

Matériaux innovants

L'innovation est bien souvent mue par la compétitivité. L'histoire des matériaux composites est à ce titre exemplaire. Les matériaux composites eurent tout d'abord vocation à remplacer l'ivoire qui se raréfiait, puis s'imposèrent comme nouveaux matériaux lorsqu'il s'agit d'inventer des pales d'avion à la fois souples, légères et robustes pendant la seconde guerre mondiale. Ils furent enfin un élément essentiel à la conquête spatiale pendant la guerre froide car ils permirent l'envoi d'objets dans l'espace ! Ils sont aujourd'hui indispensables à nos satellites météo.

Les cristaux liquides quant à eux occupèrent une place de choix dans la révolution du numérique. Leurs propriétés optiques leur ont valu une reconnaissance de la première heure dans la conception d'écrans LCD ultraplats, basse consommation. On peut citer les écrans des calculatrices, des PC etc...

Et aujourd'hui, où en est la science des matériaux ? Citons deux axes principaux : les enjeux technologiques lui font envisager les textiles intelligents ; les enjeux écologiques la conduisent vers les agro-matériaux.

Dans ce chapitre, la section 1 présente les matériaux composites, la section 2 présente les cristaux liquides, enfin la section 3 ébauche les matériaux de demain.

1 Matériaux composites

Définition 11.1: Matériau composite

Un *matériau composite* est un assemblage d'au moins deux composants non miscibles dont les propriétés se complètent :

- UN RENFORT : il s'agit de l'armature qui supporte l'essentiel des efforts mécaniques.
- UNE MATRICE : elle a pour but de transmettre les efforts mécaniques au renfort. De plus elle assure la protection du renfort vis-à-vis des conditions environnementales, et elle permet de donner la forme souhaitée au matériau final.

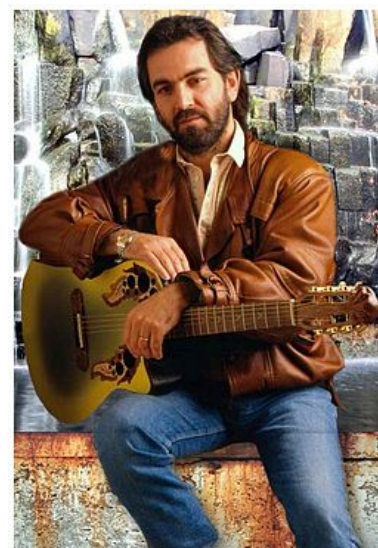


FIGURE 11.1 – Marcel Dadi et une guitare dont le fond est en Lyra-chord.

Crédits photo : Pierre Thouvenot

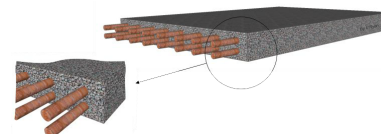


FIGURE 11.2 – Le béton armé est formé d'une matrice de béton et de renforts d'acier. Cela lui permet de résister en compression ET en extension, au contraire du simple béton qui casse en extension.

Exemples :

- Le bois est composé d'une matrice (la lignine) et d'un renfort en fibre (cellulose), ce qui en fait un composite. Le bois possède diverses qualités (résistance, légèreté, maniabilité, etc. ...) ...
- Le Lyrachord est un matériau utilisé dans la composition des fonds des guitares utilisées par Marcel Dadi (figure 11.1). Ses propriétés de réflexion acoustiques, sa facilité à mouler, et son invariabilité hygrométrique en font un matériau de choix pour cette application.
- Le béton armé est aussi un matériau composite, réalisé à partir d'une matrice de béton et de renforts d'acier (figure 11.2). L'utilisation de ce robuste composite a permis la construction de l'arche de la défense dont la portée de 63 mètres est mécaniquement très exigeante.
- Les pales d'hélicoptères ...

2 Cristaux liquides

Définition 11.2: Cristaux liquides

Un *cristal liquide* est un état de la matière qui combine des propriétés d'un liquide conventionnel et celles d'un solide cristallisé.

Citons plusieurs états de la matière qui répondent à cette définition :

- La *phase nématique* est un état de la matière où les constituants, en forme de bâtonnets partagent une même orientation, mais dont les positions sont désordonnées. (figure 11.3)
- La *phase smectique* est un état de la matière où les constituants, en forme de bâtonnets, ont, en plus d'un ordre d'orientation, un ordre de position partiel : ils s'organisent en couches. Au sein de chaque couche, les constituants sont désordonnés et se meuvent comme dans un liquide. (figure 11.4)



FIGURE 11.3 – Dans la phase nématique, les constituants partagent la même orientation, aux fluctuations thermiques près.

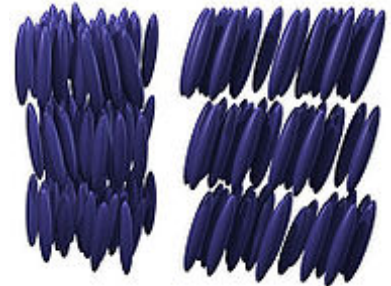
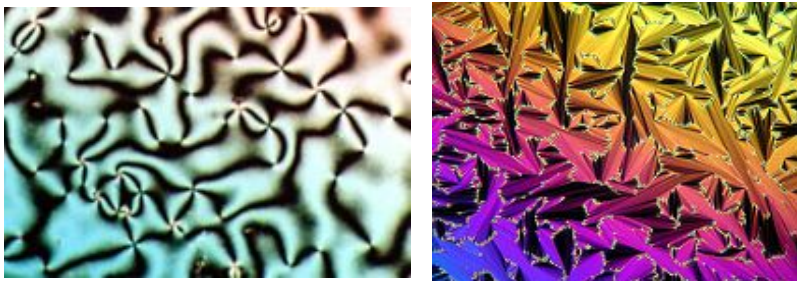


FIGURE 11.4 – Dans la phase smectique, les constituants ont un ordre d'orientation, et un ordre partiel de position de par leur organisation en couches.



(a) Image de "défauts topologiques" dans un nématique. (b) Image de la structure en éventail dans un smectique.

FIGURE 11.5 – Quelques photos de cristaux liquides

L'agencement microscopique des cristaux liquides leur confère des propriétés optiques, électriques et mécaniques étonnantes, mais qui sortent du cadre de ce cours, cependant nous les illustrons de quelques images (figure 11.5).

3 Agro-matériaux, Textiles intelligents

Cette dernière section, loin d'être exhaustive, se veut une ouverture vers la science des matériaux de demain, on y présente rapidement les textiles intelligents et les agromatériaux.

Définition 11.3: Textiles intelligents

Les *textiles intelligents* sont des textiles capables de capter et d'analyser un signal afin d'y répondre d'une manière adaptée.

Par exemple, nous pouvons penser à :

- Des vêtements chauffants et rafraîchissants en fonction de la température du corps, et selon la zone du corps.
- Des vêtements permettant le suivi médical d'un patient atteint d'une maladie chronique (suivi de la glycémie (diabète), de la fréquence cardiaque (problèmes cardiaques), de la tension artérielle, en temps réel, et transmission aux médecins)
- Vêtements changeant de couleur en fonction de leur environnement.

Définition 11.4: Agro-matériaux

Les *agro-matériaux* sont des matériaux issus de matières premières végétales.

On peut citer :

- Les papiers
- Des isolants domestiques végétaux
- Les bioplastiques

À la fin de ce chapitre, je sais faire (extrait du B.O.) :

- Définir un matériau composite à partir de sa constitution : matrice et renfort.
- (Activités) Extraire et exploiter des informations sur les propriétés et la transformation de matériaux innovants.