

# Une productivité augmentée de 30%

Nicolas Henchoz \*

**C'est l'expression à la mode! Quelle université, quel institut n'élabore pas des concepts de «transfert de technologie»? A côté des discours et des rapports, il existe aussi des projets concrets qui réussissent.**

**Suisse, la jeune société Calcom, créée par des chercheurs de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) figure sans aucun doute parmi les exemples à suivre. Récemment, elle a permis à une usine d'augmenter de 30% la productivité de l'une de ses chaînes de fabrication. La recette est en passe d'être appliquée à l'ensemble des installations.**

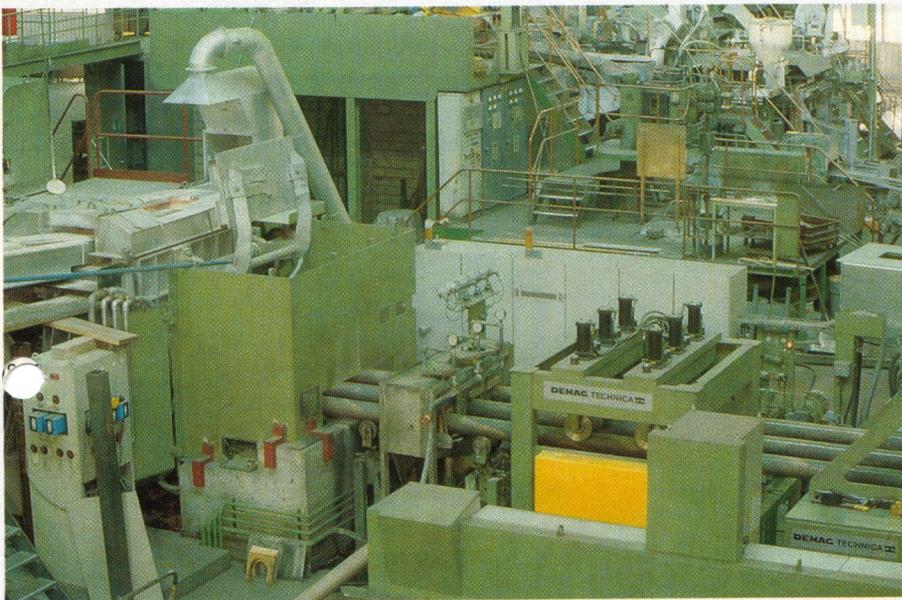


Fig. 1. - Installation de coulée continue horizontale de trois barreaux de 180 mm de diamètre (Construction Demag-Technica).

L'histoire de ce transfert de technologie débute en 1991. L'usine Boillat du groupe Swissmetal, située à Reconquies, est réputée pour ses alliages cuivreux. Elle fabrique des produits semi-finis, principalement des fils, des barres et différents profilés. Leur élaboration commence toujours à la fonderie, qui délivre des billettes, autrement dit des cylindres de 150 à 240 millimètres de diamètre, et des fils environ dix fois plus fins. Les traitements mécaniques, comme

le tréfilage ou le laminage, et thermiques, tels que le recuit, permettent ensuite de mettre en forme les produits semi-finis, avec des propriétés spécifiques.

Dans sa fonderie, Swissmetal possède plusieurs lignes de coulée continue ou semi-continue, qu'elle optimise constamment. Mais la tâche n'est pas facile. Il faut jouer sur des paramètres tels que la température du métal liquide, la vitesse de coulée ou le débit de l'eau servant au refroidissement. Vu la complexité des

phénomènes qui entrent en jeu lors de la solidification des alliages, cette optimisation se fait de manière empirique: des séries d'essais qui coûtent cher lorsqu'elles accaparent une ligne de production. De plus, les recherches se concentrent principalement sur les paramètres réglables de la machine. Modifier une installation, en construisant par exemple un nouveau refroidisseur, représente une opération très risquée. La pièce coûterait, à elle seule, plusieurs dizaines de milliers de francs... sans aucune garantie de succès! L'expérience des fondeurs de l'usine permet tout de même d'atteindre de bons résultats. Mais s'agit-il vraiment de l'optimum? Les méthodes empiriques utilisées jusqu'ici laissent planer un doute.

Willy Form, alors directeur du secteur recherche de Swissmetal et professeur à l'Université de Neuchâtel, veut en avoir le cœur net. Depuis plusieurs années, il entretient des rapports scientifiques avec le Laboratoire de métallurgie physique (LMPH) de l'EPFL. Ce laboratoire possède un groupe de simulation numérique par ordinateur de renommée mondiale, dirigé par le professeur Michel Rappaz. Domaine de prédilection: la simulation des procédés de solidification des métaux. Les travaux de recherche ont entre autres abouti au développement du logiciel 3-MOS. Un outil capable de simuler avec une très grande précision la quasi-totalité des procédés de fonderie industriels. En janvier 1991, une nouvelle société, baptisée Calcom, a été créée pour le commercialiser et réaliser des mandats pour l'industrie. Ce sont plusieurs collaborateurs du laboratoire qui se sont mobilisés pour concrétiser cette aventure. En tête, Philippe Thévoz, titulaire d'un doctorat en science des matériaux.

\* Nicolas Henchoz est ingénieur en science des matériaux et journaliste, Lausanne, tél. 021/693 29 18.

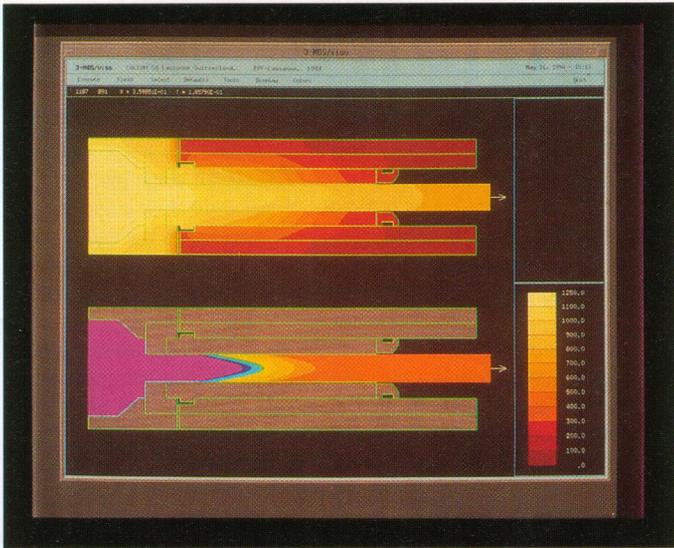


Fig. 2. – Modélisation de l'installation de coulée continue de Swissmetal. Partie supérieure: carte thermique. Partie inférieure: front de solidification (violet = 100% liquide, orange = 100% solide).

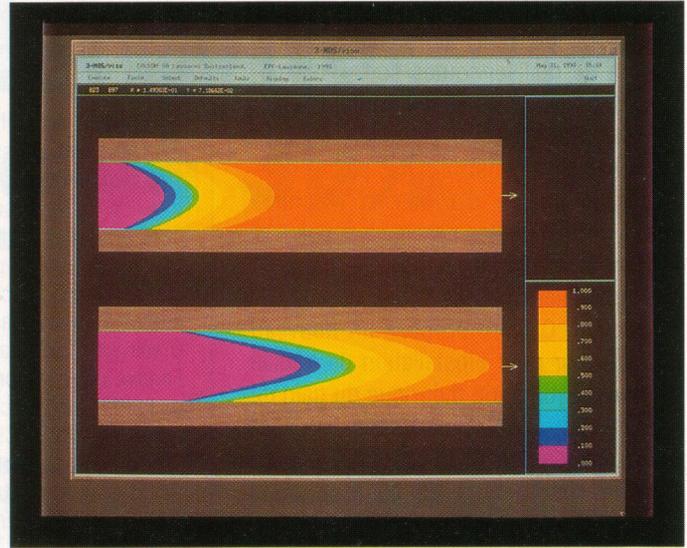


Fig. 3. – Agrandissement de la zone de solidification pour deux vitesses de coulée différentes. A gauche le métal est 100% liquide (violet) tandis qu'à droite il est 100% solide (orange). La vitesse de coulée est beaucoup plus lente sur la figure supérieure, d'où un front de solidification plus droit et une zone pâteuse plus courte.

Après discussion, la direction de Swissmetal Boillat confie à Calcom un mandat: simuler par ordinateur l'une des installations de coulée continue qui produit des fils. Elle demande même davantage: qu'un ingénieur de son entreprise participe à ce travail et reçoive ainsi une formation sur le logiciel 3-MOS.

Pour Swissmetal Boillat, c'est un risque: si ce mandat ne permet pas d'améliorer de manière significative la machine, l'usine perd aussi son investissement en formation. Dans le cas contraire, elle réalisera des économies importantes: il lui suffira alors d'acquérir le logiciel afin de poursuivre immédiatement dans cette nouvelle voie. L'ingénieur déjà formé permettra d'économiser un temps considérable et le prix d'un second mandat.

Rapidement, les premiers résultats arrivent à Reconvilier. Une révélation pour les fondeurs et les ingénieurs de l'usine! La simulation leur permet de visualiser des phénomènes et des données qui leur étaient jusqu'à ce jour totalement inaccessibles. Ils voient, par exemple, pour la première fois une carte complète des températures au sein même de l'installation et du métal en cours de solidification. Auparavant, les mesures ne donnaient que des renseignements ponctuels, coûteux et longs à obtenir. «La simulation numérique permet avant tout de mieux comprendre un procédé, de confirmer certaines hypothèses et de découvrir des phénomènes que l'on n'avait pas soup-

çonnés», souligne Marco Gremaud, docteur en science des matériaux et collaborateur de Calcom.

Le mandat se poursuit. Objectif: obtenir des résultats quantitatifs précis. Pour cela, il faut caler le modèle numérique, autrement dit ajuster certains para-

mètres à l'aide de quelques expériences. Au bout du compte, les ingénieurs de la fonderie peuvent visualiser parfaitement la forme et la position de la zone de solidification dans la lingotière. Des données chiffrées, qui dicteront la structure finale du métal et donc ses propriétés.



Fig. 4. – Modélisation du champ thermique lors de la coulée continue et représentation de la microstructure en grains qui en résulte. On voit que pour les conditions données, une vitesse de coulée trop rapide (fig. 4a) provoque une ligne ségréguée centrale très marquée car l'orientation des grains est dictée en premier lieu par l'orientation du flux de chaleur.

Avec le modèle correctement calé, les ingénieurs peuvent alors demander à Calcom de réaliser toutes sortes d'expériences numériques et notamment tester virtuellement un nouveau refroidisseur. Plus besoin de construire des pièces onéreuses, ni même d'arrêter la machine. Dans l'ordinateur, les essais se succèdent à grande vitesse et surtout à un coût incomparablement plus faible.

Finalement, Calcom propose un nouveau refroidisseur pour l'installation de coulée continue. Estimation théorique du gain de productivité: 30%! Convaincus, les responsables de l'usine décident d'investir dans la construction de cette nouvelle pièce, optimisée par simulation.

Aujourd'hui, l'entreprise a gagné son pari: elle a effectivement obtenu sur cette ligne de coulée continue un gain de productivité de 30%. Un succès qui a largement justifié l'achat du logiciel 3-MOS afin de poursuivre dans cette voie. Fort de l'expérience de son usine Boillat à Reconvilier, c'est désormais l'ensemble du groupe Swissmetal qui veut utiliser ce nouvel outil numérique.

Un outil qui ne supprimera toutefois pas l'expérience des praticiens et des industriels: «Il ne faut jamais oublier qu'il s'agit d'un outil extraordinaire, mais qui est à leur service. Ce sont eux qui connaissent vraiment bien le procédé!», affirme Marco Gremaud.

Depuis sa création, la société Calcom a déjà réussi à se diversifier. Elle réalise des mandats en simulation numérique dans de nombreux domaines, du calcul des contraintes et des déformations jusqu'aux problèmes d'écoulement tout en restant fidèle à ses premiers amours: la métallurgie, la solidification et les traitements thermiques.

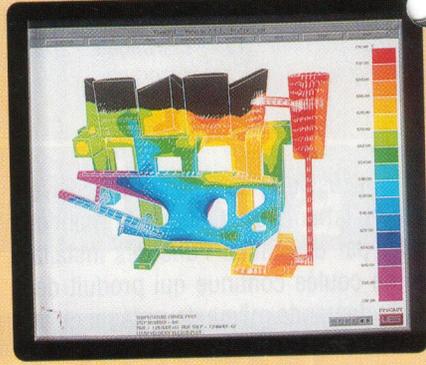
Reste à espérer que d'autres scientifiques suivront cet exemple très concret de transfert de technologie. Peut-on trouver un meilleur moyen d'encourager l'investissement dans la recherche scientifique?

I+T/RTS (93078)

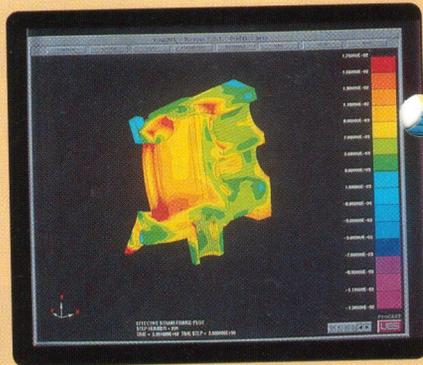
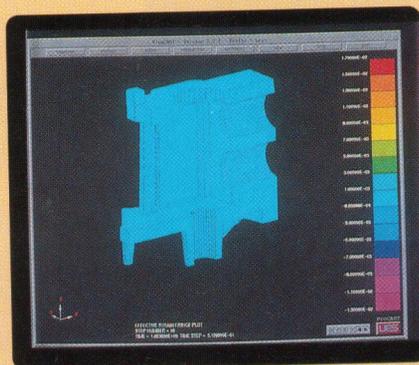
### Calcom: des PME aux géants de l'industrie

Le Parc scientifique de l'EPFL: un nouveau bâtiment déjà prestigieux. Le légendaire fabricant de superordinateur Cray Research vient d'y établir son troisième centre mondial de développement. C'est dans ce même bâtiment, juste un étage plus haut, que l'on trouve la société Calcom, spécialisée dans la simulation par ordinateur en science des matériaux. Comme la plupart des autres locataires, elle a emménagé au début de l'année. Avantage particulier de cette nouvelle situation: pouvoir maintenir un dialogue constant avec les chercheurs de l'EPFL. Ici, quelques minutes suffisent pour se retrouver autour d'une même table.

Créée en 1991, Calcom emploie notamment deux docteurs en science des matériaux. Fondée par la volonté de certains collaborateurs du Laboratoire de métallurgie physique de l'EPFL, cette société n'a cessé d'accroître sa clientèle, de la PME jusqu'aux très grandes industries. ABB (CH), Comalco (Aus), General Electric (USA), Renault (F), Rolls Royce (GB), Sulzer (CH) et bien d'autres travaillent aujourd'hui avec la jeune société lausannoise. Pas question pourtant de dormir sur ses lauriers: Calcom participe aussi à des programmes de recherche internationaux pour étendre régulièrement son offre.



Modélisation du remplissage et de la solidification d'une pièce destinée à l'aéronautique (a) moule vide, (b) moule en cours de remplissage). Il vaut la peine de remarquer que la pièce a déjà commencé de se refroidir alors qu'elle n'est pas encore complètement remplie (masselottage).



Modélisation de la déformation et des contraintes induites dans une pièce lors du refroidissement (a) forme souhaitée, (b) forme réelle après solidification). L'échelle des couleurs correspond à la déformation plastique vraie mais la déformation est exagérée pour en faciliter la visualisation.

# härterei gerster

- Trempe superficielle
- Traitement à coeur
- Diffusion thermo-chimique
- Brasage
- Axes de guidage

Härterei Gerster AG  
4622 Egerkingen • Téléphone 062 / 61 10 61 • Fax 062 / 61 31 12

