

## CONSTELLIUM

### OPTIMISATION DU CALCUL DE CHARGE DANS UNE FONDERIE D'ALUMINIUM



#### Objectifs :

- Automatiser le calcul des éléments nécessaires à la préparation d'une coulée
- Se doter d'une solution robuste pouvant gérer en temps réel le métal liquide et fonctionner 24h/24, 7 jours/7, 365 jours/an

#### Solution :

Un modèle de programmation linéaire

#### Résultats :

- Réduction significative de la consommation de métal neuf et meilleure utilisation des chutes toujours difficiles à recycler.
- Plus grande souplesse d'utilisation permettant de faire varier la charge du four en quasi temps réel
- Pérennisation du savoir-faire des fondeurs



**« Nous pouvons maintenant réaliser le calcul de charge en quasi temps réel. Cela nous permet d'intégrer le métal liquide de façon optimale en termes de délais et d'affectation des poches dans les charges, ce qui serait très difficile à faire en manuel. »** Thierry Chiarami, Ingénieur Développement, Pechiney Rhenalu

La fonderie de Neuf-Brisach en Alsace fait partie de la division BALC (Boitage, Automobile, Laminés Courant) du secteur aluminium du groupe Pechiney. Elle est constituée de deux ateliers de production. Le premier, le stade recyclage est équipé de 4 fours traitant les déchets difficiles souvent revêtus, il délivre du métal liquide à l'atelier de fabrication plaques. Celui-ci est équipé de 6 fours produisant des plaques d'aluminium à partir de chutes internes de fabrication, de chutes externes et déchets, de métal neuf, de constituants permettant d'atteindre une composition chimique visée et de métal liquide issu des fours de recyclage. Ces plaques servent à alimenter les stades aval de transformation afin de fabriquer les produits vendables.

De nombreux produits en aluminium sont fabriqués sur ce site, des tôles de carrosserie destinées à l'équipement automobile, des bandes pour les marchés des boites boissons et conserves, aux feuilles d'aluminium pour l'emballage alimentaire, en passant par les échangeurs thermiques et l'équipement des bâtiments. Pechiney Rhenalu a lancé en 1997 le projet SIF (Système d'Information Fonderie), un projet ambitieux dont l'objectif principal était

le traitement en temps réel de toute l'information d'une fonderie, de la planification à l'archivage des données techniques de tout le procédé de transformation. Avec au cœur du système, l'optimisation des matières premières qui sont définies au moment du chargement d'un four.

Le calcul de charge d'un four est un problème complexe. La principale complexité réside dans l'atteinte d'une composition chimique visée pour la charge à calculer en utilisant un mélange de compositions chimiques toutes différentes et en y intégrant le métal liquide produit par les fours du recyclage. Pour ce dernier la durée de vie est limitée par les contraintes thermiques évidentes mais aussi par un stock limité, l'intégration de celui-ci dans les charges au fur et à mesure de la production est donc une nécessité.

Pour chaque charge, il faut trouver le meilleur compromis qui respectera les contraintes métallurgiques, les contraintes d'exploitation, le planning de production et les coûts tout en optimisant l'utilisation des matières premières solides et liquides disponibles du stock. Une tâche qui est assumée, 365 jours par an, 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 par un personnel qualifié, les calculateurs de charge. A chaque début de poste ils font l'inventaire visuel du stock et en déduisent les 15 prochaines charges, ce qui correspond approximativement à 24 heures de charges pour les 5 fours de Neuf-Brisach.

Cette exécution manuelle du calcul de charge qui repose en grande partie sur l'expérience des fondeurs, avec les difficultés de transmission du savoir-faire, présentait d'autres inconvénients : difficile de répondre au besoin économique du juste à temps en faisant des calculs de charge 24 heures à l'avance, faible optimisation des stocks disponibles. Dans bien des cas, l'opérateur privilégiait une contrainte particulière au détriment de toutes les autres, par exemple réduire les chutes en contenant au détriment de l'optimisation du lit de fusion. Un choix qui n'allait pas forcément dans le sens de l'optimisation de la charge.

Sur la base d'une maquette développée par le centre de recherche de Pechiney à Voreppe, EURODECISION a réalisé le module de calcul de charge destiné à être intégré dans le projet SIF. Baptisé Horace, ce module a été réalisé par prototypages successifs. Développé en langage Visual Basic à l'aide de l'outil de modélisation LP-Toolkit d'EURODECISION, Horace intègre le solveur Cplex d'IBM-ILLOG. Le développement par prototypage a permis aux utilisateurs d'évaluer rapidement les fonctionnalités et l'ergonomie du logiciel. Aidant à convaincre les plus sceptiques qu'il était désormais possible de calculer automatiquement les charges de four.

Après quelques difficultés au démarrage pour arriver à caler l'application dans le fonctionnement de l'atelier, Horace permet aujourd'hui un fonctionnement en quasi temps réel. Le lancement du calcul de charge peut se faire moins de 3 heures avant d'avoir besoin du métal. Horace permet d'optimiser, pour une charge donnée, la composition et les tonnages enfournés pendant la charge précédente ainsi que le type de coulée, son alliage, son format, le nombre de plaques, la longueur de coulée. L'état des stocks disponibles ainsi que la composition des constituants sont également pris en compte. Ce traitement, qui dure moins d'une minute, offre aux préparateurs la possibilité de relancer un nouveau calcul directement à partir des chariots de préparation des charges. Horace dispose de plusieurs paramètres pour optimiser la charge en fonction des objectifs ponctuels, comme les coûts, les contraintes d'exploitation ou de consommation de matière première.

Deux ans après le démarrage du projet, Pechiney a constaté une réduction significative de la consommation de métal neuf ainsi qu'une meilleure utilisation des chutes toujours difficiles à recycler. Les calculs de charges peuvent se faire en quasi juste à temps et l'optimisation de la charge est assurée, quel que soit le niveau d'expérience de l'opérateur. Plusieurs postes de calculateurs fonctionnant en 2x8 ont pu être remplacés par un seul poste d'administrateur. L'utilisation de ce système dans d'autres fonderies du groupe est actuellement à l'étude.