

La mine de cuivre Zaldívar de Barrick, au nord du Chili était pionnière lorsqu'elle a investi dans la récupération de chaleur voici plus de dix ans. Une solution qui s'avère payante.

TEXTE ET PHOTOS : CHRISTIAN PEÑA

# Performances de pointe >>>



Roberto Villalobos (à gauche) et Nelson Valdivia veillent à une production à efficacité énergétique à Zaldívar.



Zaldívar est une exploitation de cuivre à ciel ouvert s'étendant sur 1 240 hectares.

DANS LE NORD DU CHILI, LE DÉSERT D'ATACAMA est l'un des endroits les plus secs de la planète, avec une pluviométrie moyenne d'un millimètre par an. C'est également l'une des régions les plus riches en minéraux du monde, qui renferme plusieurs des plus importantes mines de cuivre. Le cuivre, aussi appelé « le salaire chilien » est la force motrice de l'économie chilienne, avec 50% du cuivre dans le monde extrait dans le pays.

L'une des mines de cuivre de ce désert aride est celle de Zaldívar, située à 3 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, à 1 400 km au nord de Santiago et à 175 km à l'est de la ville portuaire d'Antofagasta. Elle est détenue et exploitée par la Barrick Gold Corporation, une grande société minière qui exploite 27 mines d'or et de cuivre dans le monde, et dirige plusieurs projets en cours de développement.

#### ► Fiche

### BARRICK ET ZALDÍVAR

- Barrick exploite 27 mines et dirige des projets d'exploration et de développement sur cinq continents.
- Fin 2007, Barrick avait 3 532 tonnes de réserves d'or prouvées et probables, 2,8 millions de tonnes de réserves de cuivre et 29 200 tonnes d'argent contenu dans ses réserves d'or.
- Zaldívar est une exploitation minière de lixiviation en tas à ciel ouvert, qui s'étend sur 1 240 hectares à une hauteur moyenne de 3 300 mètres.
- Zaldívar compte 750 salariés.

Ouverte en 1995, Zaldívar est la plus grande mine de cuivre de Barrick, avec près de 750 salariés. Elle utilise des méthodes conventionnelles d'exploitation à ciel ouvert pour produire du cuivre cathodique pur. Sur le site de concassage, le minerai passe par trois phases de concassage et d'empilage. Celles-ci sont suivies par la lixiviation en tas, pendant laquelle le cuivre est dissout au moyen d'agents chimiques et bactériologiques. Le cuivre dissout est ensuite concentré et purifié au sein des lixiviats dans un site d'extraction de solvant. Enfin, un site d'extraction électrolytique produit du cuivre cathodique, riche et de haute qualité.

Initialement, le site d'extraction électrolytique de Zaldívar avait la capacité de produire 125 000 tonnes de cuivre cathodique par an. Il y a quelques années, le site a été modifié pour faire passer ce chiffre à 150 000 tonnes par an, soit 20% de plus que la capacité de départ. Cette augmentation a été réalisée en accroissant la capacité de débit des équipements. En 2007, Zaldívar a produit 143 000 tonnes de cuivre. L'essentiel du cuivre cathodique traité est exporté vers le Japon, la Chine et les États-Unis.

Cette année a été l'une des plus difficiles à ce jour, en raison de l'effet domino de la flambée des prix du pétrole sur d'autres coûts de production comme les matériaux, les produits chimiques, les transports et les matières premières. Sous l'effet de l'augmentation des prix du carburant et la pression croissante de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>, Barrick, comme beaucoup d'autres sociétés, est contrainte de réduire ses frais d'exploitation et de devenir plus efficace.

Robert Mayne-Nicholls, le nouveau directeur général de Barrick Zaldívar, explique : « Nous voulons être la société la plus efficace en termes d'énergie, sans incidence sur la production. À Zaldívar, nous y sommes arrivés grâce aux technologies Alfa Laval. »

LA COOPÉRATION ENTRE BARRICK ZALDÍVAR et Alfa Laval a démarré avec l'exploitation de la mine, en 1995. À l'époque, Barrick avait choisi une solution de récupération de chaleur avec des échangeurs à plaques pour le site d'extraction électrolytique de Zaldívar, et investi dans 16 échangeurs thermiques Alfa Laval à plaques et à joints pour l'extraction de cuivre.

Installées dans quatre lignes de production parallèles, ces unités récupéraient en tout 48 megawatts d'énergie.





Zaldívar utilise 16 échangeurs thermiques à plaques Alfa Laval pour récupérer 48 megawatts de chaleur.

## « Nous voulons être la société la plus efficace en termes d'énergie, sans incidence sur la production. À Zaldívar, nous y sommes arrivés grâce aux technologies Alfa Laval. »

ROBERT MAYNE-NICHOLLS, directeur général de Barrick Zaldívar

« Lorsque nous avons commencé à utiliser les échangeurs thermiques à plaques Alfa Laval, ce fut une véritable révolution », se souvient Nelson Valdivia, conseiller énergie et efficacité thermique chez Zaldívar. « Ils ont tout changé grâce à leur taille compacte et leur taux élevé de transfert de chaleur. Les avantages de notre investissement dans cette technologie sont encore plus évidents aujourd'hui ». Ruben Arriagada, ingénieur de ventes Alfa Laval au Chili, explique que Zaldívar était un véritable pionnier. « C'était l'un des premiers sites à utiliser cette méthode », précise-t-il. « Ils ont misé sur la technologie de récupération de chaleur avant que cela ne devienne aussi nécessaire qu'aujourd'hui. S'ils ne l'avaient pas fait alors, leurs coûts seraient maintenant bien plus élevés. »

« Ces échangeurs thermiques à plaques nous font également gagner de l'espace, car ils n'occupent qu'une fraction de celui des échangeurs tubulaires traditionnels », poursuit-t-il. « Ces derniers auraient demandé l'espace d'un terrain de football. »

La facilité de maintenance et d'installation sont d'autres avantages des équipements Alfa Laval. Des contrôles visuels des échangeurs thermiques sont effectués quotidiennement, et la maintenance réalisée annuellement. « Les petits ajustements sont effectués sur le site, mais lorsque des pièces importantes comme les bâtis commencent à s'user, nous

faisons appel à l'assistance technique et aux services d'Alfa Laval », déclare Roberto Villalobos, superviseur de maintenance et directeur du site de Barrick Zaldívar.

BIEN QUE LA SOLUTION riche en électrolytes soit extrêmement corrosive pour les équipements, Zaldívar n'a pas eu à changer une seule plaque depuis 1995. La robustesse des plaques est due à leur teneur en sulfate de cuivre, associée au format sur mesure des échangeurs thermiques, ce qui contribue à minimiser la corrosivité.

En outre, les échangeurs thermiques Alfa Laval s'accommodent des éléments naturels. Ainsi, le 14 novembre 2007, un grand tremblement de terre a secoué les régions minières au nord du Chili, provoquant une importante panne de courant et une perte de production de 10 heures à Zaldívar.

Une fois l'électricité revenue, Nelson Valdivia a vérifié que les équipements Alfa Laval étaient encore en bon état. « Le Chili et les régions minières étant dans une zone sismique, les fondations des sites au Chili sont renforcées pour résister aux tremblements de terre », explique-t-il. « Étonnamment, les échangeurs thermiques ont continué à fonctionner comme si rien ne s'était passé. »



Robert Mayne-Nicholls (à gauche) et Nelson Valdivia, Barrick Zaldívar.

>>>

Ruben Arriagada,  
ingénieur de  
ventes Alfa Laval  
au Chili.



Zaldívar produit  
jusqu'à 150 000  
tonnes de cuivre  
cathodique pur  
par an.

►► [www.alfalaval.com/here/coppermine/Zaldivar](http://www.alfalaval.com/here/coppermine/Zaldivar)

>>> Nelson Valdivia connaissait déjà bien Alfa Laval lorsqu'il a rejoint Zaldívar il y a six ans « J'avais déjà eu une très bonne expérience d'Alfa Laval dans un autre site au Chili. Alfa Laval est bien connu dans toute l'Industrie minière pour sa compétence prouvée en matière de récupération de chaleur. »

Ruben Arriagada, Alfa Laval, se rend régulièrement à la mine de Zaldívar. « Je veux m'assurer que nous fournissons la meilleure récupération de chaleur possible », dit-il.

Le besoin d'efficacité énergétique est plus grand que jamais, car les prix de l'énergie continuent de grimper. Selon Robert Mayne-Nicholls, les trois prochaines années constitueront un enjeu énergétique pour toutes les industries, dont les mines. Les objectifs de récupération d'énergie de Zaldívar font partie d'une vision consistant à réduire la

consommation générale d'énergie et les émissions polluantes tout en gardant intact le rythme de production.

« En travaillant avec les technologies Alfa Laval, nous sommes tous gagnants », ajoute-t-il. « Leur récupération de chaleur au moyen d'échangeurs à plaques nous aide à réaliser ces objectifs. »

Mais il reste des choses à faire. « À une époque où les industries du monde entier doivent réduire leur consommation d'énergie, nous sommes toujours ouverts à de nouvelles technologies pour augmenter encore notre efficacité énergétique. »

Zaldívar et Alfa Laval étudient actuellement des collaborations futures pour récupérer l'énergie et réduire les frais généraux. n

► Récupération de chaleur dans une exploitation de cuivre

## Un process gagnant

– La récupération de chaleur réduit les coûts et les émissions de CO<sub>2</sub>

Zaldívar utilise 16 échangeurs thermiques à plaques Alfa Laval pour récupérer la chaleur de l'extraction électrolytique, la dernière étape du process d'extraction de cuivre.

Une fois le minerai concassé, il est lixivié à l'acide sulfurique, qui dissout le cuivre du minerai. Un solvant organique est ensuite ajouté à la solution pour la débarrasser de ses impuretés. Après ce lavage, le solvant est éliminé et recyclé pour être réacheminé à la section de lavage. La solution restante, constituée de cuivre et d'acide, est appelée « électrolyte riche ». Celle-ci est versée dans des cuves, et un courant électrique est créé avec deux électrodes – une anode

positive et une cathode négative. La solution restante, à faible teneur en cuivre, est recyclée pour revenir à la section de lixiviation. Sur son retour, la solution à faible teneur en électrolytes préchauffe l'électrolyte riche avec les échangeurs thermiques Alfa Laval.

Zaldívar emploie quatre lignes avec chacune quatre échangeurs thermiques à plaques Alfa Laval MX25. En outre, Zaldívar possède

« Les unités ont connu peu de problèmes depuis que nous avons commencé à les utiliser en 1995. »

un échangeur thermique Alfa Laval M10 qui réchauffe l'électrolyte riche avec de l'eau à la fin du process.

« Ces unités sont très fiables » constate Roberto Villalobos, responsable maintenance de Zaldívar. « Elles ont connu peu de problèmes depuis que nous avons commencé à les utiliser en 1995. »

Grâce à la solution d'échange de chaleur, Zaldívar récupère 48 megawatts de chaleur, ce qui correspond à des économies d'environ 4,6 millions d'USD par an, et à une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de près de 66 tonnes par an. En outre, les échangeurs thermiques à plaques occupent bien moins d'espace que les échangeurs tubulaires conventionnels.



Roberto Villalobos, responsable maintenance de Zaldívar.

Ces unités sont conçues pour rendre la maintenance physique aussi simple que possible. Installées dans quatre lignes de production, les 16 unités sont accrochées sur une barre porteuse, soutenue par une barre de guidage. « Cela me facilite le travail » dit Roberto Villalobos. « Puisque seul un échangeur thermique à la fois a besoin d'être arrêté, cela a très peu d'incidence sur la production totale. » n