

ASRH
— v —

Travailler le laiton sans plomb

Working with lead-free brass

Fabienne Marquis Weible, ingénieure EPFL et Dr. ès sciences, est la directrice de l'Association suisse de recherches horlogères (ASRH). Basé à Neuchâtel, cet organisme unique en son genre fait progresser le savoir horloger en menant des études pour le compte de ses membres. Dernière recherche, fabriquer du laiton sans plomb.

Fabienne Marquis Weible, an EPFL engineer and Phd, is the director of the the Swiss Association for Watch Research, Association suisse de recherches horlogères (ASRH). Based in Neuchâtel, this unique organisation advances watchmaking knowledge by conducting studies on behalf of its members. Its latest research project involves the manufacture of lead-free brass.

par / by Fabienne Marquis Weible

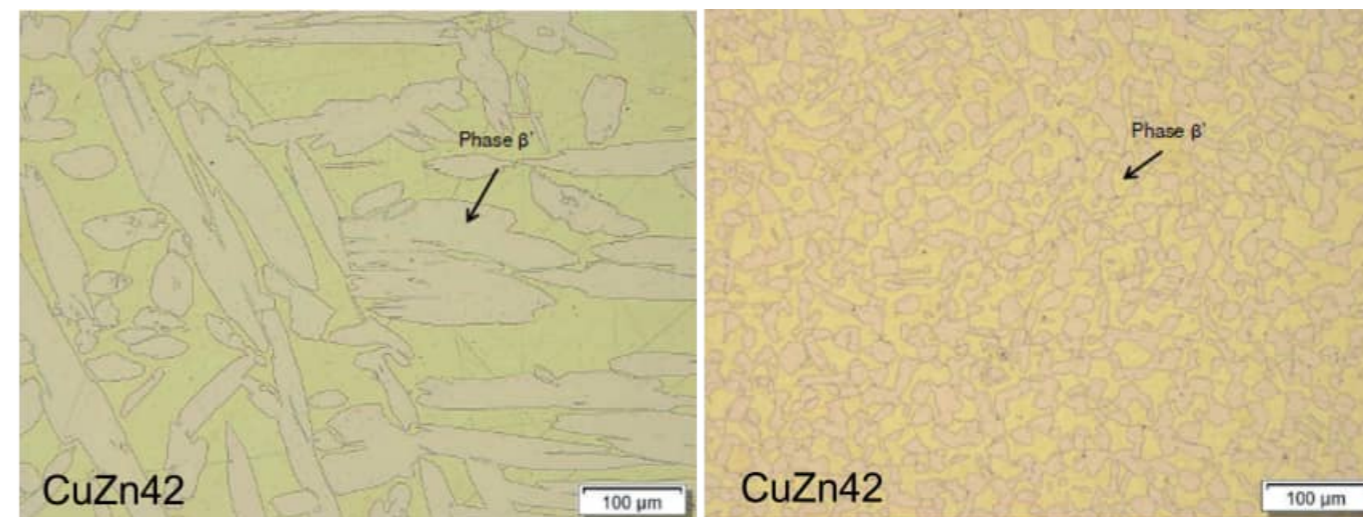
Le laiton est un alliage de cuivre et zinc qui contient 2 à 3% de plomb afin d'en faciliter l'usinabilité. Sous la pression de la législation qui veut restreindre sa teneur en plomb, le marché propose des laitons sans plomb sur lesquels l'industrie est appelée à basculer. Dans un effort communautaire démarré en 2019, l'Association suisse pour la recherche horlogère (ASRH) a mené une large étude afin d'identifier, parmi les alternatives du marché, des laitons sans plomb aptes à remplacer les alliages traditionnels sans perte de qualité ni de productivité. Complexe, le problème implique l'optimisation d'une solution sous des angles multiples. Il s'agit de trouver un optimum global entre propriétés de l'alliage, aptitude à la mise en forme, optimisation des multiples opérations d'usinage et des divers traitements (galvaniques, détentes, lavages...) afin d'assurer les performances du composant usiné.

Ce projet constitue un effort stratégique pour le secteur horloger, il a rassemblé une trentaine de sociétés toutes à la recherche d'une solution optimisée. Fabricants de matière, lamineurs et tréfileurs, fabricants de machines, d'outils et d'huile de coupe, décolleteurs et fabricants de composants possèdent tous une expertise et un savoir-faire dont l'exploitation combinée permet de converger vers un optimum global. En suivant une démarche scientifique basée sur des campagnes d'essais rigoureux, l'étude a mis en évidence les paramètres clés et documenté leur influence sur l'usinabilité et les performances des laitons sans plomb. Les résultats montrent que des alternatives telles que le CuZn42 ou le CuZn-21Si3P disponibles sur le marché peuvent être usinées et permettent d'atteindre les performances nécessaires. Les paramètres doivent toutefois être optimisés en fonction de compromis propres à chaque entreprise. Le marché fournit des

Brass is an alloy of copper and zinc that contains 2 to 3% lead to make it easier to machine. Under pressure from legislation to restrict its lead content, the market is offering lead-free brass, which the industry is set to switch to. As part of a community effort launched in 2019, the ASRH has conducted a wide-ranging study to identify lead-free brass alternatives on the market that can replace traditional alloys without any loss of quality or productivity.

This complex problem involves optimising a solution from multiple angles. The aim is to find a global optimum between the properties of the alloy, its suitability for shaping, optimisation of the multiple machining operations and the various treatments (galvanic, stress relieving, washing, etc.) in order to ensure the performance of the machined component.

This project represents a strategic effort for the watchmaking sector, bringing together around thirty companies all looking for an optimised solution. Manufacturers of materials, laminators and



> Figure 1

wire drawers, manufacturers of machines, tools and cutting oil, bar turners and component manufacturers all have expertise and know-how which, when combined, will enable them to converge on a global optimum.

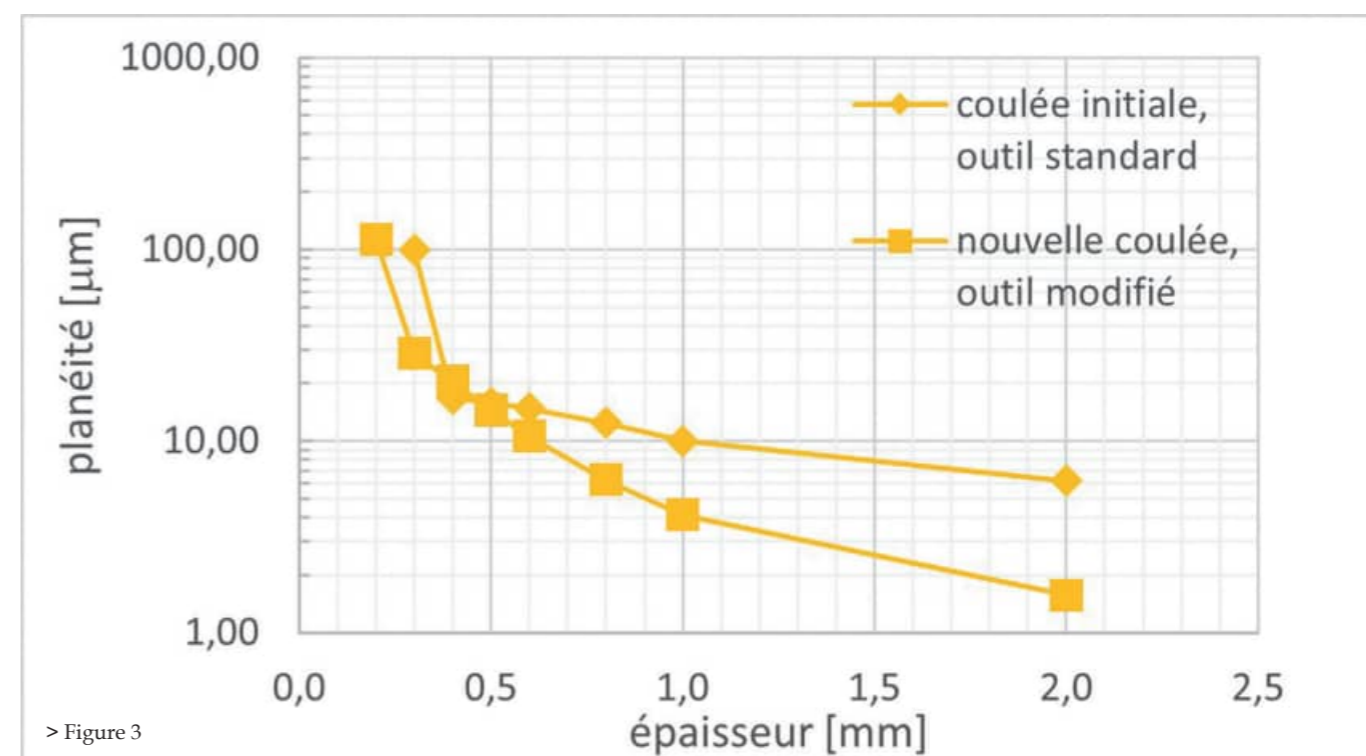
Following a scientific approach based on rigorous test campaigns, the study highlighted the key parameters and documented their influence on the machinability and performance of lead-free brass. The results show that commercially available alternatives such as CuZn42 or CuZn21Si3P can be machined and deliver the required performance. However, the parameters need to be optimised according to the trade-offs specific to each company. The market provides machines and tools capable of fragmenting and eva-

uating the swarf, with cutting forces that, although higher than those observed on leaded brass, keep burrs and deformations within acceptable limits and deliver surface finishes that are sometimes even better than those obtained on leaded brass. However, the transition to production requires the materials to be well specified and the right cutting conditions to be targeted more precisely: the machining ranges where parameters can be varied without influencing cutting forces and energies are less extensive for lead-free materials.

Figure 1 shows the microstructure of a CuZn42 alloy supplied to the same specification from two sources. There are significant differences that can lead to chip fragmentation and different

machines and des outils aptes à fragmenter et évacuer le copeau, avec des efforts de coupe qui, bien que supérieurs à ceux observés sur le laiton au plomb, maintiennent bavures et déformations dans des limites acceptables et livrent des états de surface parfois même meilleurs que ceux obtenus sur le laiton au plomb. Le passage en production nécessite toutefois de bien spécifier les matières et de cibler de façon plus précise les bonnes conditions de coupe : les plages d'usinage où les paramètres peuvent être variés sans influencer les efforts et les énergies de coupe sont moins étendues pour les matières sans plomb.

La Figure 1 présente la microstructure d'un alliage CuZn42 appro-



> Figure 3

visionné selon le même cahier des charges auprès de deux sources. On relève d'importantes différences susceptibles de conduire à une fragmentation du copeau et des états de surface différents, comme observé lors d'essais réalisés sur ces échantillons.

L'étude a également cherché à améliorer l'usinabilité en travaillant sur les outils. La **Figure 2** illustre pour les mêmes paramètres de coupe l'influence de la géométrie de l'outil sur la formation du copeau : les essais sont réalisés dans un laiton CuZn-21Si3P pour différents angles de coupe et brise-copeaux.

L'ASRH a mené ces travaux en s'appuyant sur l'expertise de nombreux partenaires industriels ainsi que sur celle disponible au sein de plusieurs laboratoires des hautes écoles (HE-Arc, EPFL). Une collaboration fructueuse avec le CIP de Tramelan pour la réalisation des essais de décolletage a permis de documenter sur une machine instrumentée l'influence des principaux paramètres et de disposer de données difficilement accessibles dans un environnement de production. Des expertises multiples ont été mises à contribution pour l'analyse approfondie de ces données, un dialogue avec les acteurs clés a permis d'assurer un transfert des résultats dans la pratique : le marché fournit à ce jour des matières satisfaisantes ainsi que des solutions aptes à les travailler. La **Figure 3** montre par exemple l'amélioration obtenue sur la maîtrise des déformations de rondelles de diamètre 25mm et d'épaisseur variable : en combinant une amélioration de l'alliage et une amélioration des outils, il a été possible de réduire significativement le défaut de planéité observé sur une rondelle de CuZn42.

Seule la mutualisation des ressources entre de nombreux partenaires permet de réaliser une telle étude, c'est le propre de la recherche communautaire. L'ASRH encourage tous les acteurs concernés à s'engager dans ce type de projets dont le retour sur investissement est particulièrement intéressant. •

Seule la mutualisation des ressources permet de réaliser une telle étude.

surface finishes, as observed in tests carried out on these samples.

The study also sought to improve machinability by working on the tools. Figure 2 illustrates, for the same cutting parameters, the influence of tool geometry on chip formation: the tests were carried out in CuZn21Si3P brass for different cutting angles and chip breakers.

ASRH has carried out this work by drawing on the expertise of numerous industrial partners as well as that available in several university laboratories (HE-Arc, EPFL). A fruitful collaboration with the CIP in Tramelan to carry out bar turning tests has made it possible to document the influence of the main parameters on an instrumented machine and to obtain data that is difficult to access in a production environment. A wide range of expertise has been

brought to bear on the in-depth analysis of this data, and dialogue with the key players has ensured that the results are put into practice: the market now provides satisfactory materials as well as solutions for processing them. Figure 3 shows, for example, the improvement achieved in controlling the deformation of washers with a diameter of 25mm and a variable thickness: by combining an improvement in the alloy and an improvement in the tools, it has been possible to significantly reduce the flatness defect observed on a CuZn42 washer.

Such a study can only be carried out by pooling the resources of a large number of partners, which is what community-based research is all about. ASRH encourages all those involved to commit to this type of project, which offers a particularly attractive return on investment. •

Such a study can only be carried out by pooling resources.



> Figure 2