

ccb  
bC

ciments cement  
bétons concrete  
plâtres gypsum  
chaux lime

french / english



une revue de la société de l'industrie minérale



**Manutention par fluidisation  
au Teil chez Lafarge**

**Conveying by fluidization  
at Lafarge's Teil plant**

**Dossier : maintenance & services généraux**  
**Dossier on maintenance & supplies**

## *Manutention vrac par fluidisation / Bulk handling by fluidisation*

# L'AFFAIRE EST DANS LE TUYAU !

## BUSINESS IS IN THE TUBE!

Réorganisant sa gamme de ciments pour mieux répondre aux attentes de ses clients, notamment dans le secteur des mortiers et enduits de façade, l'usine Lafarge Ciments du Teil, berceau du groupe Lafarge (création en 1833 du site originel), a confié à la filiale française du groupe international suédois Trelleborg (division Engineered Systems) la réalisation de travaux dans la zone d'extraction sous silos, achevée au second semestre 2009.



*In order to better meet the expectations of its customers, especially in the area of mortars and facade renderings, the Lafarge Ciments plant at Teil, the cradle of the Lafarge group (the original site was created in 1833), is to reorganizing its cement range. To achieve this, it has attributed to the French subsidiary of the Trelleborg Swedish international group (Engineered Systems division) the execution of works in the extraction zone under silos completed in the second half of 2009.*

par / by Emmanuelle Serrano

**L**a cimenterie du Teil (usine et carrière) emploie 180 personnes et produit des ciments blancs et des ciments gris, dont l'un des derniers produits lancés par Lafarge Ciments, le ciment sans poussière Sensium®. La gamme de produits se subdivise comme suit :

- des ciments blancs CEM I 52.5 ; CEM II 42.5 et CEM II 32.5 ;
- des ciments gris CEM I 52,5; CEM II 42.5 ; CEM II 32.5 et les ciments spéciaux (de type Sensium®) et ciments à haute teneur en silice (HTS).

### **AMÉLIORER, SA CAPACITÉ DE PRODUCTION EN CIMENTS HTS**

Afin de mieux développer sa gamme et notamment le ciment dit HTS dont la formulation et le stockage doivent s'adapter aux besoins des fabricants d'enduits de façade et de mortiers, une réorganisation avec une nouvelle affectation des silos existants a été nécessaire pour ce ciment spécial. Il a fallu revoir le circuit



Figure 1 – La principale difficulté tenait à la présence d'une véritable forêt d'aéroglissières sous les différents silos, ce qui rendait la modification délicate  
*The main difficulty concerned the presence of a veritable forest of airlides underneath the various silos, thus rendering this change a difficult one*

d'alimentation de la matière dans les silos, les ensacheuses et les bouches d'alimentation du ciment vrac. La cimenterie dispose d'un grand silo de 6 000 t stockant du ciment gris CEM II 32,5 R (Classic) et d'un ensemble de 8 silos, chacun équipé de trois bouches d'extraction :

- six silos de 3 500 tonnes, dont un a été nouvellement affecté au stockage de ciment HTS à la suite des travaux réalisés ;
- deux petits silos de 1 500 tonnes pour les autres ciments CEM I 52,5.

Le silo réaffecté au stockage de ciment HTS n'était pas raccordé aux bouches vrac et s'il était raccordé à l'atelier d'ensachage, il ne l'était pas au poste sur lequel l'exploitant souhaitait ensacher sa nouvelle gamme de ciments. L'intervention demandée à Trelleborg couvrait donc à la fois la modification de l'affectation d'un silo de stockage et le raccordement au poste de chargement vrac et à la "bonne" ensacheuse. La principale difficulté tenait à la présence d'une véritable forêt d'aéroglissières sous les différents silos, ce qui rendait la modification délicate. Il fallait en outre conserver un rythme de remplissage des camions le plus élevé possible. Un camion ne doit pas passer plus de 10 minutes au chargement et 50 minutes sur le site pour remplir sa citerne de vrac, et cela en comptant la pesée entrée/sortie, la récupération du bon de chargement, l'ouverture/fermeture du dôme de la citerne et l'opération même de remplissage.

### **TECHNOLOGIE SCIROCCO II®**

Comme le rappelle Ludovic Dumoulin, ingénieur produits en charge de la partie technique des tuyaux abrasifs et du marketing Scirocco II® sur le site Trelleborg de Clermont-Ferrand, "le tuyau Scirocco II® combine l'effet de la gravité, qui est une énergie de déplacement naturelle et gratuite et celui de l'air comprimé, utilisé en très petite quantité pour la portance". On ne peut l'utiliser qu'avec des matériaux fluidisables, le ciment en faisant partie (finesse Blaine moyenne de 5 000 cm<sup>2</sup>/g dans le cas présent). Ne sont fluidisables que les particules de matière sèche. Le concept de fluidisation ne s'applique pas au sable, au gravier, aux roches, aux fibres, flocons ou boues liquides car les matériaux doivent pouvoir se charger en air et le taux de particules fines, facteur déterminant, ne doit pas être inférieur à 40 %. La granulométrie des matériaux, leur densité, leur forme et leur taux d'humidité sont autant d'éléments clés pour la performance finale de l'installation. La fluidisation repose sur deux phénomènes physiques, obtenus en associant de l'air et des particules fines de matériaux :

- la réduction du frottement au niveau du matériau lui-même ;
- la réduction du frottement entre les matériaux et la paroi de la conduite.



Figure 2 – Le tuyau Scirocco II® est fabriqué manuellement dans les ateliers de Trelleborg en Suède  
*The Scirocco II® pipe is made by hand in the Trelleborg plants in Sweden*

Déjà utilisée pour des silos et des goulottes pneumatiques, la fluidisation n'est mise en œuvre avec des tuyaux caoutchouc que depuis peu. Appliquée au tuyau Scirocco II®, le principe de fluidisation est fondamentalement différent :

- le flux d'air est diffusé uniformément sur toute la longueur du tuyau ;
- la pression et le volume d'air sont totalement maîtrisés et permettent d'optimiser la force portante ;
- les risques de colmatage sont nuls : les textiles de diffusion de l'air comprimé ne s'obstruent pas, à condition d'employer un air comprimé propre et sec.

L'air dans le tuyau est faiblement comprimé : entre 0,3 et 0,5 bar. Sous l'effet de l'air comprimé, le ciment se fluidifie et la gravité le transporte. La pression doit être uniforme et équilibrée sur toute la longueur de la conduite. Cet équilibre permet de supprimer les coups de bâlier, d'éviter toutes sortes de colmatages et de pouvoir doser automatiquement l'arrivée d'air.

## Les produits livrés

À l'échelle mondiale, Trelleborg a déjà installé 400 tuyaux depuis douze ans. Au Teil, Trelleborg a livré cinq sections de tuyaux de 10 pouces de diamètre de type *end-feed*<sup>1</sup> (sortie dans l'axe du tuyau) comprenant :

- 2 x 6,25 mètres ;
- 1 x 4 mètres ;
- 1 x 5 mètres ;
- 1 x 10 mètres (longueur maximale pouvant être fabriquée en atelier).

Une section va du silo HTS vers l'ensacheuse ; une section va du silo HTS à quatre mamelles vers la bouche de chargement vrac côté Rhône et une section va du silo HTS vers la bouche de chargement vrac côté carrière.

Les tuyaux ont été livrés avec des brides de vissage tournantes standard PN10, ce qui permet un bon alignement lors du montage sur la trémie métallique. Le supportage des tuyaux (patins, poutres) est généralement assuré par le client final. Les tuyaux, équipés d'une tresse de cuivre au niveau des brides de raccord, sont conformes à la législation Atex. Trelleborg propose aussi des plaques de fluidisation qui peuvent être montées à l'intérieur des silos. Le débit de sortie d'extraction sous silo est réglé à l'aide d'une vanne à casque et permet de remplir 24 tonnes à une cadence de 210 t/h et pour la dernière tonne, on revient à 100 t/h. "La vidange du tuyau est aussi efficace que celle faite avec une aérogliссière", confirme Gérard Pain, responsable des travaux neufs sur le site. Le diamètre utile du tuyau détermine le débit réel. Pour un diamètre de 4 pouces, le débit réel sera de 60 t/h et pour un diamètre de 10 pouces, il sera de 350 t/h. Le tuyau Scirocco II® est fabriqué manuellement dans les ateliers de Trelleborg en Suède. L'une de ses caractéristiques essentielles réside dans la relation mathématique existant entre le diamètre du cône d'arrivée du matériau au bas du silo, le diamètre des canaux d'alimentation en air intégrés à la paroi du tuyau qui les protège, et les dimensions et le nombre des cellules de diffusion de l'air à l'intérieur du tuyau, qui sont des membranes tissées intégrées au caoutchouc. L'air se répartit dans le tuyau de façon plus homogène que dans une aérogliссière, ce qui évite le phénomène de ségrégation du ciment et de l'air. Par ailleurs, la vitesse de transport dans le tuyau est lente (2 m/s), ce qui limite les phénomènes d'abrasion plus couramment constatés dans le transport pneumatique où la vitesse peut atteindre 20 m/s. Les équipements périphériques comportent une électrovanne, un régulateur de pression Festo et un filtre pour assurer la propreté de l'air. La quantité d'air comprimé utilisée dans un tuyau souple est dix fois moins importante que dans le cas d'une aérogliссière. On consomme aussi moins d'énergie au niveau des systèmes d'aspiration associés généralement aux aérogliссières. Les performances du tuyau Scirocco II® s'obtiennent

en jouant sur les paramètres suivants :

- l'angle d'inclinaison du tuyau : c'est le facteur le plus important, sachant que la seule énergie utilisée est la gravité ; le débit maximal peut être obtenu avec un angle de -3 à -6 %. Dans le cas présent, selon L. Dumoulin, même avec un angle inférieur à 3 %, cela marcherait encore ;
- le cône d'arrivée du matériau au bas du silo : correctement fluidisé, il permet au système de fonctionner avec un angle de 0°, c'est-à-dire avec une installation à l'horizontale ;
- la charge et la hauteur du silo de stockage du matériau car ils influencent forcément le débit.

## CONCLUSION

Le choix de l'opérateur de tester une autre solution que celle de l'aérogliссière constituait donc en soi un challenge et une légère prise de risque, certes contrôlée, mais bien réelle quand on installe des aérogliссières depuis 30 ans sur un site. Mais les essais réalisés par Trelleborg ont permis de balayer ces éventuels doutes puisqu'il a été possible d'atteindre un débit de 210 t/h, poussé à 290 t/h en phase d'essai pour tester les



Figure 3 – Le supportage des tuyaux (patins, poutres) est généralement assuré par le client final

*The support work for the pipes (brackets, beams, etc.) is generally supplied by the final customer*

1. Une alimentation par le haut "top-feed" est aussi possible suivant la configuration de l'installation à équiper.

limites de performance du système. À part le souhait de l'exploitant de voir un capot de visite démontable ajouté pour contrôler l'usure à l'intérieur des tuyaux, l'impression générale est plutôt positive. Les travaux ont été achevés rapidement (commande en juin 2009 et exécution en août 2009 pour les bouches vrac, commande début septembre 2009 et exécution fin septembre pour l'ensacheuse). Concurrent direct de l'aéroglyssière, le Scirocco II®, dont la commercialisation en France a débuté il y a un peu plus d'un an, est vendu en direct par Trelleborg, car leur haut niveau de technicité demande une prescription ad hoc auprès de l'utilisateur final.

La solution tuyaux souples fait des émules. Dans le secteur des matériaux de construction, signalons que le bétonnier indépendant Fehr Béton a déjà signé pour équiper de tuyaux Scirocco II® une de ses centrales à béton alsaciennes. Idem pour Parex Lanko qui a aussi choisi les produits Trelleborg pour son site de Saint Pierre-de-Chandieu dans la région lyonnaise.

*has one large silo of 6,000 tonnes storing CEM II 32.5 R grey cement (Classic), and a group of 8 silos each equipped with three extraction openings:*

- six 3,500 tonnes silos, one of which has been assigned to the storage of HTS cement following works execution;*
- two 1,500 tonne small silos for the other CEM I 52.5 N cements.*

*than 10 minutes at the filling stand and no more than 50 minutes on the site in order to fill its tank, including the time to enter and leave, to retrieve the loading tag, to open and close the cover of the bulk tank, and for the filling operation itself.*

## **SIROCCO II® TECHNOLOGY**

*As put by Ludovic Dumoulin, who is the product engineer in charge of the technical part of the abrasive pipes and of Scirocco II® marketing on the Trelleborg site at Clermont-Ferrand, "the Scirocco II® pipe combines the effect of gravity, which is a natural and free displacement energy, and that of compressed air, used in very small quantities to provide lift". It can be used only with materials that are fluidisable, and this includes cement (with an average Blaine fineness of 5,000 cm<sup>2</sup>/g in the present case). Only particles of dry material can be fluidised. The concept of fluidisation does not apply to sand, gravel, stones, fibres, flakes or liquid sludges, since the materials must be able to load*

**T**he Teil cement works, (plant + quarry) employs 180 people, and produces both white and grey cements, including one of the most recently products launched by Lafarge Ciments, the dust-free Sensium® cement. The product range is subdivided as follows:

- CEM I 52.5 ; CEM II 42.5 et CEM II 32.5 white cements;*
- CEM I 52.5; CEM II 42.5 ; CEM II 32.5 grey cements and special cements including 100,000 tonnes of speciality cements (of the Sensium® type) and cements with a high silica content called HTS.*

## **IMPROVING ITS PRODUCTION CAPACITY OF HTS CEMENTS**

*In order to develop its cement range more efficiently, in particular the HTS cement range whose formulation and storage must be adapted to the needs of the manufacturers of facade renderings and mortars, the factory was obliged to reorganize the silos by changing the attribution of the existing ones, and to revise the material feed circuit between the silos, the bagging machines, and the bulk feed openings. The cement works*

up with air, and the content of fine particles, a factor that is decisive, must not be less than 40%. The grain size of the materials, their density, their shape and their relative humidity, are all elements that are crucial to the final performance of the installation. Fluidisation is based on two physical phenomena, which are obtained by combining air with fine particles of material:

- the reduction of friction at the level of the material itself;
- the reduction of friction between the materials and the wall of the conduit.

Already used for silos and pneumatic conveyors, fluidisation has only quite recently been implemented with rubber piping. When applied to the Scirocco II® pipe, the principle of fluidisation is fundamentally different:

- the air flow is diffused uniformly over the full length of the pipe;
- the air pressure and volume are fully controlled and allow the lift force to be optimised;
- the risks of clogging are zero: the textiles employed to distribute the compressed air do not obstruct each other, provided that the compressed air used is clean and dry.

The air in the pipe is slightly compressed to between 0.3 and 0.5 bar. Under the effect of the compressed air, the cement assumes a fluid form and is carried along by gravity. The pressure must be uniform and balanced over the full length of the conduit. This balance serves to eliminate hammer effects, to prevent any type of clogging, and to help with automatic control of the air feed.

### The products delivered

On the world scale, Trelleborg has already installed 400 such pipes in a period of twelve years. At Teil, Trelleborg had delivered five pipe sections with a diameter of 10 inches, of the "end-feed" type (exit in the axis of the pipe) consisting of:

- 2 x 6.25 metres;
- 1 x 4 metres;
- 1 x 5 metres;
- 1 x 10 metres (the maximum length that can be produced in the factory).

1. Feeding from above ("top-feed") is also possible with the configuration of the installation to be fitted.

One section goes from the HTS silo to the bagging machine, one section goes from the HTS silo, with four feeders, to the bulk load opening on the Rhone side, and one section goes from the HTS silo to the bulk load opening on the quarry side.

The pipes were delivered with standard PN10 rotating screwed flanges, allowing good alignment when mounting on the metal hopper. The support work for the pipes (brackets, beams, etc.) is generally supplied by the final customer. The pipes are equipped with a copper braid at the level of the coupling flanges, and this complies with the Atex legislation. Trelleborg also proposes fluidisation plates that can be fitted inside the silos. The output extraction rate below the silo is adjusted by means of a special combined guillotine/rotary valve. It can pass 24 tonnes at a flow of 210 tonnes per hour, and at 100 tonnes per hour for the last tonne. "Emptying of the pipe is just as efficient as that accomplished with an airslide", states Gerard Pain, the manager for new works at the site. The effective diameter of the pipe determines the actual flow rate. For a diameter of 4 inches, the actual flow will be 60 tonnes per hour and for a diameter of 10 inches, it will be 350 tonnes per hour.

The Scirocco II® pipe is made by hand in the Trelleborg plants in Sweden. One of its essential characteristics concerns the mathematical relationship that exists between the diameter of the material intake cone below the silo, the diameter of the air-feed channels built into the wall of the pipe which protects them, and the dimensions and number of the cells employed to distribute the air inside the pipe, which are woven membranes incorporated into the rubber. The air is distributed more evenly in the pipe in relation to an airslide, and the phenomenon of segregation of the cement from the air is avoided. In addition, the slow speed of transportation in the pipe (2 m/s), limits the abrasion phenomena that are most often observed in pneumatic transportation systems, in which the speed can reach 20 m/s.

The peripheral equipment includes an electrovalve, a Festo pressure regulator, a filter to ensure cleanliness of the air, and an absorption drier. The quantity of compressed air used in a flexible pipe is 10 times less than that in the case of an airslide. Less energy is also consumed at the level of the intake systems than generally associated with the airslides. The performance figures for the Scirocco

II® pipe can be obtained using the following parameters:

- the angle of inclination of the pipe: this is the most important factor, given that the only energy used is gravity. The maximum flow can be achieved with an angle of -3% to -6%. According to Ludovic Dumoulin, in this present case, this would still work even with an angle of less than 3%;
- the intake cone of the material at the bottom of the silo: when correctly fluidised, this allows the system to function with an angle of 0°, meaning an installation that is wholly horizontal;
- the loading and the height of the storage silo for the material, since these have a large influence on the flow.

### CONCLUSION

The decision of the operator to test a solution other than that of the airslide therefore itself constitutes a challenge, and indeed entails some risk which, although controlled, is still real when one has been installing airslides on a site for the last 30 years. However the tests performed by Trelleborg have swept away any doubts it might have had by attaining a flow of 210 tonnes per hour, pushed to 290 tonnes per hour during the trial phase in order to test the performance limits of the system. Apart from the desire of the operator to see a removable inspection cover added in order to check for wear inside the pipes, the general impression was mostly positive. The works were completed rapidly (order placed in June 2009 and executed in August 2009 for the bulk openings; order placed at the beginning of September 2009 and executed at the end of September for the bagging machine). The Scirocco II® is a direct competitor for the airslide, and its marketing in France started just a little over a year ago. It is sold directly by Trelleborg without the intervention of the distribution circuit that is devoted to more traditional products since their high level of technical content requires an ad hoc prescription for with the final user.

The flexible pipe solution is already catching on. In the area of construction materials, one can point to the Fehr Béton group, which has already signed up to fit Scirocco II® pipes in one of its concrete plants in Alsace. Ditto for Parex Lanko which has chosen Trelleborg's products for its Saint Pierre-de-Chandieu plant in the region of Lyon.