fuite qui est à stabiliser le plus rapidement possible avant que la trémie ne se vide, "mais il ne faut pas trop la compenser pour ne pas trop la remplir lourdement", explique-t-on. Pour pallier ce problème, EIE Guerrier a ajouté un variateur de fréquence sur l'alimentateur de manière à moduler "l'hémorragie" de matériaux, et la rendre variable par rapport aux besoins de consommation du tertiaire.

Le groupe Servant et Fils

Servant et Fils a été créé en 1944 par Louis Servant ; son fils Marcel lui a succédé en 1975. Suite à sa disparition en 1989, la société a été reprise par ses 2 enfants, Philippe et Jean-Louis Servant jusqu'en 2007, année du décès de Jean-Louis. Les deux fils de Philippe, Nicolas et Romain, ont alors intégré l'entreprise familiale pour prendre le relais de leurs aînés. Ils constituent la quatrième génération de dirigeants.

Le site historique de l'entreprise est à Lamalou-les-Bains, dans l'Hérault où se trouvent le siège social et une carrière. En 1972, l'entreprise crée une branche "béton" à Lamalou-les-Bains, suivi en 1984 de l'ouverture d'une centrale à béton à Roujan, près de Pézenas, et d'une autre à Béziers, en 1987. La carrière STPC, sur la commune de Brissac, a été acquise en 1994. Deux centrales à béton sont venues renforcer le dispositif de l'entreprise à Montpellier, l'une en 1998 et l'autre en 2001. Le dispositif est complété par une centrale à béton implantée à Bédarieux.

L'entreprise a ouvert une carrière de dolomie, à Carlenas-et-Levas (34), dont la production alimente les industries du verre et de la préfa, ainsi que l'agriculture pour l'amendement des sols et la fabrication des engrais.

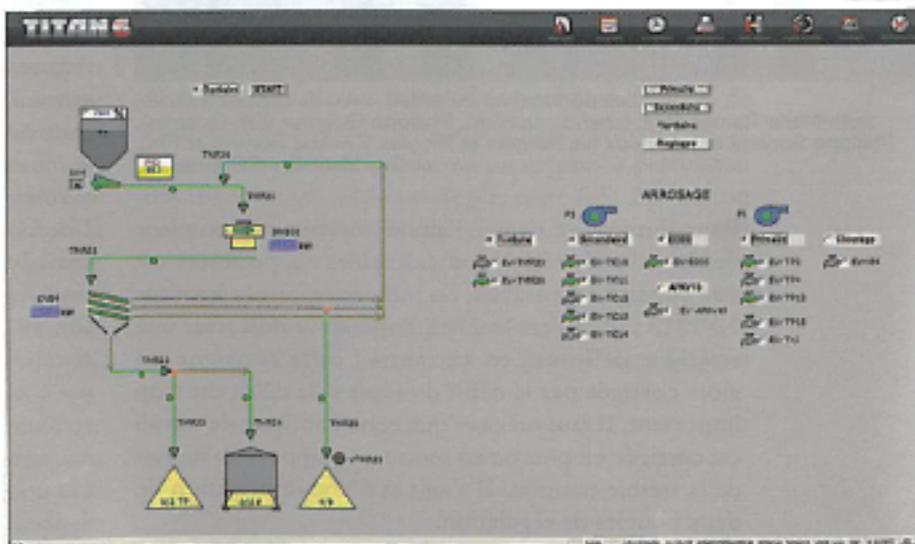
En tout, l'entreprise Servant et Fils compte 3 carrières (Brissac, Lamalou-les-Bains et Carlenas-et-Levas ; toutes sont certifiées CE2+) et 5 centrales à béton, qui sont certifiées NF. La production annuelle de ces trois exploitations est de 900 000 tonnes.

Atteindre 85 % d'efficacité

Pour ce projet, EIE Guerrier s'est engagée auprès de l'exploitant à ce que les machines tournent la journée entière. Selon l'automaticien, "l'efficacité de charge pouvant être atteinte est de l'ordre de 85 %". Autrement dit, après avoir déterminé les points de fonctionnement des machines, il faut être à 85 % du temps à ce point de fonctionnement.

Est-ce un détail pour l'exploitant ? "Non pas du tout, car j'estime que les machines ont réalisé des progrès, et que nous devons produire les matériaux de qualité demandés par nos clients", observe Philippe Servant. "Certes, il y a 25 ans, on aurait été étonné de cette démarche ; aujourd'hui elle est nécessaire au bon fonctionnement de l'installation", ajoute son fils

Synoptique
du poste
tertiaire



Nicolas. L'entreprise possède son propre laboratoire, certifié NF et qui participe à cet effort permanent de démarche qualité.

Une trémie bien embarrassante...

Sur le poste secondaire, EIE Guerrier a adopté une stratégie ad hoc, comme le détaille son dirigeant : *"Compte tenu de la taille de cette petite trémie, et puisqu'il faut des matériaux pour alimenter l'APK1010 et le tertiaire, le temps que le tunnel soit capable de les fournir, on opère un ralentissement des trois tapis de mise en stock de produits finis. Selon l'autorisation de recyclage définie par l'exploitant, on récupère un peu de ces matériaux pour combler la trémie le temps que le tunnel réagisse. Cette astuce vise à ralentir la vitesse du tapis de mise en stock ; par débordement les matériaux remontent dans les goulottes de descente de crible, et débordent sur le tapis qui alimente la petite trémie tampon. Cet aménagement évite qu'il y ait des amorces."*

Suite du procédé : *"On se retrouve avec un mode de fonctionnement où le NP1213 est en charge et l'APK1010 est sous-alimenté. En conséquence, un étage de criblage sur le Cedarapids possède une charge différente, et offre donc une qualité de criblage dissemblable, et ne permet pas de sortir des produits finis à qualité identique. Mieux vaut donc perdre un peu de produits finis, mais en maintenant une charge constante sur les cribles, afin de garder une maîtrise de la qualité sur chaque coupure",* précise-t-on chez EIE Guerrier.

Un pilotage en kilowatts

De son côté, l'alimentation de l'APK1010 bénéficie d'une boucle locale, grâce à laquelle l'opérateur peut fixer une consigne en kilowatts ; l'alimentateur corrige alors le débit de soutirage de la trémie tampon de manière à alimenter le broyeur avec une puissance constante. *"En réalité, il fait l'appoint du refus du premier broyeur. Or, ce refus tombe dans l'APK1010, et c'est à partir de cette trémie tampon que l'on fait l'appoint pour alimenter l'APK1010 et le BM100",* explique Guy Malanda, directeur commercial et marketing chez EIE Guerrier.

Cette trémie est alimentée par un étage du crible et éventuellement par les refus du second crible. *"On a ainsi une première boucle de régulation où l'on fixe une consigne en kilowatts sur cette machine",* poursuit-il.

Sous tunnel, les alimentateurs et le tapis sont à vitesse variable, ce qui revient *"à piloter le broyeur en kilowatts",* note Philippe Guerrier. Une bascule sur le tapis limite le débit maximum si, par hasard, les matériaux ne demandent aucune puissance pour être travaillés. Par la suite, les refus tombent directement dans l'APK qui, lui, a reçu une consigne de travail exprimée en kilowatts ; l'alimentateur tout proche fait alors l'appoint de la boucle pour obtenir cette puissance moyenne.

Lorsque le niveau critique est atteint dans la trémie, les moyens mis en place par l'automaticien visent à faire compenser le manque de matériaux par des produits finis secondaires pour *"boncher les trous"* et ne pas désamorcer le processus d'alimentation. Dans le même laps de temps, l'opérateur a la possibilité d'augmenter la consigne en kilowatts pour accélérer l'alimentation du broyeur NP1213. Explication par le responsable de l'étude : *"À partir du moment où la trémie se remplit, l'opérateur fait en sorte de ralentir l'alimentation. Quand seuil d'incorporation de produits finis atteint 35 %, ces matériaux sont récupérés. Et lorsque les matériaux arrivent enfin du tunnel et que le niveau de la trémie remonte, l'approvisionnement temporaire en matériaux finis est stoppé."*

Un tertiaire autonome de midi à 14 heures

Au tertiaire, la difficulté tient au fait que le poste ne s'arrête pas durant la pause de midi à 14 heures. Le débit doit donc être suffisant pour remplir la trémie tertiaire, sachant qu'une fois pleine, il n'est plus nécessaire de l'alimenter. Plus de détails avec le spécialiste : *"On est amené à baisser le débit général de l'installation de la consommation du tertiaire. C'est déstabilisant dans le sens où les postes ne travaillent pas tous de manière régulière, et qu'il faut remplir la trémie tertiaire durant les 4 premières heures de la matinée. Une fois remplie, la trémie, et il faut que le système soit capable de s'adapter pour ne plus l'alimenter, sans pour autant que les deux broyeurs du tertiaire ne travaillent plus en charge. De ce fait, on a une variation d'à peu près 80 tonnes/heure. La machine doit s'adapter seule à cette variation du tonnage sachant que le tertiaire est alimenté ou non."* Toute la difficulté du système à située ici, au niveau de la régulation de la trémie tampon.

Les courbes enregistrées par Titan montrent ces incidences. Le travail de l'automaticien porte actuellement



Les partenaires du projet, avec de gauche à droite, Jean-Marie Ramondenc (chef de carrière), Philippe Guerrier (EIE Guerrier), Philippe Servant et ses deux fils Romain et Nicolas (Groupe Servant et Fils), et Guy Malanda (EIE Guerrier)

Pour éliminer ce risque, l'automaticien a mis en place des boucles de régulation cascades : la première est une consigne de travail, en puissance, sur le broyeur NP1213 ; pour l'enclencher, l'opérateur doit fixer une consigne de travail en kilowatts ; cette consigne est alors corrigée par le débit du tapis si le débit est trop important. Il faut préciser que cette consigne de travail est corrigée en plus ou en moins par rapport au niveau de la trémie tampon. Il s'agit là d'une imbrication de deux boucles de régulation.

sur la mise en place d'un débit variable pour que le remplissage de la trémie tertiaire entre 50 et 100 % provoque une baisse de débit ; son remplissage est non linéaire et n'atteint jamais le niveau haut (il est de l'ordre de 95 %). Par conséquent, la variation de débit de 80 tonnes/heures ne s'effectue pas brutalement, et l'alimentation est constante et régulière.

Le poste tertiaire comporte une boucle de régulation simple de l'alimentateur sous la trémie tertiaire, qui fait le complément de la boucle de recyclage sur le broyeur BM100. L'appoint est effectué avec une consigne de travail exprimée en kilowatts. Explication de Philippe Guerrier : *"Ce broyeur doit travailler à une puissance constante à son point de fonctionnement le plus longtemps possible. Son point de fonctionnement peut être différent en fonction de la granulométrie des matériaux qu'il reçoit. Ce qui implique que le niveau de recyclage peut varier ; le rôle de l'alimentateur est de s'adapter à ce volume de recyclage et d'ajouter le complément pour atteindre ledit point de fonctionnement."*

Quelle architecture électrique ?

Un shelter alimente les éléments électriques du poste primaire et les capteurs à haut niveau. Un deuxième shelter alimente les postes secondaire et tertiaire. Ces cabines sont reliées entre elles et au poste de commande par des liaisons réseaux cuivrées ou en fibre optique pour des débits maximum. L'avantage de la fibre optique est qu'elle transporte le signal vidéo, un point que l'exploitant a jugé important en équipant son installation de traitement de caméras de surveillance.

Le site est piloté par le progiciel Titan, depuis un PC de supervision, sans passer par des automates.

Au poste de pilotage, l'opérateur dispose de 3 écrans, un par poste. Un quatrième écran reçoit les signaux envoyés par les caméras.

Le PC d'exploitation sert essentiellement à analyser la production enregistrée par un PC dédié à cette fonction. Tous les événements y sont stockés ainsi que les enregistrements des courbes de production. Cet ordinateur d'exploitation permet de visualiser les données recueillies et de les fouiller jour après jour pour connaître les effets des réglages sur l'installation. Il sert aussi de PC de secours au PC de production qui, en cas de défaillance, est capable d'administrer l'installation. La prise en main est effective et les données sont à jour. *"Il ne s'agit pas d'une copie d'écran ou d'un pupitre déporté"*, précise Guy Malanda. *"La copie des informations est conforme de manière à assurer une remise en route de l'unité de production"*, poursuit-il.

Le directeur de l'entreprise, Philippe Servant, a souhaité recevoir les informations de cet ordinateur depuis le siège de l'entreprise situé à 110 kilomètres de la carrière, à Lamalou-les-Bains, afin de *"prendre les décisions d'amélioration du site"*, explique-t-il, sans pour autant intervenir sur le procédé de traitement.

Savoir apprécier l'évolution

Un chef de carrière rodé est capable d'apprécier une situation, mais pas de la mesurer. *"L'appréciation reste un point de départ, mais il faut être capable de mesurer pour*

Les partenaires du projet STPC

L'élaboration du projet de revamping (5,3 M€) a été menée de concert par l'entreprise Servant et la SMIL. Il tient compte des productions envisagées, des contraintes topographiques du site, et de la liaison avec la partie neuve et la partie existante.

Pour la SMIL, ce projet a représenté :

- 3 400 heures d'étude ;
- 450 tonnes de matériels fabriqués dans les ateliers de la SMIL, dont 21 transporteurs ayant une largeur de bande de 650 à 1 600 mm (sous les grilles à disques et crible à doigts), et un stacker d'alimentation du stock pile 1 000 x 85 m, avec mécanique d'entraînement installée au sol (2 x 37,5 KW) ;
- 4 mois et demi de montage.

Le poste primaire a été conçu pour recevoir un bâtiment d'enveloppe.

La trémie d'alimentation, d'une capacité utile de 80 m³, a été construite en tôle de 35 mm d'épaisseur.

- Terrassement, enrochement et plate-forme : Jean Michel Cabanel (Murviel-lès-Béziers)
- Génie civil : Dumez Sud

voir si la situation qui a été ressentie est bonne ou pas", conclut Philippe Guerrier. L'expérience montre qu'apprécier un débit en tonnes/heure sur une bande à 20 % près est difficilement perceptible, d'où l'intérêt d'installer une bascule pour avoir un niveau de précision supérieur. Les décisions seront dès lors plus aisées à prendre.

Détail à noter : chez EIE Guerrier, l'enregistrement du travail fourni par une machine est mesuré en kilowatts et non par l'ampérage *"qui n'est qu'une appréciation du travail alors que l'information en kilowatts est une information réelle"*, commente Guy Malanda. Bref, avec titan, ce qui était perçu est démontrable, courbes et chiffres à l'appui.

D'où la garantie d'efficacité qui est donnée par EIE Guerrier. Pour une installation neuve, il est seulement question de maintenir une machine en charge avec une efficacité à 85 %. Sur un site existant, l'enregistrement des courbes de puissance des broyeurs aide à comptabiliser les tonnes perdues par la non-production. Ces tonnes perdues donnent une idée financière du manque à gagner, et c'est sur ce manque à gagner qu'EIE Guerrier estime une part à récupérer, sans modifier l'installation pour autant.

Après plusieurs semaines de fonctionnement, Philippe Servant et ses fils ont décidé d'équiper l'exploitation de Lamalou-les-Bains du progiciel Titan. Particularité : le concasseur primaire du site est un appareil à percussion qui traite un calcaire sans argile, cette fois. Encore un colosse à la portée de Titan. **méc**

Jean-Pierre Le Port