

Maintenance prédictive et fabrication additive au sein du char Leclerc

Toutes industries - Temps de lecture estimé : 4 min

Gaëtan Lefevre - Rédacteur en chef - Co-fondateur



Dans le but de moderniser ses équipements, l'armée de Terre expérimente différentes technologies. Parmi celles-ci, la maintenance prédictive peut apporter une valeur ajoutée, au sein de laquelle l'utilisation de la fabrication additive prend entièrement sa place. Explication avec une expérimentation embarquée sur le char Leclerc.

En fin d'année 2020, l'équipe d'*A3DM Magazine* était partie à la rencontre de l'armée de Terre pour découvrir la branche du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres des Armées (MCO-Terrestre) qui expérimente la fabrication additive et ses applications. La SIMMT (structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres) nous avait ouvert les portes de son bureau d'étude de Thulle (detMat Thulle) pour nous expliquer ses différentes expérimentations des technologies additives et notamment ses deux expérimentations en opération extérieure (Opex) à Gao, au Mali, avec les procédés de [dépôts de matière \(FDM\)](#) et de [stéréolithographie \(SLA\)](#), ainsi qu'à N'Djamena, au Tchad, pour la [technologie de frittage de poudre par laser \(SLS\)](#). Durant la crise de la Covid-19, l'armée de terre avait également su profiter de l'impression 3D pour réagir face aux situations de crise industrielle et de rupture des chaînes logistiques en ouvrant une usine provisoire à l'école militaire du Matériel et de Logistique, à Bourges, constituée de 50 imprimantes 3D FDM. ([Cet article est à lire ici.](#)) L'armée de Terre voit la fabrication additive

comme un procédé de réparation et de maintenance de ses équipements et outils. Elle continue ainsi ses expérimentations en fabrication additive, mais la technologie intervient également dans d'autres processus.

Anticipation et prise de décision rapide

À l'occasion du Forum Entreprises Défense (FED), qui s'est déroulé à Versailles Satory, la SIMMT, Nexter et CKP Engineering ont présenté les premiers points clés de l'expérimentation sur la maintenance prédictive du circuit d'huile du moteur du char Leclerc. Ce projet, né en mars 2020, met en avant l'une des inquiétudes, ou problématiques, des différentes armées qui est de savoir si son matériel et ses équipements vont tenir sur la durée, notamment lors d'opérations extérieures (opex). Quel indice de confiance les militaires peuvent-ils accorder à la capacité opérationnelle de leurs engins et de leurs équipements ? Rapidement, les décideurs doivent être en capacité de savoir si un équipement peut, ou non, repartir sur un terrain d'opération.

La maintenance prédictive est une maintenance conditionnelle basée sur l'anticipation du franchissement d'un seuil prédéfini qui permet de donner l'état de dégradation du bien avant sa détérioration complète. Cet outil d'anticipation est donc une manne essentielle, qui se révélera, dans le futur, indispensable pour la prise de décisions. L'armée est donc très intéressée par cette technologie qu'elle a décidé de tester sur le moteur du char Leclerc.

Le char Leclerc est un char lourd de combat de troisième génération lancé en 1992, dont la production s'est arrêtée en 2008. Il est actuellement révisé par Nexter, leader français de la défense terrestre et 3e munitionnaire européen, et mis à niveau avec de nouvelles technologies pour s'adapter aux évolutions du champ de bataille. En 2021, plus de 200 chars Leclerc étaient en service au sein de l'armée de Terre. « La rénovation du char Leclerc va consister à améliorer sa protection globale, tant au niveau du plancher que sur les flancs. Nous allons traiter beaucoup d'obsolescences et augmenter les capacités d'observation du véhicule », explique l'industriel.

Le moteur est évidemment un élément clé complexe. Les ingénieurs de maintenance ont remarqué que lorsque celui-ci se dégrade, tout simplement avec le temps et l'utilisation, il vient à polluer petit à petit son système d'huile. À partir d'un certains nombres d'heures, le véhicule nécessite une vidange et un contrôle. Dans ce contexte, la maintenance prédictive permet de relever en temps réel, directement sur le terrain, les informations souhaitées telles que l'état de lubrification du véhicule.

Capteurs et recueil de données

En juin dernier, la SIMMT (Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres) et Nexter se sont tournés vers CKP Engineering pour intégrer un système de maintenance prédictive non intrusif du circuit d'huile du moteur du char Leclerc. Non intrusif de manière à ne pas modifier le moteur et le comportement du char, et donc à avoir une qualification moins contraignante. L'entreprise française possède une expérience dans cette technologie qu'elle intègre déjà à des voitures de course. L'entrepreneur a notamment participé à une victoire sur les 24 heures du Mans. Julien Ferrazzo de CKP Engineering nous explique les besoins de l'industriel : « Il faut avoir un jumeau numérique parfait du véhicule et de tous ses organes opérationnels. Il faut pouvoir, en temps réel, palier tous les modes de défaillances, mais aussi manager la performance au maximum ». Un véritable défi pour l'intégrer aux chars Leclerc conçus à une époque où l'électronique embarquée était loin d'être démocratisée, malgré l'avance technologique de ce véhicule lors de sa conception.



Pour ce faire,

l'industriel français crée des pièces en fabrication additive, des pièces techniques spécifiques permettant de réaliser un repiquage sur le circuit d'huile moteur sans risquer d'endommager celui-ci. Une solution non intrusive qui permet d'étudier la dynamique des fluides. CKP Engineering étudie et simule en amont ces pièces pour qu'elles soient conformes et performantes au projet de maintenance prédictive.

Une conception libre

L'expérimentation de maintenance prédictive sur le circuit d'huile du char Leclerc a débuté en 2020. Après le lancement d'une phase de pré-étude, les ingénieurs ont utilisé la fabrication additive pour concevoir un démonstrateur. La technologie d'impression 3D a permis d'intégrer des capteurs de type HUMS et des algorithmes de post-traitement fournis par CKP Engineering sur le circuit d'huile moteur. Après plusieurs jours d'essais, les données recueillies sont analysées conjointement par les équipes de CKP et de la direction des services clients de Nexter (DSC).

La fabrication additive a été une solution de rapidité – un des critères du client – pour concevoir un grand nombre de simulations et palier les temps de fabrication relativement long avec des processus traditionnels. Ne possédant pas les fichiers numériques de la pièce, les ingénieurs ont dû recréer une simulation numérique d'une partie du circuit d'huile. Puis grâce à la technologie de frittage laser sur un PA12, il a été possible de réaliser des pièces « au corps et avec des formes très inattendues », explique Julien Ferrazzo. « Il s'agit d'un outil important pour la maintenance prédictive. Grâce à cela, on ne s'interdit rien. » Le volet économique entre également dans le choix de cette technologie puisque le coût unitaire de ces pièces en usinage « aurait été beaucoup plus important qu'en fabrication additive », rajoute Sylvain Kahoun de Nexter group.

Dans cette expérimentation, l'utilisation de la fabrication additive a été une réussite au niveau conception, mais également au niveau du coût.

[Pour aller plus loin : La fabrication additive et l'importance du big data](#)