

019	UTBM Service communication	Contrôles essais mesures	15 mars 2021
		Société	Impression 3D

# L'UTBM se dote de la première machine d'impression 3D métal en France équipée d'un laser « vert »

Par [Contrôles Essais Mesures](#) — 15 mars 2021 dans [Optique](#) Temps de lecture :3min de lecture



Depuis 1987, l'UTBM (université de technologie de Belfort-Montbéliard), à travers son laboratoire LERMPS (laboratoire d'Etudes et de Recherches sur le Matériaux, les Procédés et les Surfaces) – ICB (laboratoire interdisciplinaire Carnot de Bourgogne), est reconnue au niveau international pour ses travaux sur les traitements de surface. Pionnière, elle développe de manière complémentaire une activité de fabrication additive métal depuis 20 ans.

Afin de renforcer ses recherches, l'UTBM vient de se doter d'une machine de fabrication additive de type SLM (*Selective Laser Melting*) équipée d'un laser « vert » (d'une longueur d'onde de 515 nm).

Représentant un investissement total de 404 k€, ayant bénéficié du soutien de la région Bourgogne Franche Comté, ce nouveau procédé est unique en France. Il vient ainsi compléter un parc de machines de fabrication additive métal SLM, en complément d'autres procédés.

C'est en effet le premier système de ce type acquis dans l'hexagone (un autre est opéré actuellement en location en région parisienne). Il n'en existe, à ce jour, que seulement sept au monde.

Particulièrement adapté aux alliages absorbants peu le rayonnement laser, comme le cuivre par exemple, cet équipement permet, grâce à la longueur d'onde spécifique de son laser de puissance, de les fusionner et donc d'élaborer des pièces. En effet, le cuivre absorbe environ 3 fois plus l'énergie du laser « vert » à 515 nm de longueur d'onde de cet équipement, comparativement aux lasers infrarouges à 1060 nm couramment employés. Il résulte une bien meilleure qualité métallurgique, entre autres gains.

Cet équipement vient renforcer les capacités de l'UTBM d'impression 3D de composants en cuivre et en alliages de cuivre, objet de travaux de recherche depuis plusieurs années au sein de ses équipes (élaboration d'alliages spécifiques, développement de procédés, études métallurgiques, caractérisation des propriétés des matériaux ainsi élaborés, etc.). Il complète ainsi l'éventail de moyens de (micro)fabrication disponibles via la plateforme MIFHySTO pour la mise en forme d'alliages horloger en particulier. Les applications visées sont multiples : dissipateurs thermiques, électro-aimants, inducteurs, pièces électroniques et d'horlogerie, luxe, etc.

Au titre d'un premier exemple, plus de 20 années de travail auront été nécessaires pour développer un procédé innovant de fabrication additive, basé sur la projection thermique, permettant d'élaborer des chambres de combustion de moteurs de fusée (pour la fusée Ariane notamment). Ce procédé permettra, demain, de diminuer la durée de fabrication d'une chambre de combustion de 6 mois aujourd'hui à quelques jours, tout en employant moins de matériaux stratégiques et en augmentant les performances des chambres.

Plusieurs années de recherche auront permis par ailleurs d'aboutir à la fabrication d'inducteurs permettant de générer de très forts champs magnétiques. Ces développements ont été directement mis à profit pour élaborer, à l'UTBM, les composants du système ayant permis de générer l'un des plus forts champs magnétiques continus artificiels jamais créé au monde (37 Tesla dans une cavité de diamètre 37 mm), au sein du laboratoire LNCMICNRS implanté à Grenoble.

Le nouvel équipement, aujourd'hui en service, permettra d'élaborer des pièces de géométries plus complexes que celles qui étaient accessibles jusqu'à présent. Elle sert de support à des travaux de recherche, en propre ou en relation avec des partenaires industriels, et trouvera très vite sa place dans les différents enseignements de spécialités dispensés à l'UTBM.

## Objet d'études

La pile à combustible, « *c'est une très longue histoire* », sourit le jeune chercheur de 31 ans. Il vient de recevoir le prix international Turriano, décerné par *international committee for the history of technology*. Le prix récompense sa thèse soutenue en décembre 2018. Le principe de fonctionnement de la pile à combustible est découvert en 1839. Son origine est encore controversée. Est-ce la découverte du chimiste allemand Christian Friedrich Schönbein, qui a notamment enseigné à l'université de Bâle, ou du juriste anglais Sir William Grove, amateur d'électro-chimie ? Les universitaires se divisent encore.

Les recherches se poursuivent dans la 2<sup>e</sup> partie du XIX<sup>e</sup> siècle dans « *les laboratoires de petites équipes disparates de chimistes et physiciens européens* », écrit l'historien dans un article. Les recherches ne sont pourtant pas confidentielles. La presse en parle. En 1895, *Le Monde illustré* estime même que les recherches de Cailletet et Collardeau doivent « *être accueillies avec la plus grande ferveur par les électriciens* » à l'heure où « *pour la traction et l'éclairage électriques, le besoin est urgent d'accumulateurs élevés* », rapporte Nicolas Simoncini.

À cette époque, l'objet ne sort pourtant pas de la sphère de la recherche fondamentale. On l'étudie. On essaie de comprendre son fonctionnement. Par-ci, par-là, certains s'essaient à des applications. On imagine des développements pour les transports maritimes et terrestres, silencieux. Mais aussi pour « *éclaircir l'air* », car le charbon génère beaucoup de fumée, note Nicolas Simoncini. Mais rien de plus.

## General Electric s'y intéresse

« *À partir des années 1930, Francis T. Bacon s'intéresse à la pile à combustible. Il la fait passer du statut d'expérience scientifique à un statut d'objet technique* », dévoile Nicolas Simoncini. C'est à partir de cette date que se noue réellement le destin de cet objet. Le britannique est un ingénieur. Plutôt que de comprendre le fonctionnement exact, il essaie, il bricole. Dans les années 1950, on marque de l'intérêt aux États-Unis pour cette technologie ; on recherche des sources d'énergie, alors que la population augmente et que l'on veut électrifier le pays. « *Il faut subvenir à tous les besoins* », observe l'universitaire.

Dans les années 1950, plusieurs entreprises américaines témoignent de l'intérêt et des équipes investissent le champ de la recherche. C'est le cas de *General Electric*. C'est même cet industriel, avec son chimiste Willard T. Grubb, qui « *revoit la conception générale des piles et met au point les premières membranes échangeuses de protons (Proton Exchange Membranes)* », écrit Nicolas Simoncini. C'est justement le type de modèle particulièrement utilisé aujourd'hui. L'industriel fait la promotion de ces recherches, comme en témoigne cette vidéo (ci-dessous), introduite par un futur acteur de renom et futur président de la République, Ronald Reagan.

Entre 1951 et 1965, précise Nicolas Simoncini, plus de 200 contrats sont signés entre l'État et des laboratoires privés et publics. Les coopérations vont bon train. Les recherches veulent remplacer le bruit des moteurs à combustion, mais intéressent aussi la Navy, « *pour la génération d'oxygène à destination des équipages de ses nouveaux sous-marins nucléaires* », cite en exemple l'historien. On retient surtout, même si ce n'est pas le premier, l'intérêt manifesté par le programme spatial américain de la Nasa. La pile à combustible équipera les capsules des programmes Gemini et Apollo.

## Complexe du retard

L'intérêt bondit en France à la fin des années 1950. À l'aube de la V<sup>e</sup> République. On crée la délégation générale à la recherche scientifique et technique (DGRST). L'électrochimie atteint aussi un statut dans l'univers scientifique, alors qu'elle était encore vu comme un « *parent pauvre* », note l'historien. Et c'est sans compter, non plus, « *sur le complexe du retard* », dixit Nicolas Simoncini, qui envire la France. On veut incarner une troisième voie, entre les États-Unis d'Amérique et l'Union soviétique. On investit et on structure.

L'arrivée de la DGRST va bousculer le quotidien des laboratoires. Cette institution va organiser et orienter les recherches scientifiques. Les laboratoires financés vont avoir des techniciens. De nombreuses applications sont imaginées : GDF explore une pile à gaz à haute température pour une production locale d'électricité ; d'autres travaillent sur la signalisation et le balisage des aéroports ; on regarde des applications militaires pour avoir de l'énergie en opération. Des entreprises comme Alsthom, la compagnie française Thomson-Houston, Saint-Gobain ou encore Pechiney se penchent sur la question. D'importants crédits sont dirigés vers ces recherches. Voire, à certaines périodes, la majorité des crédits dédiés aux recherches sur la conversion d'énergie.

## Alsthom poursuit

En 1965, une exposition piles à combustible est même organisée au palais de la Découverte scientifique, à Paris. Paradoxalement, cette période marque aussi le début du déclin. Les recherches de la pile à combustible sont redirigées exclusivement « *vers la traction* ». Dans cette dynamique, Alsthom poursuit ses recherches et passe des partenariats avec la SNCF et Peugeot pour travailler sur des trains et des voitures. L'institut français du pétrole (IFP) fait de même avec Renault. Mais cela ne va pas très loin. Aux USA, les piles à combustibles pâtissent aussi des avancées des moteurs thermiques, notamment sur la baisse du bruit. Elles sont aussi en concurrence avec les accumulateurs. « *En 1969, un bilan d'étape montre que le modèle ne fonctionne pas* », rappelle Nicolas Simoncini.

Dans les années 1970, alors qu'on lance en 1974 le plan Messmer de construction de centrales nucléaires, Alsthom et l'IFP maintiennent deux laboratoires de recherche autour de la pile à combustible, avec des « *financements alternatifs* ». « *L'hydrogène est alors envisagé comme un vecteur d'énergie complémentaire à l'énergie nucléaire, obtenu grâce à l'électrolyse de l'eau, pour valoriser l'électricité produite en heures creuses dans les centrales, et utilisable dans les piles à combustible* », explique Nicolas Simoncini.

La DGRST continue d'accompagner, mais pas à l'échelle de la décennie précédente. La dynamique n'est pas pro-active. « *Aucun ne veut véritablement s'engager, ni être le premier, analyse Nicolas Simoncini. Tous développent une stratégie d'attente au regard de la stratégie d'attente des autres.* » C'est peu commode pour faire un bon technologique.

Au début des années 1980, Alsthom arrête ses recherches. Et le nouvel homme fort de la DGRST est Loïk Le Floch-Prigent, qui parie sur les piles au lithium pour les motorisations électriques. « *Tous les développements universitaires sont abandonnés.* » La DGRST est dissoute en 1981 et on observe des changements de poste. « *Tout le réseau social qui tenait la technique disparaît* », poursuit l'historien.

## Un retour dans les années 1990

Le magazine *Science et vie* annonçait l'avion à hydrogène dans les années 1980. C'est la décennie où la pile à combustible est abandonnée. Sa relance sera observée au début des années 1990, sous l'impulsion de l'Union européenne, et d'un ancien de ce réseau social : Pierre Aigrain. Les recherches seront dirigées par le commissariat à l'énergie atomique (CEA). Renault et Peugeot sortent des concept-cars. En 2002, au Salon de l'Automobile, PSA présente le prototype H<sub>2</sub>O, un véhicule pour les sapeurs-pompiers (vidéo ci-dessous). Le véhicule produit de l'électricité et de l'eau grâce à la technologie de la pile à combustible.

L'université de technologie Belfort-Montbéliard (UTBM) s'engage aussi dans ces recherches, mais comme des ingénieurs. « *Une approche très originale qui fait encore sa spécificité* », relève Nicolas Simoncini. « *On s'intéresse au système* », poursuit-il. Et en 1999, on crée à Belfort la plateforme pile à combustible. Le FC Lab, une fédération de recherches composée notamment de laboratoires de l'université de Franche-Comté et de l'UTBM, est structuré à partir de 2006. Une nouvelle dynamique est enclenchée.

L'histoire de la pile à combustible est longue. Encouragée. Puis abandonnée. Aujourd'hui, elle connaît une nouvelle impulsion, marquée par l'urgence climatique et la construction d'un nouveau mix énergétique. On la projette dans des usages de mobilités (bus, poids lourds) et dans des utilisations stationnaires. Les enjeux sont nombreux, notamment autour de son coût et de ses performances. Va-t-elle répondre aux espoirs formulés depuis plus de 150 ans ? C'est la question à laquelle devra répondre le prochain chapitre de cette longue histoire.