

Mouler énergétiquement bien grâce à l'isolation et la récupération thermique

L'énergie est consommée deux fois lors du moulage par injection de pièces en plastique : lors du chauffage du matériau d'abord, et ensuite pour le refroidissement du moule. Comme le montre une étude de l'école supérieure technique de Rapperswil, il est possible d'économiser un volume considérable d'énergie lors du processus industriel grâce à l'isolation, la récupération thermique et autres mesures. L'analyse fournit également la base qui pourrait permettre à l'avenir de classer les processus industriels en fonction de leur rentabilité énergétique.



Examen approfondi : à l'école technique supérieure de Rapperswil, Benno Bucher analyse la façon dont les pièces en plastique peuvent être fabriquées dans un processus de moulage par injection tout en économisant de l'énergie.

Les pots de yaourt, les interrupteurs, les lunettes de WC... Ces pièces en plastique nous accompagnent au quotidien. Elles sont intégrées en tant que composants dans pratiquement tous les appareils et toutes les machines qui nous entourent. Dans presque tous les cas, les pièces en plastique sont fabriquées dans un processus de moulage par injection. Par exemple, chez Greiner Packaging AG à Diepoldsau (SG). Avec environ 300 employés et employées, la société fabrique des emballages destinés aux produits laitiers. Parmi ceux-ci, les gobelets à café d'une grande entreprise laitière suisse. Le moulage par injection d'un tel gobelet ne dure que quelques secondes : le matériau initial – granulé de polypropylène – est liquéfié dans un cylindre de chauffage à 250° C, puis moulé sous pression dans un moule ; le plastique y refroidit en quelques minutes si bien que le moule

recrache déjà un gobelet terminé. La machine de la société Greiner produit six gobelets en une étape de travail. Un cycle de production dure tout juste 6 secondes.

Chauffage et refroidissement

Le moulage par injection nécessite deux fois plus d'énergie : d'une part le courant pour le chauffage des granulés et d'autre part, l'eau à 12 degrés pour le refroidissement du moule. Greiner requiert exactement 8 Wh d'énergie pour la fabrication d'un gobelet à café de 11 grammes. Sur une journée de travail normale, la consommation énergétique pour l'exploitation du cylindre de chauffage et de la machine de refroidissement qui refroidit l'eau du circuit de refroidissement à 12° C, passe à 740 kWh. Il s'agit de la quantité de courant consommée en moyenne par 68 foyers de quatre person-

nes sur la même période. On tient compte de l'intégralité de l'industrie du traitement du plastique en Suisse. Il existe donc un potentiel d'économie considérable. Cela implique évidemment de trouver un moyen d'économiser de l'énergie sans altérer la qualité des produits. Avant de pouvoir économiser de l'énergie, il faut connaître le volume et où l'énergie se perd. C'est l'objectif d'un projet de recherche de l'école technique supérieure de Rapperswil (HSR). L'institut de génie énergétique ainsi que l'institut du génie des matériaux et du traitement du plastique dirigent le projet avec le soutien financier de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et en collaboration avec la société de développement SwissGel AG (Schlieren). Les scientifiques ont analysé la somme d'énergie que requiert le moulage par injection et, en ce qui concerne le processus de production, dans quels domaines précis les pertes d'énergie ont lieu. Et ce, dans six grandes entreprises suisses (ABB, Geberit, Georg Fischer, Greiner Packaging, Weidmann, Rotho).

Économiser jusqu'à 20 % d'énergie

A partir de ces analyses, les chercheurs ont déduit des recommandations importantes pour les entreprises sondées mais également en regard d'autres entreprises qui appliquent le processus de moulage par injection (cf. zone texte). Une méthode efficace : l'isolation thermique de l'agrégat d'injection en chauffant le plastique ainsi que les tuyaux d'eau

de refroidissement. « Selon notre estimation, les entreprises analysées présentent un potentiel d'économie énergétique de 5 à 20 % », affirme Benno Bucher, physicien diplômé à l'ETH, qui a ensuite fait des recherches chez IBM et ABB avant d'occuper la fonction de professeur à l'institut du génie énergétique de l'HSR. Bucher fait également référence à la possibilité de récupérer l'énergie des pertes thermiques dans le processus. D'après Bucher, « cela représente un potentiel de récupération de plus de 10 %... ». Le technicien en énergie mentionne également que la température de l'eau de refroidissement est relativement basse, de telle sorte que la récupération est plus difficile que si l'eau était plus chaude. Une machine de moulage par injection aménagée au HSR par les scientifiques a permis d'analyser en détail les sources de perte et les possibilités d'économie d'énergie dans le laboratoire. Les scientifiques sont parvenus à réduire la dépense énergétique totale du processus d'environ 10 %, rien qu'avec les isolations.

Comparaison énergétique des processus de production

Outre l'objectif pratique d'attirer l'attention des entreprises sur les mesures d'économie d'énergie appropriées, le projet de recherche poursuit un objectif de portée fondamentale. Le scientifique de l'école supérieure se demande s'il est possible de classer des processus industriels comme le moulage par injection du plastique selon leur rentabilité énergétique. Si cela était possible, on pourrait

déterminer la quantité d'énergie requise pour la fabrication d'un certain bien de consommation (par exemple, un gobelet à café) ou de pièces techniques en plastique (des souris d'ordinateur...). Grâce à cet indicatif, les produits en plastique pourraient être répartis par classes d'efficacité (AAA, AA, A etc.) comme c'est déjà le cas pour les réfrigérateurs et autres appareils électroniques.

Dans ce but, Benno Bucher et ses collègues de recherche de l'HSR déterminent la quantité d'énergie requise pour la fabrication de plastique moulé. Dans le cas du gobelet à café de Greiner, il s'agit de 8 Wh pour un gobelet de 11 grammes, c'est-à-dire 727 Wh par kilogramme de plastique usiné. Mais cet indicatif – la consommation énergétique par kilogramme de plastique usiné – est-il vraiment adapté pour comparer la consommation énergétique lors de la fabrication de différentes pièces en plastique? « En principe oui », affirme Benno Bucher. Sa réponse laisse à penser qu'il y a un bémol. La dépense énergétique dépend en particulier de l'épaisseur des parois de la pièce en plastique, de sa forme et du type de plastique utilisé. Ainsi, la fabrication d'une pièce en plastique à fine paroi requiert moins d'énergie qu'une pièce à paroi épaisse. C'est pourquoi une comparaison immédiate des différents produits grâce à l'indicatif mentionné ci-dessous n'est pas possible.

« Le projet en est à ses premiers balbutiements »

Afin de pouvoir comparer loyalement la consommation énergétique des différentes pièces, certains facteurs supplémentaires doivent être pris en considération. C'est ce que tentent de démontrer les chercheurs de Rapperswil en différenciant les pièces à « fine paroi » (comme un pot de yaourt avec une épaisseur de 0,1 mm), les pièces « techniques » (un bouton de chasse d'eau d'une épaisseur de 2 mm) et les pièces à « paroi épaisse » (un interrupteur de sécurité

d'une épaisseur de 3 mm). Avec l'intégration de grandeurs de correction adaptées, les scientifiques espèrent pouvoir rendre les différentes catégories comparables. Benno Bucher : « Nous souhaitons élaborer les critères de calcul afin de pouvoir comparer la consommation énergétique lors de la production industrielle de différentes pièces en plastique. Ainsi, nous créons une base sur laquelle nous pourrions concevoir un label énergétique pour les processus de production ».

Ces travaux ont un mobile concret. Côté EU, l'idée d'introduire un label énergétique pour les produits a été exprimée à plusieurs reprises. Ainsi, l'idée de classes énergétiques comme pour les appareils électriques et l'idée de normes énergétiques sur l'exemple du label Minergie pour les bâtiments s'élargiraient au niveau des processus industriels. Une requête absolument justifiée comme l'affirme Benno Bucher : « Le développement sur les processus industriels en est à ses balbutiements. Les pertes énergétiques sont encore considérables bien que le parc de machines suisse ait une position relativement bonne en ce qui concerne l'efficacité des entraînements électriques ».

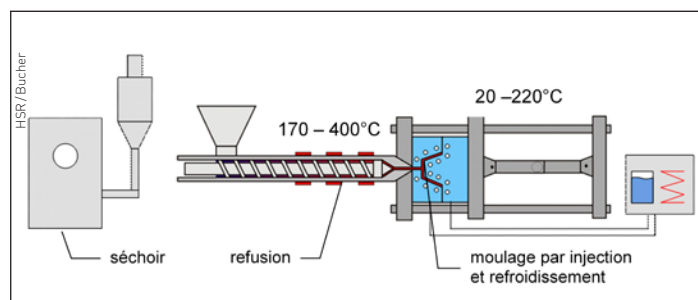
Analyse holistique requise

Dans l'industrie, l'idée d'un label énergétique pour les processus de production est encore confrontée au scepticisme. Les spécialistes de la pratique industrielle ont des doutes quant à la fiabilité des comparaisons entre les grandes différences dans le processus de moulage par injection. « Nous pouvons fabriquer nos gobelets en plastique à fine paroi avec relativement peu d'énergie », affirme Martin Weder, directeur dans le domaine électrique de la société Greiner Packaging AG. « En revanche, ceux qui moulent des pièces techniques ont de plus en plus besoin d'énergie par rapport aux gobelets en plastique. Ils n'auront jamais la possibilité d'obtenir un écolabel ». Les praticiens industriels et les chercheurs de l'HSR sont

d'accord sur le fait qu'une approche globale doit être choisie pour l'étude énergétique des processus industriels. Autrement dit, la quantité de chaleur résiduelle générée par un processus de moulage par injection est décisive, mais la manière dont cette chaleur résiduelle est utilisée l'est encore plus. Dans le cas de la société Greiner Packaging AG, cette énergie ne disparaît pas simplement, mais elle est utilisée à différentes

fins : le chauffage des bureaux, en tant qu'énergie pour le réseau de chauffage urbain, le chauffage d'un plant d'asperges au printemps par le biais de tubes souterrains et le chauffage des rampes de chargement de l'entreprise en hiver. ☺

Dr Benedikt Vogel
Sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)
www.vogel-komm.ch
www.ofen.admin.ch



Représentation schématique du processus de moulage par injection : dans les appareils à tempérer (tout à gauche), les granulés de plastique sont dévolatilisés par l'alimentation de chaleur avant leur application. Ensuite, les granulés sont chauffés à 250° C dans les vis transporteuses (cylindre de chauffage) puis pressés sous pression dans un moule (un gobelet sur le graphique). Afin que le plastique injecté se solidifie rapidement, les pièces de l'outil qui forment le moule sont refroidies par les canaux avec de l'eau. Ce faisant, l'eau absorbe la chaleur qui se dépose de manière adaptée sur un autre endroit du circuit de liquide de refroidissement.

en filigrane

Les pertes d'énergie lors du moulage par injection

Une équipe de chercheurs de l'Ecole technique supérieure de Rapperswil (HSR) a analysé les machines de moulage par injection dans six entreprises suisses. Les scientifiques ont découvert les éléments suivants lors de leurs mesures :

- Généralités : les machines avec des pompes à cylindrée constante et de longues durées d'arrêt (durée de refroidissement) ont de mauvais rendements. A l'arrêt, les pompes à cylindrée constante génèrent de la chaleur par friction dans l'huile qui n'est pas utilisée pour la production. Les machines entièrement hydrauliques à régimes adaptatifs (par exemple, Ecodrive) peuvent atteindre un rendement similaire à celui des machines entièrement électriques.
- Agrégat d'injection : les isolations disponibles sont insuffisantes. Les isolations en laine de roche atteignent une meilleure isolation pour des coûts d'acquisition plus bas.
- Outils : avec des outils à haute température, les pièces non isolées de l'installation (en particulier les tuyaux) entraînent une dissipation d'énergie considérable inutile. Les plaques de fixation évacuent également beaucoup de chaleur si aucune plaque d'isolation n'est montée.
- Appareil à tempérer : en règle générale, le placement des appareils à tempérer n'est pas optimal. En outre, les tuyaux inutilement longs entraînent des pertes d'énergie proportionnelles.
- Périphérie : le durcissement des plastiques comme le polyuréthane (PU) s'effectue au moyen de radiateurs infrarouges. Ceux-ci impliquent en partie des pertes d'énergie inutiles.