

---

LE MOT DU MOMENT

# Matériaux intelligents

Des matériaux doués d'« intelligence » et de mémoire ? Oui, c'est possible !



**Sebastian Breisch**  
ABB Process Automation  
Corporate Research  
Ladenbourg (Allemagne)

sebastian.breisch@  
de.abb.com

À la différence des matériaux classiques, rigides et immuables, ces matériaux peuvent changer de forme en réponse à des stimuli externes, comme un changement de température ou un champ magnétique. Certains sont même capables de se souvenir de cette nouvelle forme et d'alterner entre les deux en fonction du stimulus reçu. Un matériau intelligent est ainsi apte à remplir des fonctions de commande, de détection ou de collecte d'énergie sans modification de sa structure fondamentale.

---

Les matériaux intelligents déploient leur vaste palette fonctionnelle dans de multiples applications.

Quatre catégories de matériaux intelligents ont déjà rejoint les rangs des applications industrielles ou s'approprient à le faire :

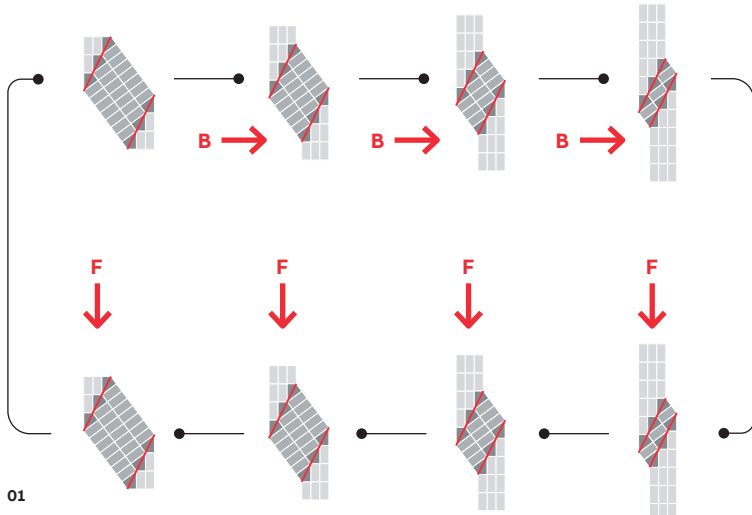
- Les matériaux piézo-électriques ;
- Les alliages à mémoire de forme (AMF) thermiques ;
- Les AMF magnétiques ;
- Les élastomères diélectriques (DE).

Les matériaux piézo-électriques, qui affichent la plus grande maturité technologique, sont déjà omniprésents dans l'industrie, notamment l'automobile avec les rampes communes d'injection. Parmi leurs autres applications de détection industrielle, citons la mesure d'effort ou de tension de bande.

Les AMF thermiques, parfaitement au point, trouvent dans la médecine (stents, par exemple) leur principal champ d'application. Le plus connu est un trombone en alliage de nickel-titane : capable de déformations extrêmes, il reprend sa forme d'origine lorsqu'il est chauffé à l'aide d'une bougie ou plongé dans l'eau chaude. L'alliage possède en effet deux structures cristallines bien distinctes, en fonction de la température. À température ambiante, le matériau est dans sa forme « froide » ; au-delà d'une certaine température, dite de transition, la structure cristalline se réorganise et le matériau prend sa forme « chaude ». Après un entraînement de plusieurs milliers de cyclages thermiques, le matériau a appris les deux formes, si bien que les deux structures cristallines présentent la même stabilité : on parle d'effet mémoire double sens. La température de transition des alliages courants avoisine 60 °C.

Les actionneurs industriels en AMF thermique se composent d'un simple câble qui peut s'étirer puis se rétracter sous l'effet de la chaleur (au passage d'un courant par exemple). Si la section du câble est importante, le changement de structure exercera une force élevée.

B: champ magnétique externe  
F: force externe



01

01 En présence d'un champ magnétique externe (B), la structure cristalline en feuillets du matériau se déforme ; il faut ensuite appliquer une force externe (F) au matériau pour qu'il retrouve sa structure d'origine.

Les AMF magnétiques, quant à eux, réagissent non seulement aux changements de température, mais aussi aux variations du champ magnétique. Leur fabrication, qui exige de couler un lingot monocristallin, est complexe. Une structure cristalline en feuillets, magnétique et polarisée, se forme au cours de la solidification du lingot. On découpe, dans le « bon sens » du lingot, des éléments magnétiques à mémoire de forme dont la structure cristalline se modifie en présence d'un champ magnétique externe → 01.

Ces AMF combinant propriétés thermiques et magnétiques, ils conviennent à merveille aux applications qui exigent une réponse dans les deux domaines, à l'image des disjoncteurs miniatures domestiques.

Enfin, les matériaux intelligents à base d'élastomères diélectriques (DE) sont généralement composés d'une couche de DE prise entre deux électrodes de polarité opposée, comme c'est le cas dans un condensateur. En appliquant une tension aux bornes du dispositif, les électrodes s'attirent et compriment l'élastomère. Cette déformation de base autorise une grande diversité d'architecture d'actionneurs. Lorsque le DE est configuré comme membrane, par exemple, son déplacement modifie la capacité du condensateur et indique donc avec précision la valeur de déformation. Les premiers composants industriels s'appuyant sur ce principe seront bientôt commercialisés.

Les matériaux intelligents déploient leur vaste palette fonctionnelle dans de multiples applications de détection ou de commande. Leur simplicité architecturale et leur faible nombre de pièces ne sont pas les moindres de leurs atouts par rapport aux solutions classiques : vraiment, un choix intelligent ! •

## RECEVOIR ABB REVIEW

### S'abonner

Contactez votre correspondant ABB ou souscrivez en ligne sur [www.abb.com/abbrevreview](http://www.abb.com/abbrevreview).

ABB Review paraît quatre fois par an en anglais, français, allemand, espagnol et chinois. La revue est diffusée gratuitement à tous ceux et celles qui s'intéressent à la technologie et à la stratégie d'ABB.

### Garder le contact

Pour ne pas manquer un numéro, abonnez-vous à la liste de diffusion sur [abb.com/abbrevreview](mailto:abb.com/abbrevreview).



Dès votre demande enregistrée, vous recevrez un e-mail vous invitant à confirmer votre abonnement.

## PUBLICATION ABB

### Rédaction

**Theodor Swedjemark**  
Head of Corporate Communications

**Adrienne Williams**  
Senior Sustainability Advisor

**Reiner Schoenrock**  
Technology and Innovation

**Bernhard Eschermann**  
Chief Technology Officer, ABB Process Automation

**Amina Hamidi**  
Chief Technology Officer, ABB Electrification

**Andreas Moglestue**  
Chief Editor, ABB Review  
[andreas.moglestue@ch.abb.com](mailto:andreas.moglestue@ch.abb.com)

### Édition

ABB Review est publiée par le Groupe ABB.

ABB Ltd  
ABB Review  
Affolternstrasse 44  
CH-8050 Zurich (Suisse)  
[abb.review@ch.abb.com](mailto:abb.review@ch.abb.com)

L'impression ou la reproduction partielle d'articles est autorisée sous réserve d'en indiquer l'origine. La reproduction d'articles complets requiert l'autorisation écrite de l'éditeur.

Édition et droits d'auteur ©2021  
ABB Switzerland Ltd.  
Baden (Suisse)

### Impression

Vorarlberger  
Verlagsanstalt GmbH  
6850 Dornbirn (Autriche)

### Maquette

Publik. Agentur für Kommunikation GmbH  
Ludwigshafen (Allemagne)

### PAO

Konica Minolta  
Marketing Services  
Londres (Royaume-Uni)

### Traduction française

Cléa Blanchard  
[clea.blanchard@gmail.com](mailto:clea.blanchard@gmail.com)

### Avertissement

Les avis exprimés dans la présente publication n'engagent que leurs auteurs et sont donnés uniquement pour information. Le lecteur ne devra en aucun cas agir sur la base de ces écrits sans consulter un professionnel. Il est entendu que les auteurs ne fournissent aucun conseil ou point de vue technique ou professionnel sur aucun fait ni sujet spécifique, et déclinent toute responsabilité sur leur utilisation.

Les entreprises du Groupe ABB n'apportent aucune caution ou garantie, ni ne prennent aucun engagement, formel ou implicite, concernant le contenu ou l'exactitude des opinions exprimées dans la présente publication.

ISSN: 1013-3119

[abb.com/abbrevreview](http://abb.com/abbrevreview)

