



MATÉRIAU INTELLIGENT INTÉGRANT  
DES FONCTIONNALITÉS (AKONITE)

## sommaire >

- 1 Introduction
- 2 Témoignage d'entreprise : Akonite
- 3 L'interview : Rescoll
- 4 Lexique
- 5 Zoom sur les centres de compétences



## Introduction

Aujourd'hui, de nombreux chercheurs s'attachent à trouver une alternative aux produits issus de la pétrochimie. L'objectif est de mettre au point des matériaux bio-sourcés permettant de créer des composites avec une meilleure empreinte écologique. D'ailleurs, la chimie du végétal est l'une des priorités de recherche et développement du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Les matériaux agro-composites ou bio-composites connaissent une croissance de l'ordre de 50% par an. S'ils sont pour l'instant minoritaires, ils ouvrent des perspectives à moyen et long terme très engageantes.

### L'union des fibres et de la résine

Un matériau agro-composite représente la synergie réussie entre deux matériaux différents.

Ce sont en général des fibres et une matrice en plastique ou en résine. Les fibres employées pour l'instant dans l'industrie sont très majoritairement synthétiques (verre, carbone...). Le but est de les remplacer principalement par des fibres naturelles aux très bonnes propriétés mécaniques comme le chanvre et le lin ou encore le bambou. Quant aux résines végétales, ce sont des substances naturelles secrétées par certains végétaux. Pour l'instant, les premières applications concernent des fibres naturelles alliées à des résines synthétiques, à base de polyester ou de polyuréthane. Cependant, des recherches sont à l'œuvre sur des résines dont une partie des composants sont issus des agro-ressources, comme des dérivés des pailles ou des rafles de maïs ou de tournesol. Mais l'un des freins au développement des agro-composites reste le prix : en effet, celui notamment de la fibre de verre reste largement concurrentiel.

## Des pistes pour demain

Plusieurs laboratoires explorent de nouvelles possibilités, telles qu'une résine destinée à limiter l'émission de composés polluants. C'est l'objet des travaux de l'INRA Sup'AGRO : la mise au point d'une résine sans solvant, à partir de matières premières agricoles riches en protéines, contribue à réaliser des panneaux de bois agglomérés et des matériaux composites à base de fibres naturelles. De même, deux projets soutenus par le GIS Agrice (Agriculture pour la chimie et l'énergie) et coordonnés par l'ADEME visent à remplacer les fibres artificielles dans les matériaux thermoplastiques par des fibres de chanvre.

Cependant, pour Pierre Ferchaud, docteur en chimie et chef de projet, responsable du secteur extrusion réactive au sein du centre de recherche CVG « hormis les études sur les propriétés thermiques et mécaniques des agro-composites, la clé pour une bonne percée dans le marché réside dans la baisse des coûts ». Il cite l'exemple d'un autre aspect de la comparaison avec les pétro-plastiques « Nous essayons d'introduire des fibres végétales comme celle de ramie (une ortie asiatique) dans la matrice, pour obtenir des applications très spécifiques. C'est toute la différence avec le pétro-plastique : un polypropylène ou un polyéthylène permet de concevoir un matériau qui pourra servir à réaliser des objets aussi différents qu'une table ou une pièce auto. Un agro-composite plastique donnera des résultats supérieurs en termes de tenue mécanique, mais ne pourra être utilisé que pour un seul type d'application ».

## Un nombre exponentiel d'applications

Les industriels se montrent de plus en plus intéressés par l'utilisation de fibres naturelles. Les éco-composites représentent une solution d'avenir plus durable pour des secteurs comme l'automobile, l'aéronautique, l'ameublement, l'industrie du sport et du loisir... Parmi les applications les plus récentes, citons les médaillons de portes des Citroën, un vélo, une raquette de tennis Décathlon, une collection de lingerie Rosy... Les agro-composites prennent aussi place dans le bâtiment, pour des bétons allégés par exemple.

## 2 Témoignage entreprise : Akonite



ALEXANDRE FOUGEA « EN CUISINE »

Créée en 2006, Akonite s'est d'abord concentrée sur le développement de skis nautiques en carbone. Suite à des demandes de designers, elle a élargi son champ d'activités à d'autres domaines. Sous l'impulsion de son directeur, Alexandre Fougea, Akonite a décidé de devenir le maillon manquant entre les bureaux de design et les entreprises spécialisées. L'entreprise propose sa vision transverse et son expertise en étude de matériaux et procédés, avec une spécialité dans les composites.

Elle met en place des équipes pluridisciplinaires avec des designers, des ingénieurs spécialisés, puis valide ses essais et études au sein de son laboratoire.

« Nous travaillons depuis trois ans sur les agro-composites ou bio-composites, un domaine en fort développement. Nous nous penchons surtout sur les fibres de carbone, les fibres de verre et les fibres végétales, associées à des résines thermodurcissables et thermoplastiques. Sur certains projets, les matériaux traditionnels ne remplissent pas les contraintes techniques. Grâce aux composites, nous pouvons créer un matériau adapté à la fonction finale de l'objet ou au besoin. Nous sommes comme des cuisiniers, nous intégrons dans le matériau des fonctionnalités, des résistances mécaniques, éventuellement des systèmes embarqués électroniques, de l'éclairage, des résistances au feu... Nous sommes constamment à la recherche de matériaux bio-sourcés ou biodégradables avec de bonnes performances mécaniques. On a commencé par la fibre de chanvre, qui se distingue justement par des résistances mécaniques très élevées, puis on a découvert la fibre de lin. Une fois correctement traitée (car elle absorbe beaucoup l'eau), elle possède des propriétés mécaniques assez proches de la fibre de verre. Aujourd'hui, nous proposons un nouveau matériau : un sandwich composite. C'est une résine agro-sourcée (issue d'oléo polyols) associée à de la fibre de lin et des matériaux comme le liège. On obtient ainsi, des bio-composites agro-sourcés et en partie biodégradables. Nous sommes encore loin des performances d'un carbone et d'une résine époxy, mais nous nous rapprochons des propriétés d'une fibre de verre et d'une résine polyester. Nous avons différents types de clients, des agences de design, des designers industriels, des éditeurs d'objets, des marques de luxe. Les premiers acteurs des bio-composites sont souvent les marques de sport, à la recherche de performance et de légèreté. Mais aujourd'hui cette problématique est aussi devenue une préoccupation des éditeurs de meubles, qui veulent réduire le poids de leurs produits, pour des problématiques de transport et de livraison. Actuellement, nous travaillons sur un concept de chaise et sur de la bagagerie... A l'avenir, un vaste champ de recherches est envisageable. Je pense à des matériaux issus de boues de stations d'épuration ou à l'utilisation de protéines pour faire des fibres, comme de la soie de toiles d'araignée ou des filaments de moules. On peut explorer beaucoup plus loin que les fibres végétales pour les dix années à venir, par exemple utiliser des matrices de type céramique. On retrouve déjà de telles matrices dans des tuyères de fusées. Plus généralement, pour Akonite, en tant que transformateur de familles de matériaux, nous continuerons à essayer de travailler avec des produits de moins en moins toxiques ».

[www.akonite.fr](http://www.akonite.fr)

### 3

## L'interview

Questions à José Alcorta, ingénieur chez Rescoll,  
une société de recherche dans le domaine des matériaux

**Rescoll est spécialisée dans la mise au point de nouveaux produits ou nouvelles applications à base de matériaux polymères dans des domaines tels que l'aéronautique, l'espace, la défense, la mécanique, les énergies renouvelables ou le biomédical.**

## Quels sont les agro composites les plus prometteurs ?

Actuellement, il est plus facile de remplacer les fibres que les résines. En effet, l'obtention de résines totalement naturelles qu'on pourrait mélanger avec des fibres est encore soumise à caution. Donc, les matériaux les plus intéressants sont à base de fibres naturelles avec des résines synthétiques. Ce sont plutôt des semi agro-composites, un pas intermédiaire entre les produits 100% synthétiques d'aujourd'hui et les produits 100% naturels qui seront peut être utilisés demain.

## Dans quels domaines sont utilisés les semi agro-composites ?

Dans l'automobile et le bâtiment, on trouve des fibres de lin avec des résines de type époxy ou phénolique. Par exemple, dans l'automobile, les panneaux et tablettes sont en matériaux composites. Les propriétés mécaniques des fibres naturelles sont très proches de celles des fibres synthétiques, et elles ont un avantage important : un poids plus faible. Or, dans les domaines automobile et aéronautique, on cherche constamment à diminuer le poids des composants pour baisser la consommation de carburant. Mais on n'en est qu'au tout début, puisqu'actuellement, 99% des composites utilisés sont à base de fibres et de résines synthétiques.

## Et dans l'avenir ?

Cette part ne peut qu'augmenter, compte tenu d'une demande très forte de se tourner vers des produits naturels, et du fait que les fibres naturelles se travaillent de la même façon que les fibres synthétiques. De plus, toute l'industrie est engagée dans une démarche d'analyse de cycle de vie des produits. En choisissant un matériau renouvelable, on obtient souvent un bilan environnemental plus favorable. On peut imaginer aussi qu'en termes de prix, une fois que la filière industrielle sera constituée, le coût des agro-matériaux sera plus compétitif. Aujourd'hui, le ratio va du simple au double. Enfin, les fibres n'interviennent pas dans la notion de recyclabilité, qu'elles soient naturelles ou synthétiques. En effet, elles sont noyées dans la résine, qu'il faut solubiliser, fondre ou dépolymériser. Ce n'est qu'après que l'on peut éventuellement récupérer les fibres. De nombreuses études s'attaquent à ce problème, pour rendre le composite vraiment recyclable.

## Une illustration étonnante : le projet Hobbit porté par Rescoll

Le projet HOBBIT concerne le développement d'un nouveau concept d'implants hybrides résorbables, constitués d'une matrice polymère et de charges céramiques bioactives. Les céramiques sont notamment composées de bio-verre dont la composition est très proche de l'os humain. Hobbit représente une application très pointue qui vise à concevoir des substituts osseux réalisés avec des agro-composites : ce sont des céramiques synthétiques alliées à une résine partiellement naturelle, car issue de l'amidon de maïs. Le but est de réussir la compatibilité de la résine avec le corps humain, afin qu'il vienne coloniser ce composite. Les implants se résorbent au fur et à mesure de la repousse de l'os. Ce projet, cofinancé par la DGCIS (\*) est labellisé par un pôle de compétitivité.

<http://rescoll.fr>

(\*) DGCIS : direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services.

## 4

# Lexique

**Les résines naturelles** sont des polymères d'origine naturelle souvent issus de la transformation chimique de matières premières agricoles (chimie des sucres ou lipo chimie). Dans les agro composites, ils jouent le rôle de matrice dans laquelle sont mélangées les fibres de renfort.

**Lignine** / Groupe de substances végétales complexes, hautement polymérisées, imprégnant les parois celluliques des cellules des tissus lignifiés. La lignine se trouve principalement localisée dans les structures intercellulaires et fournit la cohésion aux matériaux ligneux. Elle leur confère une résistance mécanique accrue, mais limitant leur élasticité. La lignine représente environ 25 % du poids du bois sec.

**Polypropylène** / Le polypropylène (ou polypropène) isotactique, de sigle PP (ou PPI) et de formule chimique  $(-CH_2-CH(CH_3)-)_n$ , est un polymère thermoplastique semi-cristallin de grande consommation.

**Polyéthylène** Le **polyéthylène**, ou **polyéthène** (sigle générique **PE**), est un des polymères les plus simples et les moins chers. Il appartient à la famille des polyoléfines. C'est le plus important polymère de synthèse, devant le PP, le PVC et le PS. Sa production mondiale annuelle est d'une cinquantaine de millions de tonnes

**Epoxy** / Époxy est une contraction d'époxyde. L'époxyde est un groupement chimique qui donne son nom à des molécules ou monomères époxyde puis par extension aux polymères polyépoxyde. Les polyépoxydes sont couramment utilisés comme colles (la plus connue étant l'Araldite) ou peinture.

**Phénolique** / En chimie organique, les **phénols** sont des composés chimiques aromatiques portant une fonction hydroxyle-OH. Les dérivés portant plusieurs fonctions -OH sont appelés des polyphénols.

**Polyols** / Parmi les édulcorants intenses, on trouve les polyols. Les polyols sont des additifs alimentaires, principalement d'origine synthétique, classés dans la catégorie des édulcorants, mais aussi pour certains, dans celle des agents de texture, du fait de leurs autres propriétés technologiques (consistance, viscosité, etc ...).

## 5

# Zoom sur centres de compétence

**AFT plasturgie**

<http://www.autobourgogne.com/detail.asp?soc=3>

**AGRICE / Agriculture pour la chimie et l'énergie**

<http://www.ademe.fr/partenaires/agrice/index.htm>

**APOLLOR / Centre de Ressources Technologiques**

<http://www.apollor.com/systeme/m1.php>

**ARD / Agro-Ressources Développement**

[www.a-r-d.fr](http://www.a-r-d.fr)

**CRITT polymères Picardie**

<http://www.critt-polymeres.com>

**CVG / l'innovation végétale au service du développement industriel**

M. Pierre Ferchaud / tél. 03.22.33.75.00

<http://www.cvgpn.com>

**Fibres recherches développement**

<http://www.f-r-d.fr>

**INRA / CIRAD / Montpellier Sup'AGRO / Laboratoire IATE**

Ingénierie des agro polymères et technologies émergentes

<http://umr-iate.cirad.fr>

**INRA / Nantes / Laboratoire BIA-MC2**

[http://www.angers-nantes.inra.fr/unites\\_de\\_recherche\\_unites\\_experimentales/biopolymeres\\_interactions\\_assemblages\\_bia/materiaux\\_creation\\_et\\_comportement](http://www.angers-nantes.inra.fr/unites_de_recherche_unites_experimentales/biopolymeres_interactions_assemblages_bia/materiaux_creation_et_comportement)

**INRA / Toulouse / ENSIACET**, laboratoire de Chimie Agro-Industrielle

<http://lca.ensiacet.fr/>

**IPTS / Des plastiques biodégradables issus de ressources renouvelables**

<http://ipts.jrc.ec.europa.eu>

**ISPA / Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon**

<http://www.ispa.asso.fr>

**LCA / Laboratoire de Chimie Agro-industrielle**

<http://lca.ensiacet.fr/labo/labo.htm>

**LIMB / Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux de Bretagne**

<http://www.univ-ubs.fr/l2p>

**Pole Europeen plasturgie**

<http://www.poleplasturgie.net>

**Pole fibres**

<http://www.pole-fibres.uhp-nancy.fr>

**Pole Industries & Agro Ressources / valorise de manière non alimentaire les ressources agricole**

tél. : 03 23 24 92 06 / Nina Quelenis, Responsable Intelligence Economique / quelenis@iar.com

[www.iar-pole.com](http://www.iar-pole.com)

**RESCOLL / Société de recherche dans le domaine des matériaux**

M. José Alcorta (tél. : 05.40.00.64.99)

<http://www.rescoll.fr>

**USBB / Unité des Sciences du Bois et des Biopolymères**

<http://www.u-bordeaux1.fr/ipin/accueil.htm>