



---

Saint Cyrien et ingénieur de l'école nationale des ponts et chaussées, le général Jouslin de Noray a fait l'école de guerre et l'IHEDN.

Il a occupé différents postes en état-major, notamment dans le domaine des finances et en régiment, au 17<sup>e</sup> RGP (régiment du génie parachutiste) dont il fut chef de corps de 2008 à 2010. Il a rejoint la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (SIMMT) en 2017, tout d'abord comme sous-directeur des opérations, puis, comme directeur central depuis l'été 2020.

Dans cet entretien, le général fait le bilan des réformes et explique la transformation en cours dans le domaine du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (MCO-T), alors que le spectre de la haute intensité est porteur de nouvelles remises en cause que la SIMMT doit bien-sûr anticiper.

---

Soutien du char Leclerc  
par Nexter  
© CKP Engineering,  
2021

# MAINTIEN EN CONDITION OPÉRATIONNELLE DES MATÉRIELS TERRESTRES

## VERS UNE MONTÉE EN PUISSANCE DE L'INDUSTRIE PRIVÉE

### Entretien avec le général de corps d'armée Christian Jouslin de Noray, directeur central de la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres

--> *Propos recueillis par Murielle Delaporte*

**Pouvez-vous décrire les grandes lignes du Plan MCO-T 2025 initié en 2016, ainsi que ses avancées à ce stade ? Quels sont vos objectifs prioritaires en tant que directeur central de la SIMMT ?**

Avant de traiter du plan de transformation, pour bien comprendre la manière dont fonctionne notre ministère, ce qu'il faut savoir, c'est qu'en 2010, il a été décidé d'organiser le maintien en condition opérationnelle des équipements par milieu.

Concrètement, cela veut dire que là où la DCMAT, prédécesseur de la SIMMT, s'occupait d'entretenir tous les matériels de l'armée de Terre, y compris volants et navigants, alors que depuis 2010, la SIMMT s'occupe uniquement de tous les matériels terrestres des différentes armées et services. Cela signifie aussi que la SIMMT gère dorénavant tous les matériels terrestres des armées et des différents services selon une logique de milieu.

Dans cette logique de milieu, les états-majors — état-major de la Marine, de l'armée de Terre, de l'armée de l'Air et de l'Espace — sont les maîtrises d'ouvrage, en ce sens qu'ils me donnent des objectifs : ils veulent faire un certain volume d'activité, ils veulent une certaine disponibilité de leurs parcs, puis expriment les moyens qu'ils sont prêts à y consacrer. La SIMMT représente ce que l'on appelle une maîtrise d'ouvrage déléguée et est donc chargée, avec les moyens alloués par les différents états-majors, de concevoir les stratégies de maintenance, les stratégies de gestion des parcs, qui permettront de tenir les objectifs assignés.

Je suis donc responsable d'établir ces stratégies, de dire comment ces matériels devront être maintenus en condition à travers des directives de maintenance. Je suis également responsable de répartir la charge entre les différentes mains d'œuvre, à savoir la maîtrise d'œuvre étatique, c'est-à-dire ce qui est fait au sein des régiments du matériel de l'armée de Terre, au sein des bases de soutien du matériel, au sein des bases aériennes ou encore au sein

des bases de la Marine et la main d'œuvre privée d'autre part.

Voilà en quelques mots le cœur de la mission de la SIMMT : écrire les stratégies de maintenance pour répondre aux objectifs des donneurs d'ordre qui sont les états-majors, puis répartir les missions et contractualiser à une juste mesure avec le secteur civil.

Lorsque j'ai rejoint la SIMMT en 2017, la maintenance terrestre de l'armée de Terre avait perdu de l'ordre de cinq mille personnes en dix ans, soit à peu près 30 % de ses effectifs. C'est l'époque où nous nous heurtions à des parcs qui avaient une disponibilité technique très insuffisante pour l'activité. Parallèlement, nous avions une très forte activité opérationnelle. Je rappelle que Serval a commencé en 2013, juste après notre retour d'Afghanistan, où nous avions été déployés de 2001 à 2012. Nous avions donc une bonne décennie d'opérations ininterrompues et un volume de matériels cassés que nous n'avions pas régénéré, qui était assez impressionnant. Pour avoir un ordre d'idée, c'était un peu plus de quatre mille matériels qui attendaient, détériorés, de pouvoir être régénérés, soit un peu plus de 20 % des matériels majeurs en service.

C'est pour cette raison qu'a été mis en place un plan de transformation initié en 2016, validé par la ministre des Armées en 2018 et qui différencie, au sein de l'autorité fonctionnelle du DC SIMMT sur l'ensemble de la maintenance terrestre, réparations rapides et régénération :

- d'un côté, on trouve ainsi les régiments du matériel et les sections de maintenance régimentaires laissés au sein des Forces aux ordres du Commandant des forces terrestres et chargés de faire des réparations rapides ;
- de l'autre côté, on trouve le SMITer, qui commande

les bases de soutien du matériel, lesquelles ont une action profonde de régénération, de reconstruction.

Nous avons distingué les urgences des priorités. L'urgence, c'est de toujours pouvoir faire l'activité de demain, c'est-à-dire réparer. Mais à force de ne faire que les urgences, nous en avons oublié les priorités, c'est-à-dire la nécessité de régénérer les matériels qui attendaient, cassés, dans nos ateliers, mais qui nécessitaient des centaines d'heures de travail. La distinction est aujourd'hui très claire entre la maintenance opérationnelle et la maintenance industrielle, la première gérant donc l'urgence et la seconde s'occupant des priorités.

Le deuxième fondement de cette réforme, c'est la décision de conférer une part de l'activité beaucoup plus importante à l'industrie privée. Je ne citerai là qu'un seul chiffre : jusqu'en 2016-2017, 90 % de la maintenance industrielle, c'est-à-dire la maintenance profonde de régénération, étaient faites au sein des bases de soutien du matériel, c'est-à-dire en étatique, et seulement 10 % relevaient de l'industrie privée. Notre objectif aujourd'hui est d'atteindre en 2024, 50-50. Cela correspond non pas à un délestage vers le privé, mais bien à un accroissement des capacités globales de régénération.

En matière de maintenance opérationnelle, nous commençons à confier une part significative de notre activité à l'industrie privée, qui est maintenant notamment en charge de la gestion et de la maintenance de nos parcs d'entraînement. Le volume d'heures de maintenance opérationnelle allouées au secteur privé évolue, mais se situe à hauteur de 30 % de l'activité de réparation totale.

Celle-ci se fait en grande partie dans les concessions, telles Renault Trucks Defense ou IVECO, ou dans nos centres d'entraînement comme Mourmelon et Canjuers où des experts font toutes les visites. En revanche, dès que les engins sont déployés sur le terrain, ce sont nos maintenanciers qui agissent : c'est pour cette raison qu'il faut absolument que ces derniers puissent s'entraîner et gardent tous les savoir-faire dont ils auront besoin une fois engagés en opération.

On comprend bien que le partenariat avec l'industrie privée est un des axes majeurs de la transformation de la maintenance terrestre. Pour intéresser un industriel privé, il faut cependant lui donner une vision de long terme. Nous passons donc avec nos industriels privés des contrats très complets d'une durée comprise entre sept ans et dix ans. Nous achetons des kilomètres parcourus, des coups tirés ou des heures de fonctionnement - par exemple cette année, nous commandons 54 000 heures de VBCI - à l'expert, lequel doit, de manière forfaitaire, nous donner toutes les pièces détachées nous permettant d'accomplir cette activité.

Cette transformation a porté ses fruits, puisque nous avons gagné plus de dix points de disponibilité technique. Notre ambition, c'est d'en gagner encore cinq. Donc d'une disponibilité technique de 60 % il y a cinq ans, nous sommes aujourd'hui aux alentours de 72 % et notre but, c'est d'arriver à 75 % en 2025. Par ailleurs, aujourd'hui, le parc en indisponibilité technique est passé sous les 10 %, c'est-à-



dire aux environs de 2 000 pour 24 000 matériels roulants. Ce qui veut dire que ce parc est devenu un parc dynamique. Les engins qui rentrent d'opérations extérieures vont au parc en indisponibilité technique, sont régénérés et ressortent rapidement.

Cette moyenne de disponibilité technique concerne la métropole car les chiffres en OPEX sont volontairement plus élevés (90% en 2021). Il s'agit également d'une moyenne de tous les parcs générations confondues : il y a des parcs, les parcs très neufs, dont la disponibilité est bien meilleure, d'autres qui s'entretiennent facilement, et puis traditionnellement, les parcs blindés lourds, lesquels ont une disponibilité qui est toujours inférieure. Je ne connais pas une nation au sein de l'OTAN dont la disponibilité des chars lourds soit au-delà de 65 %. Cela n'existe pas. Non pas que les industries de tous ces pays ne soient pas performantes, mais parce qu'il y a un volume d'entretien à faire qui est assez normé, assez fort, et donc quand les engins ont leur visite à faire, ils sont indisponibles. Il ne s'agit pas là d'une indisponibilité liée à de la casse, mais d'une indisponibilité liée à un temps de réparation.

Nos parcs Griffon, qui sont des blindés légers, ont une excellente disponibilité évidemment, qui tire la moyenne de la disponibilité des parcs vers le haut. Nous gérons des parcs très neufs, mais nous gérons aussi des parcs très anciens, comme par exemple les engins blindés du génie, qui sont toujours sur châssis AMX-30, ou encore les VLRA, camions légers qui ont



plus de cinquante ans et dont nos forces spéciales sont encore très consommatrices. On comprend bien que ces parcs-là sont plus difficiles à entretenir, parce que la grande difficulté consiste à trouver les pièces détachées.

D'une manière générale et en ce qui concerne les parcs neufs, on observe une période initiale d'un ou deux ans, dite de déverminage, qui nous permet avec l'industriel de corriger les défauts éventuels d'usage opérationnel. Comme les matériels sont neufs, que les usines de fabrication tournent encore, il y a peu de problèmes d'approvisionnement en pièces détachées, et donc, forcément, ces parcs-là ont une très bonne disponibilité.

Ce que l'on peut dire sur les parcs de la gamme Griffon, c'est que nous pouvons être très optimistes sur une bonne disponibilité dans la durée : le Griffon est un engin qui répond aux spécifications édictées par l'armée de Terre et qui s'entretient bien. Il est pour le moment trop tôt pour nous pour pouvoir parler du Jaguar, ou du Serval, mais ce qui est sûr, c'est que l'arrivée de parcs neufs va nous faciliter la vie.

La maintenance du Griffon aujourd'hui nous semble extrêmement prometteuse en ce sens qu'elle est nettement plus simple que la maintenance du VAB. L'accessibilité est par exemple bien meilleure : le moteur du VAB est situé au centre du véhicule, alors que le moteur du Griffon est situé à l'avant et se retire en une demi-heure... ce qui est un véritable exploit. Le Griffon, incontestablement, est donc

non seulement un très bon véhicule pour sa performance, mais aussi pour sa soutenabilité. Mais il a quand même une logistique assez lourde qui l'accompagne, et nous allons nous efforcer de rendre cette logistique plus simple. En ce qui concerne la testabilité qui accompagne le Griffon, nous avons notamment mis au point une valise de diagnostic - la valise SERUM -, qui non seulement vous permet de savoir ce qui est en panne dans votre Griffon, mais qui a également la capacité de commander automatiquement la pièce par le biais de notre système d'information auquel elle est reliée. Donc vous faites le diagnostic de votre véhicule, et automatiquement, vous avez la liste de commandes des pièces à remplacer. Ce système de diagnostic sera complètement fonctionnel d'ici un an et devrait générer un gain de temps important.

**Avec les scénarios de haute intensité, n'allez-vous pas devoir faire de nouvelles adaptations, notamment reconstituer des stocks comme nous le faisons du temps de la guerre froide, pour avoir une marge de manœuvre en cas de lourdes pertes ?**

Tout d'abord, la première chose selon moi, est le génie du modèle alliant réactivité et résilience. Pendant le temps du confinement, les matériels ont continué d'être entretenus par les militaires de manière inchangée. Les dispositifs ont bien-sûr été adaptés pour faire un peu plus de distanciation, mais le personnel était toujours mobilisé. Idem, lorsque nous avons été sollicités récemment pour envoyer des véhicules en Roumanie dans le cadre des mesures adoptées par l'OTAN cette année, les compagnies du matériel ont pu se mobiliser vingt heures par jour pendant quinze jours, afin que nous puissions projeter ce que nous avons besoin de projeter.

Donc très, très grande réactivité et très grande résilience côté forces. Et puis de l'autre côté, ce que nous acquérons grâce à ces contrats passés avec l'industrie civile, c'est une profondeur industrielle que nous ne pouvons pas avoir seuls. Nous le savons, le jour où nous aurons à mener un combat de haute intensité, nous aurons un besoin d'industries privées extrêmement fort. Depuis la guerre de Sécession au XIX<sup>ème</sup> siècle, je ne connais pas de nation qui ait pu gagner un conflit sans disposer d'une industrie civile extrêmement puissante.

Nous avons encore la chance en France de posséder une industrie de défense. Celle-ci doit être organisée pour lui donner cette capacité à monter, aux côtés de nos armées, elle aussi en puissance. Cela peut sembler un peu étrange, mais nous avons une industrie qui fabrique extrêmement bien, mais comme on ne lui faisait ni réparer, ni régénérer, cette industrie ne s'était pas organisée pour répondre aux exigences de la maintenance. Dans le monde civil, vous ne régénerez pas un camion qui a dix ans, vous changez de camion. Dans l'armée de Terre, nous conservons nos engins entre trente et quarante ans. Il a donc fallu donner à l'industrie privée, non seulement la culture de la régénération, mais aussi les techniques, les technologies de la régénération. Quand vous fabriquez, vous avez besoin de gens qui assemblent. Ce ne sont pas des



mécaniciens, ce sont des gens qui font quasiment toute la journée les mêmes gestes. Quand vous régénérez ou réparez, vous avez besoin de personnes capables de diagnostiquer, de savoir ce qui ne marche pas, de savoir quelles sont les pièces qu'il va falloir changer. Il ne s'agit pas là des mêmes métiers et des mêmes compétences.

Nos contrats, dans lesquels nous confions une part croissante à l'industrie privée, lui permettent de s'acculturer à ces métiers de la régénération. Et puisque nous leur donnons une vision à long terme, ils peuvent investir et créer des chaînes destinées à industrialiser cette transformation. Il est ainsi assez impressionnant de voir la manière dont nos industriels s'organisent pour répondre aux contrats que nous leur allouons. A Roanne, les chaînes mises en place par Nexter ont quasiment doublé ; à Saint-Nazaire, Arqus s'est complètement transformé ; etc... Nous pouvons dire que sur ces trois dernières années, il y a une vraie montée en puissance de l'industrie de régénération civile. C'est incontestable et cela ça se voit physiquement. Quand nous allons voir les usines, nous voyons, là, un nouvel entrepôt, ici, une nouvelle ligne de production... Nous voyons ainsi surgir, s'édifier progressivement, cette industrie de la régénération qui vient compléter l'industrie de la fabrication que nous avons.

Mais que pourrions-nous améliorer au sein de notre industrie étatique ou de notre industrie privée ? Les compétences, l'outil industriel, cela s'acquière ; en revanche, le vrai point d'amélioration dans le domaine de la défense, c'est le stock, le rechange. Nous n'avons pas aujourd'hui la profondeur logistique dont nous aurions besoin.

Si nous connaissons le dimensionnement de stock dont nous aurions besoin, notamment en cas de haute intensité, la problématique est bien-sûr d'arriver à le financer. Sachant que ce stock, soit nous le gardons dans nos entrepôts militaires, soit nous le faisons garder par le monde civil dans ses propres entrepôts. Tous les ans, nous faisons un inventaire complet des stocks que le monde civil détient pour nous, et nous sommes en train d'automatiser et d'interconnecter nos systèmes d'information logistiques avec ceux de ses fournisseurs. Il s'agit d'une révolution et d'une prouesse technologique. Aujourd'hui, nous pouvons directement, sans double saisie, commander des pièces, connaître l'état des stocks chez notre industriel, pour savoir si ces pièces sont

là ou ne sont pas là, ou encore connaître la date de livraison. C'est une prouesse, car il ne faut pas oublier que ce qui caractérise la maintenance terrestre, c'est son volume. Nous avons vingt-quatre mille matériels majeurs, ce qui veut dire quatre millions d'équipements de treize mille types différents. Dans nos entrepôts, nous avons cent quarante-deux millions de rechanges.

Ma vision, c'est que la maintenance terrestre dans cinq ans n'aura absolument rien à voir avec ce qu'elle était il y a cinq ans. Pourquoi ? Parce qu'en plus de ce système d'information connecté avec l'ensemble de nos partenaires, nous sommes en train de développer robotisation et numérisation de nos ateliers.

Aujourd'hui, nous mettons une petite puce RFID sur tous les matériels que nous recevons, qui sera la carte vitale du matériel et qui permettra aussi d'accomplir automatiquement tout un tas d'actes. Maintenant, vous avez votre tablette ou votre smartphone qui automatiquement relève l'ensemble des paramètres dont vous avez besoin. Donc si l'intelligence artificielle, c'est pour demain, la numérisation des ateliers, c'est pour aujourd'hui.

Si nous possédons aujourd'hui toutes les données sur nos parcs grâce à ce système d'information, nous nous efforçons maintenant de le faire « parler », pour savoir comment vit l'équipement, quelles sont les réparations à faire, etc. Grâce aux capteurs, les HUMS qui sont placés sur les équipements, nous voyons si l'équipement a eu chaud, s'il a eu froid, s'il a pris des coups, s'il a roulé vite, s'il a roulé en sursrégime ou en sous-régime... Tout cela peut être examiné et c'est là où l'intelligence artificielle va aussi nous aider. Le but dans cinq ans, c'est de pouvoir dire : « tel équipement va tomber en panne à tel moment à cause de telle chose ». Avant même qu'il ne tombe en panne, nous pourrions aller changer la pièce qui va le faire tomber en panne.

L'avantage est que nous pourrions ainsi entretenir de manière bien plus frugale. Aujourd'hui, tous les véhicules qui ont tel kilométrage ou tant d'heures moteur subissent la même visite. Demain, nous serons capables de dire : « Je peux retarder telle visite » ou au contraire : « Je dois l'avancer parce que je sais comment va vivre mon équipement ». C'est cela, la maintenance prédictive, et c'est un des grands axes de progrès en cours ...



## POUR EN SAVOIR PLUS

Retrouvez la suite de cet entretien à paraître prochainement sur notre site internet [operationnels.com](http://operationnels.com)



Pour en savoir plus sur le MCO-T face à la haute intensité, consultez les actes du colloque du Forum Entreprises Défense également sur notre site



<https://operationnels.com/2021/12/08/le-mco-terrestre-face-a-la-haute-intensite/>

Photos pages 26 à 29 © SIMMT & armée de Terre, 2021



# UN PARTENARIAT FORT AUTOUR DE L'EXPÉRIMENTATION HUMS

## Jamais sans validation : une méthodologie basée sur une forte expertise dans le post-traitement de la donnée

La réussite du partenariat entre la SIMMT, CKP et NEXTER, tient à la complémentarité des compétences : d'un côté tant les militaires que les industriels ont amassé une véritable mine d'or en matière de données relatives au fonctionnement des matériels, de l'autre CKP dispose d'un réseau unique d'experts habitués à traiter une masse de données spécialisées énorme.

L'objectif de cette coopération était de créer un démonstrateur montrant la capacité d'implantation de solutions de maintenance prédictive dans le circuit d'huile du moteur diesel V8X du char Leclerc. Il s'agissait donc de développer un jumeau numérique du moteur du char Leclerc reconstituant son circuit d'huile de façon à pouvoir l'étudier sur banc d'essai. Tout comme les voitures de course, faire rouler un char revient extrêmement cher. La solution de simulation numérique proposée par CKP s'avère donc parfaitement adaptée et s'est révélée la bonne puisque les essais dynamiques réalisés au centre d'essais militaires de l'armée de Terre à Mourmelon qui se sont déroulés en octobre 2021 et février dernier.

CKP a pu bénéficier du recueil de données sur les analyses d'huile du char Leclerc depuis vingt-cinq ans, mais ce qui fait le sérieux de la méthodologie mise au point au cours de ces dernières années réside dans la capacité de travailler à partir de données systématiquement vérifiées et revalidées par l'utilisation de capteurs (Hums), algorithmes et « data loggers ». Lorsque l'on nous a ainsi indiqué que la capacité du moteur du char Leclerc était normalement de 1 500 chevaux, nous avons effectivement pu le

vérifier avec une précision parlant d'elle-même, puisque nos tests ont trouvé une capacité de 1 496 chevaux. Pour nous, aucune donnée fournie au départ n'est parole d'évangile tant que nous ne l'avons pas validée et nous procédons de facto selon une démarche de « reverse engineering » pour obtenir le scan le plus proche de la réalité possible.

Grâce aux algorithmes que nous avons développés, nous sommes donc capables de créer un jumeau numérique du système, de le caractériser et de le faire tourner sur un banc d'essai. Nous avons instrumenté le char dans son ensemble. Nous avons été ainsi en mesure d'identifier certaines pollutions affectant le circuit d'huile et donc le potentiel kilométrique. Ces émissions de pollution peuvent être le gasoil, l'eau, des alliages cuivreux ou non cuivreux, de la limaille, etc. L'accumulation successive de ces pollutions peut ainsi être mesurée en temps réel évitant ainsi une panne, alors que malgré des prélèvements réguliers avec la méthode traditionnelle, les résultats arrivent parfois trop tard quand le moteur est déjà endommagé.

Cette méthode peut s'appliquer à n'importe quel type de véhicule – d'ancienne ou de nouvelle génération – et sur n'importe quel organe en fonction des profils de missions : étudier le circuit d'huile, mais aussi la boîte de vitesse, les chenilles, etc permet d'avoir une compréhension du véhicule et de son architecture au complet, l'endommagement d'un organe pouvant entraîner la baisse de performance de tous les autres. Pour le monde militaire comme pour le monde du sport automobile de course, la difficulté tient à un profil de mission très particulier (la différence majeure entre les deux étant cependant l'échelle et le passage de kilos en tonnes avec une différence d'effet sur les accélérations assez impressionnante) :



# LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE, UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION AUX AVANTAGES MULTIPLES

## RENCONTRE AVEC JULIEN FERRAZZO, DIRECTEUR CKP ENGINEERING

Ingénieur simulation & matériaux de formation, Julien Ferrazzo dirige CKP Engineering depuis 2017 après différents postes au sein du monde du sport automobile de haut niveau (OAK Racing, Peugeot Sport, JV Internationale), dont il a tiré un savoir-faire particulièrement adapté au secteur militaire.

CKP (pour « calculs, knowledge, powertrain ») s'était donné pour ambition de devenir le partenaire innovation de choix pour des grands groupes : c'est chose faite ! Et de s'implanter dans différents secteurs, lesquels sont au nombre de cinq, à savoir l'aéronautique, la défense, l'automobile, l'agriculture et les sports de loisir.

Dans le domaine militaire, le partenariat a commencé voici trois ans avec Nexter grâce à une coopération trilatérale avec la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (SIMMT) visant à tester le potentiel de la maintenance prédictive sur le char Leclerc.

Julien Ferrazzo explique dans l'article ci-dessous la méthodologie utilisée - une méthodologie basée sur des compétences rares en matière d'acquisition de la donnée - et les conclusions particulièrement prometteuses de ce travail d'équipe.

- Tout d'abord, l'utilisation du véhicule ne va pas être régulière : au contraire, s'il va parfois rester quelques mois sans rouler, son emploi pourra être extrêmement intensif sur une courte durée (ou dans le cas de l'armée de Terre sur une longue durée).

- Ensuite, il faut bien voir que deux cents chars Leclerc constituent autant de prototypes et deux cents utilisations différentes en fonction de leur pilote : deux chars avec la même mission n'auront pas le même taux d'usure (d'autant que les pièces sont parfois interchangeées entre matériels en raison d'un cycle de vie bien supérieur au secteur commercial).

- Autant dans le marché automobile de masse, les écarts moyens sont faibles en raison d'une dégradation des performances à la baisse permettant de limiter ces variations, autant dans le sport automobile, le but est le maximum de performances pour un véhicule unique.

Avec l'algorithme mis au point par CKP, l'idée est

que plus les pilotes roulent, plus ils apprennent, l'algorithme se modifiant et permettant un apprentissage très précis de l'utilisation en fonction du terrain. Il s'agit aussi de pouvoir suivre les pièces individuellement et en tirer des conclusions précises. Accumuler des données sans les exploiter est inutile.

CKP propose ainsi la constitution d'une véritable chaîne de valeur totalement indépendante et souveraine allant de la fabrication et sécurisation de capteurs et de data loggers (enregistreurs de données) à l'analyse post-traitement de ces enregistrements. La création d'un jumeau numérique complet constitue la colonne vertébrale du système et de la méthodologie basée sur la fiabilité de la simulation.

### Le cercle vertueux de la maintenance prédictive

Méthode avant tout non intrusive (contrairement





© CKP Engineering, 2021

à certaines craintes inspirées par l'insertion de capteurs), la maintenance prédictive remplit vraiment son premier objectif d'empêcher de tomber en panne, mais ses avantages vont bien au-delà.

Le maintenancier doit être en mesure de faire un diagnostic rapidement et de prendre une décision de départ ou au contraire de changement de pièce. Le but est donc de comprendre ce qui s'est passé sur le terrain pour pouvoir anticiper : avoir un feu vert, orange ou rouge permettant d'agir rapidement.

Tout comme dans la course automobile, pour gagner, il faut avant tout pouvoir rentrer. Avoir une vision globale du véhicule et pouvoir anticiper quant au nombre de véhicules pouvant repartir au combat sans problème technique est un atout stratégique majeur, d'autant plus précieux à l'heure où on reparle de haute intensité et de conflit de longue durée.

Tomber en panne en mission ou avoir peur de tomber en panne peut avoir des conséquences ravageuses en opération : avoir confiance dans leur matériel permet aux militaires de pouvoir se concentrer exclusivement sur leur mission. Ils doivent pouvoir oublier le matériel et que celui-ci ne se rappelle pas à eux de façon négative. Cette confiance et connaissance de son matériel et de ses limites représentent un second avantage du point de vue du commandement, voire même en matière tactique, en ce sens qu'une prise de risque pourra être faite à bon escient sans crainte de rester immobilisé en plein milieu d'une manœuvre grâce à

## LA SOUVERAINÉTÉ, UNE ÉVIDENCE POUR CKP

La gestion de CKP privilégiant les dépendances multiples et une politique de duplication à bon escient – en termes d'investissements sectoriels et de fournisseurs – est révélatrice de sa philosophie résolument tournée vers l'indépendance et la souveraineté en matière d'approvisionnements.

La base de fournisseurs de CKP est originaire de pays alliés, essentiellement en provenance du Sud de l'Europe (Italie, Espagne, Tchèque...), en raison des racines de CKP dans le domaine du sport automobile. Un choix stratégique possible en raison de la fabrication de pièces en petite et moyenne série, mais dont se félicite Julien Ferrazzo alors que tant la crise Covid que la guerre en Ukraine complexifient au quotidien l'approvisionnement de pièces parfois pourtant simples.

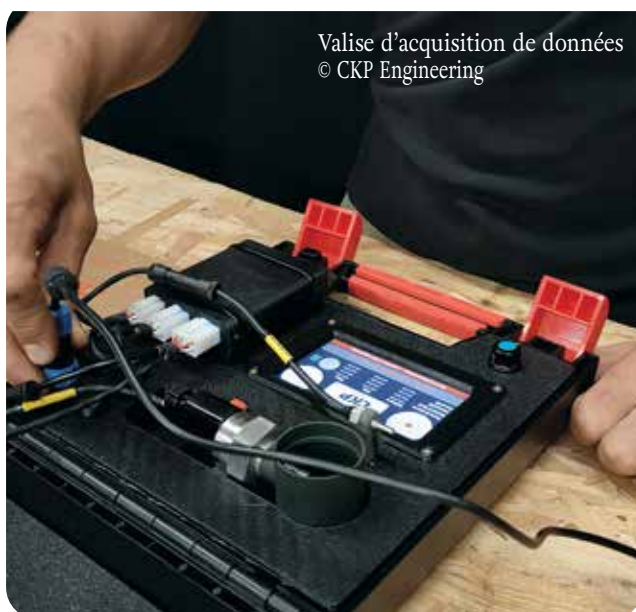
« Nous assistons à une variabilité des prix des matériaux hallucinante, parfois dans la même journée, qui peut nous coûter un mois de retard sans que nous puissions rien faire. Nous avons toujours mis en place un système de back up très cher, chronophage et complexe, mais qui est notre planche de salut et qui nous permet de demeurer sereins quant à la fiabilité de notre chaîne d'approvisionnement en ces périodes troublées », explique-t-il.



une bonne maîtrise du potentiel du véhicule.

Le troisième avantage est le retour des informations vers les bureaux d'études qui va permettre, comme pour la maintenance prévisionnelle à l'heure actuelle, l'intégration de données dans la conception des véhicules de demain en fonction des théâtres d'opération (de Barkhane aux pays Baltes, les températures sont tout aussi extrêmes, mais à l'opposé), mais aussi des différentes modifications et améliorations (« upgrades ») apportées aux matériels au fil des ans. L'impact de la haute intensité en matière de protection face à l'ennemi peut ainsi être prise en compte et analysée en termes de fiabilité du matériel (poids sur le train avant, amortisseurs, etc). Ce retour d'informations peut également aider à anticiper le temps et les procédures de réparation nécessaires (temps de démontage, accessibilité, port de gants, etc), ainsi qu'améliorer la gestion de l'énergie.

Cette méthodologie différencie réellement CKP, dont l'ADN est cette capacité d'analyse hors normes d'experts travaillant sur la fusion de données (capteurs réels, capteurs de contrôle, intervalles de mesure, seuil de tolérance, etc.) et les calculs multi-physiques depuis une quinzaine d'années.



Valise d'acquisition de données  
© CKP Engineering

## LE BREVET LIZ : PENSER AUTREMENT

C'est dans un contexte d'accroissement de la demande aéronautique que CKP a été contacté par de grands fabricants qui n'arrivaient pas à augmenter leur cadence de production. Un des obstacles ? La technologie traditionnelle d'assemblage par rivets, extrêmement précise et peu coûteuse, mais devenue obsolète en particulier avec l'arrivée de nouveaux matériaux type carbone et composite.

Dans le domaine du sport automobile la technologie des rivets a en fait été abandonnée depuis 1975, car considérée peu fiable avec deux rivets sur cinq véritablement fonctionnels. Non seulement il fallait donc prévoir une quantité de rivets importante, mais dès lors qu'il y avait perçage de la surface, une amorce de rupture avait tendance à se manifester.

La solution proposée par CKP ne nécessite plus de perçage, mais consiste à poser manuellement un patch biphasique pré-assemblé et polymérisé partiellement. Un outillage adéquat et un système de géolocalisation GPS permettant un contrôle optique de qualité visuel de fiabilité à distance complètent le kit de rivets nouvelle génération. Finis les soucis de sur-épaisseur, ou de pose compliqué de rivets sous les ailes ... Une qualification simple permet aux maintenanciers de faire cet assemblage mécanique non seulement dans le domaine aéronautique, mais sur n'importe quelle plateforme (navire, drone, etc).

En termes logistiques, le kit Liz comprend une bombe type mastic de 500 grammes et un outillage polymérisable et de contrôle ne dépassant pas quelques kilos. Un système donc facilement projetable en opération extérieure et bien dans l'esprit du développement actuel de la télémaintenance, cherchant à limiter le déploiement d'experts en forte demande ou le rapatriement de pièces compliqué et onéreux.

« Dans les faits, Liz permettrait donc à l'industrie aéronautique :

1. Un contrôle qualité à 100% automatisé, fiable et géolocalisé
2. Une augmentation de 9% des cadences de montage
3. Une productivité de cinq avions de plus par mois (base gamme A320, chiffres 2019)
4. Un gain masse optimisé »<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <https://www.aerospace-valley.com/actualites-membres/ckp-engineering-devoile-son-brevet-qui-pourrait-revolutionner-la-traditionnelle>