

Préface

A l'heure où la transformation digitale est au cœur des bouleversements qui touchent la plupart des secteurs industriels traditionnels, il est bon de revenir aux principes de la physique élémentaire et de ses lois fondamentales. L'ouvrage de Jean-Marie Dilhac et de Vincent Boitier nous rappelle qu'avant de devenir virtuelle, toute information émane de la combinaison de phénomènes physiques concrets et connus, que des systèmes appelés *capteurs* dans l'ouvrage permettent de capturer en temps réel, et de transmettre à d'autres systèmes capables d'analyser cette information.

Les capteurs permettent ainsi de faire « parler » des objets, des matériaux, des structures qui étaient jusqu'alors autant d'éléments passifs. Le développement exponentiel de l'Internet des objets (IoT, *Internet of Things*) et la prolifération de ces objets passifs désormais connectés se traduisent par un marché des applications que permettent ces capteurs en pleine croissance. Logistique, maintenance aéronautique, voiture autonome, contrôle d'intégrité des aérostructures, santé... sont quelques exemples où la mise en œuvre de capteurs est la base de nouvelles offres de services, de solutions ou de modèles économiques.

Toutefois, les systèmes existants sont confrontés à deux contraintes majeures pour permettre leurs applications industrielles : l'autonomie énergétique et les moyens de transmission de l'information captée. De plus, pour l'industrie aéronautique une troisième contrainte apparaît : celle du poids.

Les travaux de recherche présentés ici font un état des lieux des lois physiques qu'il est possible d'exploiter pour concevoir des capteurs non reliés à un réseau électrique ou à une batterie indépendante. En fonction de leurs champs d'applications et de leur rendement respectif, les capteurs envisageables peuvent avoir des caractéristiques

variées. Mais l'éventail des techniques abordées montre que toutes les applications sont possibles.

Parmi les modèles d'autonomie énergétique abordés, les thermogénérateurs ont un potentiel déjà identifié pour l'aéronautique. Les auteurs ont d'ailleurs été parmi les précurseurs des développements aéronautiques de récupération d'énergie par thermo-électricité avec Airbus Group. La recherche permanente d'exemples d'applications et de mises en œuvre industrielles est l'une des qualités de cet ouvrage. En effet, au-delà du travail d'inventaire des possibilités techniques, les auteurs cherchent à éclairer le lecteur sur les contextes de mise en pratique des divers types de capteurs autonomes. Les industriels, notamment aéronautiques – motoristes, constructeurs, assembleurs – trouveront ainsi les pistes à exploiter pour leurs cahiers des charges. A ce titre, les exemples de mise en œuvre dans le cadre des essais en vol donnent l'ébauche d'applications industrielles de ces nouvelles familles de capteurs autonomes énergiquement.

Les enjeux sont de taille.

Tout d'abord, l'ubiquité. Les capteurs autonomes n'ont pas besoin d'être accessibles pour être maintenus ou réalimentés. Ainsi, ils peuvent être répartis dans les endroits les plus sensibles, même inaccessibles. Cela permet alors une meilleure couverture en capteurs de la structure à contrôler.

Ensuite, la permanence temporelle. Les capteurs autonomes sont actifs en permanence. Ceci permet d'imaginer de nouveaux scénarios d'applications où l'intégration de ces capteurs se fera au moment de la conception d'un programme (avion ou autre), car ces capteurs pourront avoir une durée de vie qui sera proche de celle de la plate-forme.

Les enjeux de sécurité. Plus de capteurs permettent une meilleure supervision des systèmes et ainsi une meilleure prévention des risques. Les plateformes augmentent donc leur capacité propre d'alerte en cas de défaillance.

Enfin, les nouveaux modèles économique. Dès lors que ces capteurs autonomes peuvent être intégrés industriellement aux plateformes, la réduction des coûts de maintenance est une première avancée. En fonction des industries, de nouveaux modèles pourront être développés à base du suivi des états transmis par ces capteurs...

Afin de multiplier les champs d'application pour les capteurs autonomes énergiquement dans le domaine aéronautique, les recherches devront se poursuivre afin de pouvoir

réduire le facteur poids des systèmes de production d'énergie à partir de l'environnement ambiant. Ceux-ci, en effet, doivent pouvoir apporter des rendements « énergie produite/masse » permettant leur prise en compte industrielle pour des coûts d'exploitation abordables. Ceci fera sans doute l'objet de travaux dédiés.

Frédéric SUTTER
Directeur du programme « Transformation numérique »
Airbus Group