

# Amélioration des sables fins par **extraction du mica**

TUNNELS

La teneur en mica du sable concassé est un paramètre crucial pour le traitement des matériaux cristallins extraits lors du creusement de tunnels [1, 2]<sup>1</sup>. Les phyllosilicates libres (dégagés de la roche, non inclus dans celle-ci) qui entrent en contact avec l'eau de gâchage et avec le ciment exercent une influence négative sur les caractéristiques du béton frais comme du béton durci. Il faut d'autant plus d'eau de gâchage et de fluidifiant pour conserver l'ouvrabilité du béton frais que la teneur en mica est élevée. Et la présence de phyllosilicates libres provoque une diminution de la résistance mécanique et une augmentation de la perméabilité à l'eau du béton durci [3].

## Situation initiale

A Sedrun, les matériaux bruts sont principalement des gneiss extraits d'unités métamorphiques du massif intermédiaire du Tavetsch et du massif du Gothard. L'analyse d'échantillons de roche retirés dans les sondages profonds et dans le puits d'accès avait déjà révélé que la teneur en feuillets de mica libres, qui se concentrent principalement dans le sable 0/1 mm, revêtirait une importance cruciale et que la valeur indicative préconisée ne pourrait pas toujours être respectée. Cette valeur, mesurée pour la fraction de référence 0,25/0,5 mm [4], s'élève à 35% des pièces.

## Buts de l'extraction du mica

La limitation de la teneur en phyllosilicates libres permet, d'une part, de réduire la quantité d'eau de gâchage et de fluidifiant nécessaire pour conserver l'ouvrabilité du béton frais et, d'autre part, d'améliorer les propriétés du béton durci, ce qui se répercute favorablement sur sa durabilité.

Le but du procédé d'extraction du mica consiste à réduire d'au moins 50% la teneur en phyllosilicates libres du sable concassé de granulométrie 0/1 mm, sans perdre pour autant

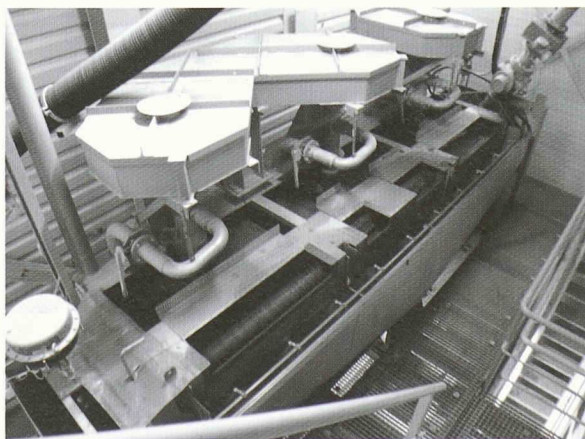
une quantité excessive de sable fin (0,063/1 mm), composé de grains de quartz et de feldspath, afin que la courbe granulométrique des sables reste continue et régulière. Par ailleurs, le procédé ne peut faire appel qu'à des produits chimiques sans danger et il doit être économiquement supportable.

Des essais en laboratoire et à grande échelle ont montré que le principe de la flottation est applicable pour réduire la charge en mica du sable concassé 0/1 mm [5 à 7]. En se basant sur ces résultats, l'organe de coordination chargé de la gestion des matériaux a recommandé au maître de l'ouvrage d'appliquer ce procédé à Sedrun. En conséquence, *AlpTransit Gothard SA* a décidé de mettre en œuvre cette innovation sur ce site.

## Description du procédé - extraction du mica dans le sable concassé

Un procédé novateur et rentable a été développé pour atteindre les objectifs assignés à l'extraction du mica. Il s'articule autour d'installations destinées à:

- débourber les matériaux bruts,
- extraire les micas par flottation (fig. 1 et 2),
- déshydrater le sable « démicacé »,
- déshydrater les matières flottées (micas),
- préparer et doser le collecteur.



<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient aux références données en fin d'article.



2

La première étape du processus consiste à débourber dans un hydrocyclone le sable issu de la préparation du gravier. La fraction la plus fine, d'une granulométrie de l'ordre de 0,060 mm, est concentrée au sommet de l'installation, puis elle est acheminée dans la centrale de traitement des eaux.

La fraction accumulée à la base de l'hydrocyclone est introduite dans l'installation de flottation. Elle passe d'abord par un bac mélangeur où la teneur en matière solide requise pour la flottation (330-350 g/l) est obtenue par ajout d'eau recyclée. Le flux d'eau est réglé automatiquement par un dispositif de mesure de la turbidité.

L'installation de flottation consiste en une batterie de trois cellules reliées entre elles (fig. 1). Chacune est équipée d'un agitateur et d'une soufflante avec sa propre prise d'air. Les agitateurs servent d'une part à disperser la matière solide et d'autre part à fragmenter le flux d'air entrant en petites bulles d'air. Le mica adhère sélectivement à ces bulles, qui le transportent dans l'écume se formant à la surface.

La couche d'écume est retirée au moyen de palettes (fig. 2), puis transférée pour procéder à la déshydratation des micas. Le sable purifié quitte la batterie de flottation en passant par des bacs, puis il pénètre dans une installation de déshydratation distincte.

Les deux installations de déshydratation recourent à la combinaison d'un hydrocyclone et d'un crible d'égouttage. Ce dispositif permet de minimiser les pertes de sable fin (0,063/1 mm).

L'adhérence sélective du mica sur les bulles d'air est obtenue en introduisant un réactif nommé « collecteur » dans la pulpe (mélange de sable et d'eau). Le collecteur est amené à la concentration voulue par adjonction d'eau fraîche dans la station de préparation *ad hoc*, puis il est acheminé par une pompe de dosage soit dans le bac mélangeur placé en amont de l'installation de flottation proprement dite, soit directement dans la première cellule de flottation.

Le collecteur est le seul produit chimique à intervenir dans le processus. Aucun acide ni base n'est utilisé pour réguler le pH. Le collecteur est presque intégralement biodégradable (> 90%). Comme il n'apparaît qu'en faible concentration dans les rejets d'eau de flottation, il peut être intégré sans problème dans le circuit d'eau du processus et les rejets d'eau usée sont ainsi réduits au minimum.

L'eau utilisée dans ce procédé circule pratiquement en circuit fermé. Des apports d'eau fraîche sont uniquement requis pour préparer le collecteur et pour compenser les pertes (eau retirée avec les matières solides, etc.).

### Le point de vue du constructeur

La construction de l'installation de préparation du gravier de Sedrun a précédé la décision de réaliser une installation d'extraction des micas. Une des raisons était que le développement d'un procédé approprié n'était pas encore achevé.

Cette situation appelait à résoudre divers problèmes, dont

- l'insertion de l'installation d'extraction de mica dans l'usine à gravier existante (fig. 3);
- l'intégration et l'interpénétration des flux d'eau et de matière solide;
- la réduction des coûts en tirant parti des installations existant déjà dans l'usine à gravier (p. ex. hydrocyclone, crible d'égouttage, etc.);
- le pilotage de la combinaison de deux principes de fonctionnement différents.



Fig. 1 : Dispositif pour l'extraction des micas par flottation

Fig. 2 : Retrait de la couche d'écume

Fig. 3 : Installation d'extraction des micas dans l'usine à gravier

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs)



L'exemple de Sedrun a montré que l'application de ce procédé ne requiert pas forcément une installation neuve, mais peut venir compléter l'équipement d'une usine de gravier existante. Cette technique de purification peut donc intéresser les producteurs qui rencontrent des problèmes quant à la qualité de leur sable, qui souhaitent acquérir de nouveaux marchés ou, encore, s'assurer un avantage concurrentiel en proposant une qualité supérieure.

Uwe Schnitzler, ing. dipl.  
ThyssenKrupp GfT Bautechnik, Baustofftechnik  
Schillerstrasse 63, D - 70839 Gerlingen

Dr Christoph Cichos  
UVR-FIA GmbH Verfahrensentwicklung, Umweltschutz, Recycling  
Chemnitzer Str. 40, D - 09599 Freiberg

Dr Cédric Thalmann, ing. géologue  
B-I-G Büro für Ingenieurgeologie, Gurtenbraerei, CH - 3084 Wabern

La stabilisation du processus d'extraction du mica a requis un soin particulier. Les installations traditionnelles, qui servent par exemple au traitement des minerais, sont exploitées en continu pendant une longue durée. Une fois le dispositif mis en marche, il fonctionne sans interruption pendant des semaines ou des mois.

En revanche, l'exploitation d'une installation d'extraction des micas dans une usine de gravier suit un rythme cyclique. Celle de Sedrun fonctionne au maximum huit à dix heures par jour, et il peut s'avérer nécessaire de l'arrêter en cas de panne dans l'usine à gravier.

Tenant compte de cet état de fait lors du développement et de la construction de l'installation d'extraction, un système de pilotage du procédé qui permet ce mode de fonctionnement a été mis au point.

A cette occasion, toutes les entreprises concernées - le spécialiste du procédé, l'exploitant et le constructeur de l'installation - ont accompli un excellent travail en commun. L'installation d'extraction du mica de Sedrun est unique au monde! C'est en effet la première fois que cette technique de purification de sable concassé d'une granulométrie jusqu'à 1 mm est mise en œuvre avec un franc succès.

#### Références

- [1] THALMANN C.: « Beurteilung und Möglichkeiten der Wieder-verwertung von Ausbruchmaterial aus dem maschinellen Tunnelvortrieb zu Betonzuschlagstoffen », *Beiträge zur Geologie der Schweiz*, Schweizerische Geotechnische Kommission, Lieferung 91, 1996
- [2] KRUSE M., LEEMANN A., THALMANN C.: « Gebrochene Zuschlagstoffe - Ergänzende Prüfungen zu den bestehenden Beton-Normen - Erfahrungen bei AlpTransit Gotthard », *Schweizer Ingenieur und Architekt*, Nr. 24/1999
- [3] EMPA: « Die Auswirkungen von freien Schichtsilikaten im Zuschlag auf die Eigenschaften von Mörtel und Beton », Untersuchungsbericht Nr 166'184, 1998, Kurzfassung in LEHMANN A.: « 1999 Schichtsilikate im Zuschlag für Beton und Mörtel », *Die Schweizer Baustoff-Industrie*, 3/99
- [4] ALPTRANSIT GOTTHARD AG: « Prüfplan Zuschlagstoffe aus Ausbruchmaterial », EBP Nr TM 97097.22-13c, Bearbeitungsstand 02.07.1999
- [5] ALPTRANSIT GOTTHARD AG: « Ausscheidung von freien, gelösten Glimmermineralien in einem Sand von kristalliner Herkunft - Technische Beurteilung der Machbarkeit », ASE, B-I-G, EBP, Nr TM97097.22-17a, 30.09.1998
- [6] ALPTRANSIT GOTTHARD AG: « Glimmernausscheidung im Brechsand - Abschluss Laborversuche », B-I-G Büro für Ingenieurgeologie, Nr 97067-5, 25.02.2000
- [7] ALPTRANSIT GOTTHARD AG: « Glimmernausscheidung im Brechsand - Grossversuch Glimmerflotation », ASE, B-I-G Nr. 00.034-1, 10.09.2000