

## FICHE 41

# MATÉRIAUX INTELLIGENTS ET ADAPTRONIQUES, MATÉRIAUX FONCTIONNELS

## ► DESCRIPTIF/DÉFINITION

Matériaux disposant de capacités fonctionnelles et évolutives leur permettant de s'adapter en temps réel aux fluctuations de leur environnement (bruit, vibration, déformations des structures...), de récupérer ou de générer de l'énergie. Ces différents matériaux intelligents et systèmes de contrôles actifs sont aujourd'hui destinés à piloter le bruit, les vibrations ou la déformation des structures ou des machines.

Principales applications de ces technologies : les matériaux intelligents sont dotés de capacités d'interaction avec l'extérieur, qui leur permettent de se comporter comme des capteurs, des actionneurs, ou parfois comme des processeurs (pour traiter, comparer, et stocker des informations). Ces propriétés intrinsèques leur permettent d'être explorés actuellement pour de nombreuses applications : contrôle actif de structure ou d'équipement pour empêcher la génération de bruit ou les vibrations, récupération de la chaleur des moteurs, structures autoréparantes (automobile, aéronautique, ferroviaire, énergie, biomédical, BTP).

Principaux segments technologiques concernés : intégration actionneurs/capteurs exploitant les caractéristiques intrinsèques des matériaux pour les petits déplacements, Intégration de capteurs directement dans les matériaux pour la surveillance de structure (polymères électroactifs dans les composites par exemple), isolation vibratoire par suspension actives (à fluides magnéto-rhéologiques par exemple), matériaux multifonctionnels (un même matériau peut être utilisé comme capteur ou comme actionneur), matériaux piezo-électriques, magnétostrictifs (se déformant sous l'action d'un champ magnétique ou générant un champ magnétique sous l'effet d'une déformation), matériaux antimicrobiens, matériaux à gradient de propriétés, structures de matériaux basées sur le biomimétisme, matériaux autoscellant, matériaux polymères transformant chaleur en énergie, polymères chargés électriquement, polymères supra-moléculaires, matériaux pour conditions extrêmes, matériaux à changement de phase, sensibilité des robots par peaux artificielles, systèmes haptiques.

## ► ENJEUX (AVANTAGES)

### Sur le plan économique

- Amélioration du confort des utilisateurs de machines : contrôle actif du bruit (vitrages actifs pour filtrer les bruits de circulation) et des vibrations (suspensions à fluides magnéto-rhéologiques).
- Augmentation de la précision et de la rapidité des procédés de production.

### Sur le plan technologique

- Meilleure réactivité et flexibilité des équipements du fait de la capacité des matériaux intelligents à s'adapter en temps réel aux conditions de fonctionnement des installations : isolation vibratoire par suspensions actives, contrôle actif de structure pour l'atténuation du bruit ou pour empêcher la génération du bruit.
- Augmentation des performances d'actionneurs ou de capteurs qui exploitent les propriétés physiques du matériau (physiques, chimique ou mécanique). Profonde transformation de la conception des systèmes électromécaniques futurs, par laquelle les dispositifs électroniques (capteurs, circuits imprimés, puces) pourront être insérés dans la matière lors du procédé de fabrication additive.

### Sur le plan de la transformation de l'entreprise

- Transformation profonde des pratiques à tous les niveaux de la chaîne de valeur : recherche et développement, production, maintenance et marketing.

### Sur le plan environnemental, sociétal

- Optimisation de la consommation énergétique des équipements en fonction des conditions.
- Sécurité renforcée des utilisateurs de par le monitoring de structure.
- Réduction de la pollution sonore.

## FICHE 41

# MATÉRIAUX INTELLIGENTS ET ADAPTRONIQUES, MATÉRIAUX FONCTIONNELS

## ► LES CLÉS DE LA RÉUSSITE

### Au niveau technologique

- Dans la surveillance de structure, difficultés à différencier une avarie d'une discontinuité de structure (perçage, renfort...), et à exploiter les signaux quand les machines sont en fonctionnement (perturbation par les vibrations par exemple).
- Techniques d'intégration des capteurs et actionneurs dans la matière encore insuffisamment maîtrisées.
- Coûts élevés des composants et des produits finis.
- Développement de nouvelles solutions de contrôles non destructifs correspondant aux spécificités des défauts et phénomènes de vieillissement/rupture des matériaux intelligents.

### Au niveau numérique

- Renforcement de la chaîne numérique entre le développement matériaux, la conception du produit, l'optimisation fonctionnelle, les procédés de fabrication ou encore la maintenance.
- Conception optimisée en s'appuyant sur des bases de données matériaux
- Fabrication additive : optimisation topologique pour produire des composants à gradient de fonctionnalités et de performances.
- Commande numérique de l'insertion de composants et

du dépôt de couches de circuits imprimés sur ou dans les pièces. Les pièces mécaniques deviennent des systèmes électromécaniques connectés.

### Au niveau des compétences à mobiliser, des connaissances et de la formation

- Le déploiement de l'adaptatronique suppose d'allier des compétences en matériaux, régulation, électronique, calcul, intégration de systèmes, techniques de fabrication et fiabilité.
- Sensibilisation nécessaire du personnel aux opportunités d'intégration de fonctions et fonctionnalités au sein des nouveaux produits.

### Les questions à se poser

- Généralisation du contrôle actif des vibrations et du bruit à de nombreux domaines pour augmenter le confort des utilisateurs et la durée de vie des équipements.
- Déploiement et taux de pénétration de l'impression 4D (fabrication d'objets capables de se transformer au fil du temps (autoassemblage, déplacement, rétractation...) en fonction de stimulations extérieures, technologie qui forme un horizon pour l'industrialisation des procédés de fabrication.
- Développement de la « sensibilité » des robots à l'aide de peaux artificielles.

## ► MATURITÉ DE L'OFFRE

Émergent	Laboratoire	Prouvé	Mature	Fréquent	Pervasif
----------	-------------	--------	--------	----------	----------