Economie circulaire : revaloriser le Zamak revêtu

Une nouvelle méthode électrochimique développée par Technochim pour préparer le recyclage de pièces métalliques revêtues

Technochim
Frédéric Groulard

UNE NOUVELLE APPROCHE

Certaines pièces en Zamak revêtu ne peuvent pas réintégrer directement une filière produisant un alliage de composition maîtrisée. Les couches métalliques présentes à leur surface peuvent en effet introduire, lors de la refusion, des éléments incompatibles avec la qualité d'alliage recherchée.
Depuis plusieurs mois, dans le cadre de son programme interne de R&D, les ingénieurs du laboratoire de Technochim ont développé une nouvelle méthode électrochimique « verte » destinée à retirer sélectivement certaines de ces finitions. Cette approche vise à préparer la valorisation du Zamak revêtu tout en préservant autant que possible les constituants utiles à la future charge d'alliage.

LE DÉFI DES REVÊTEMENTS

Le Zamak est une famille d'alliages principalement composée de zinc, complété par de l'aluminium, du magnésium et, selon la nuance, du cuivre. Mis en forme par fonderie sous pression, il permet de fabriquer des pièces complexes destinées à de nombreuses applications fonctionnelles ou décoratives.

Pour améliorer leur aspect ou leur résistance à la corrosion, certaines pièces reçoivent plusieurs couches métalliques. Une sous-couche de cuivre peut notamment être recouverte de nickel, de chrome, d'étain ou d'autres finitions décoratives.

Ces revêtements sont utiles pendant la vie de la pièce, mais peuvent compliquer son recyclage. Lors de la refusion, certains métaux modifient la composition du bain et risquent de rendre plus difficile l'obtention de l'alliage visé.



Photo 1 — Échantillons avant traitement
Echantillons en Zamak revêtu utilisés dans le cadre du programme interne de recherche conduit par Technochim.

UNE MÉTHODE INGÉNIEUSE ET SÉLECTIVE

Les travaux conduits par Technochim récemment ont porté sur une approche électrochimique distincte, développée et évaluée dans le cadre de ses activités internes de recherche. Les essais ont été réalisés sur des échantillons divers et selon des conditions opératoires définies spécifiquement pour ce programme.

L'objectif consistait à agir sur les finitions métalliques indésirables tout en limitant l'attaque des couches susceptibles de conserver une utilité métallurgique. Plusieurs géométries de pièces ont été examinées afin d'évaluer le comportement du traitement dans différentes configurations.

Les essais ont confirmé la possibilité de retirer sélectivement les finitions visées (Ni, Cr, Sn, Cu,…) et de faire apparaître le Zamak à l'état nu.



Photo 2 — Échantillons après traitement
Echantillons traités au moyen de l'approche électrochimique nouvellement développée par Technochim. Le retrait sélectif des finitions visées fait apparaître la sous-couche de cuivre.

PRÉSERVER LA MATIÈRE UTILE

L'arrêt éventuel du traitement électrochimique au niveau de la sous-couche de cuivre répond à une logique de circularité. Il ne s'agit pas nécessairement de retirer tous les métaux présents, mais de séparer prioritairement ceux qui compromettent la refusion.
Après dé-revêtement, les pièces de Zamak encore cuivrées peuvent être incorporées

dans une charge comprenant d'autres matières à base de Zamak. Du zinc ou des éléments d'ajustement peuvent, si nécessaire, compléter le mélange en fonction de la nuance recherchée.

Le cuivre ne doit toutefois pas être considéré comme systématiquement inoffensif. Sa contribution doit être intégrée au bilan matière en tenant compte des spécifications de l'alliage final que l'on souhaite atteindre.

UNE BOUCLE MAÎTRISÉE

Cette méthode innovante développée par Technochim associe le dé-revêtement (stripping) sélectif à une réflexion métallurgique plus large. L'objectif est de préserver les matières utiles, d'écarter les éléments incompatibles et de recomposer une charge adaptée à un nouvel usage.

Cette démarche comprend plusieurs étapes :

- Caractériser les pièces et leurs revêtements.
- Appliquer le traitement électrochimique sélectif.
- Contrôler la composition des pièces après traitement.
- Intégrer le cuivre résiduel dans le bilan matière.
- Définir la proportion admissible dans la charge.
- Procéder à une refusion.
- Vérifier la composition de l'alliage obtenu.

VERS LE TRAITEMENT PAR LOTS

Pour traiter de nombreuses petites pièces, Technochim a étudié le passage du bécher au pilote en designant et concevant un tonneau d'électrolyse. Cet équipement complexe met les pièces en mouvement, renouvelle leur contact avec l'électrolyte et établit le contact électrique nécessaire au traitement par lots. Son dimensionnement tient compte de la nature des pièces, de leur géométrie, de la capacité de charge et des conditions propres au nouveau procédé Technochim.

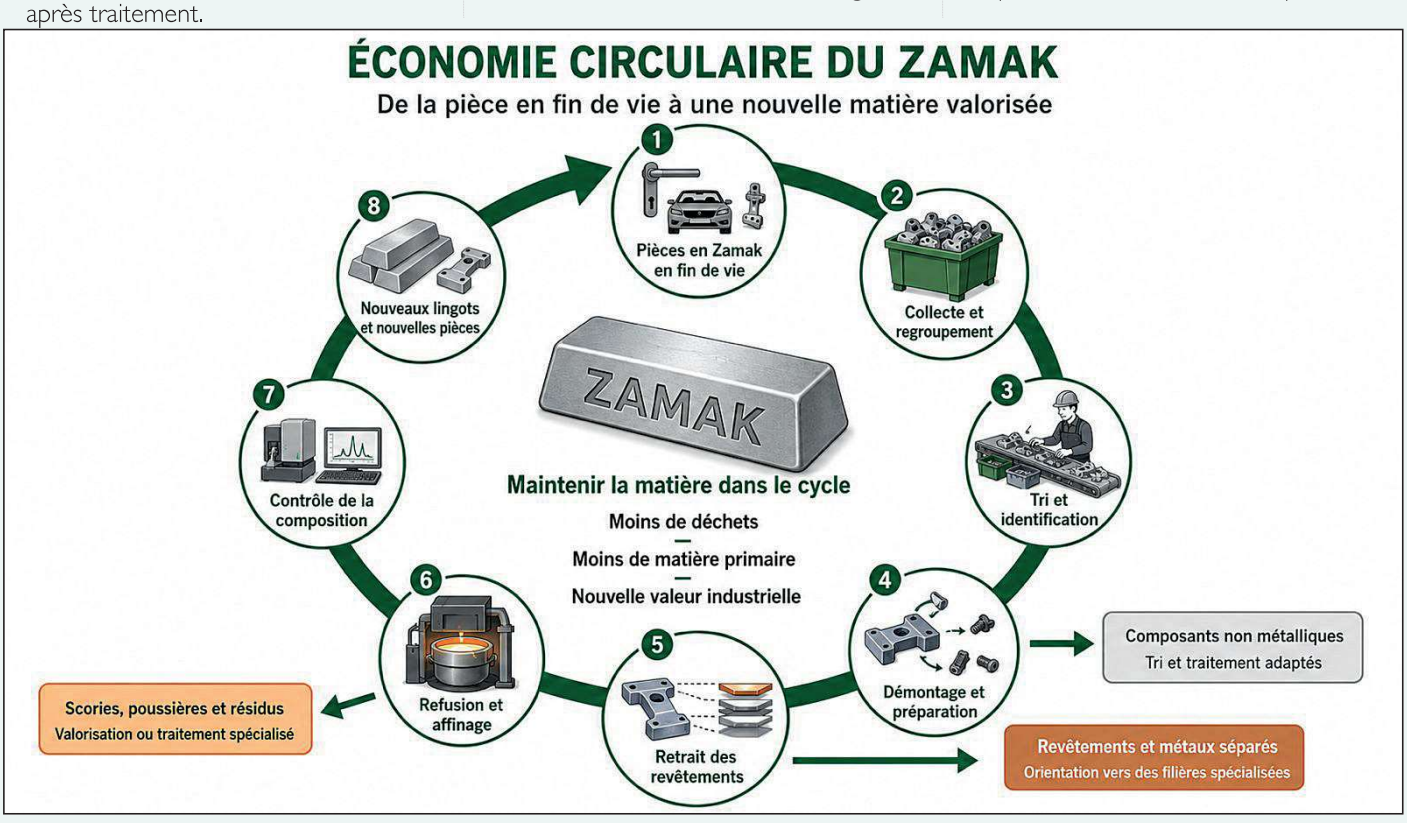
L'approche développée ouvre ainsi une trajectoire associant électrochimie sélective, traitement par lots et formulation métallurgique. L'objectif est de transformer un flux de Zamak revêtu difficile à valoriser en une matière secondaire dont l'intégration peut être techniquement maîtrisée.

NOTRE LABORATOIRE AU SERVICE DE L'INDUSTRIE

Au-delà de ce développement, le laboratoire de Technochim accompagne les industriels confrontés à des problématiques liées aux matériaux, aux traitements de surface et à la valorisation de leurs flux. Chaque demande débute par la qualification du besoin et la définition d'un programme d'essais adapté.

Selon l'objectif recherché, l'accompagnement peut comprendre la caractérisation d'échantillons, des essais comparatifs de coating, dé-revêtement ou de compatibilité, l'évaluation de différentes conditions opératoires et le contrôle des résultats obtenus. La démarche peut aller du premier test de faisabilité jusqu'à une validation à l'échelle prépilote, avec des recommandations en vue d'une éventuelle transposition industrielle.

Cette approche sur mesure permet d'éclairer une décision technique, de réduire les incertitudes avant investissement et d'identifier une voie de traitement adaptée au contexte de l'entreprise.



▲ *Principe général de la boucle matière*
Caractérisation du lot, dé-revêtement électrochimique sélectif, contrôle du cuivre résiduel, formulation de la charge, refusion pilote et analyse de l'alliage obtenu.