



## ■ 2. BIOMATERIALS

The large dominant sectors in which plastics are used (packaging, construction, transport, electricity, etc.) are faced with rising pressure from consumers for preservation of the quality of the environment. Substituting biomaterials for these compounds generally obtained from petrochemicals, is a solution that protects resources and the environment, optimises waste management, saves energy and creates jobs, notably in rural areas. Biomaterials derived from grain products and byproducts (starch, gluten), oilseed and protein-rich plants (proteins), and fibrous plants (cellulose) can be used to make biopolymers (films and packaging) and composite agrimaterials (coverings and facings, automobile fittings, insulation, etc.).

Just a few years ago these materials were limited to use in a few specific items and applications; today they are made by many companies, notably small and medium-sized businesses which have since been joined by the major multinational polymer-producing corporations. The world market that in 1996 registered production of 14,000 tonnes could attain 500,000 tonnes in 2005, thanks to gains in productivity and new production capacity (notably in the United States).

But the main impediment hindering the development of biomaterials today is still their high cost, and sometimes mechanical properties that are insufficient compared to existing products.

From 1994 to 2000 27 biomaterials projects were financed by AGRICE, with a total value of 7.4 million euros, including grants of 2.3 million euros. Three research domains have been explored: biopolymers that can be substituted for plastics, their biodegradability, and agrimaterials. This work was complemented by a report on possible market outlets for biomaterials.

## ■ 2. LES BIOMATÉRIAUX

Les grands secteurs dominants d'application des matériaux plastiques (emballage, bâtiment, transport, électricité, etc) sont confrontés à la pression croissante d'une demande pour la préservation de la qualité de l'environnement. La substitution de ces composés, généralement issus de la pétrochimie, par les biomatériaux est une solution permettant de protéger les ressources et l'environnement, d'optimiser le système de gestion des déchets, d'économiser l'énergie et de créer des emplois notamment en milieu rural. Issus des produits et sous-produits des céréales (amidon, gluten), oléagineux et protéagineux (protéines) ainsi que des plantes fibreuses (cellulose), ils permettent de fabriquer des biopolymères (films et emballages), des agromatériaux composites (revêtements, garnitures d'automobiles, isolants, etc.).

Limités, il y a encore quelques années, à quelques références et applications précises, ces matériaux sont aujourd'hui produits par de nombreuses entreprises, notamment des petites et moyennes entreprises rejointes depuis par les grandes multinationales des polymères. Ainsi, le marché mondial qui représentait 14 000 tonnes de production en 1996 pourrait atteindre grâce aux gains de productivité et aux nouvelles capacités de production, notamment américaines, les 500 000 tonnes en 2005.

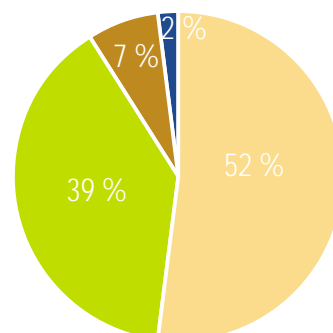
Toutefois, le principal frein au développement des biomatériaux reste encore à ce jour leur coût élevé et parfois leurs propriétés mécaniques insuffisantes par comparaison avec les produits existants.

De 1994 à 2000, 27 projets sur les biomatériaux ont été financés par AGRICE pour un montant total de 7,4 millions d'euros dont un montant d'aide de 2,3 millions d'euros. Trois domaines de recherche ont été explorés : les biopolymères pouvant se substituer aux plastiques, l'étude de leur biodégradabilité et les agromatériaux. A cela, il faut ajouter une étude de recherche de débouchés pour les biomatériaux.

### Répartition des aides attribuées par AGRICE pour les biomatériaux

#### *Breakdown of AGRICE grants for biomaterials*

- Biopolymères - 52 %  
*Biopolymers*
- Agromatériaux - 39 %  
*Agrimaterials*
- Environnement - 7 %  
*Environment*
- Études technico-économiques - 2 %  
*Technical/economic studies*





## 2.1 Biopolymères

La directive 94/62/CEE sur les déchets plastiques imposant de trouver des voies alternatives à la mise en décharge a permis depuis 1994, le développement des matériaux ou plastiques dits " biodégradables ". Constitués en majorité par des biopolymères, ces nouveaux plastiques possèdent, outre la biodégradabilité, des avantages incontestables. Ils sont recyclables, incinérables et compostables.

Bien que le marché des produits biodégradables soit limité, les produits disponibles sur le marché sont très variés et les applications nombreuses. Parmi ceux qui suscitent le plus d'intérêt, on peut citer l'emballage de calage, le sac de collecte des déchets verts et le sac à compost, la barquette alimentaire, le pot de yaourt, le film alimentaire, le film pour l'agriculture....

AGRICE a soutenu 10 projets dans le domaine des biopolymères. Les principaux axes de recherche examinés concernent les études de fractionnement et de purification, de fonctionnalisation, de rhéologie, de biosynthèse par fermentation et de mise en forme. Les travaux ont porté sur les polysaccharides, les protéines, le gluten et le saccharose. Les opérations de recherche ont permis de démontrer la faisabilité technologique d'un certain nombre de produits à propriétés originales qui pourraient être exploités dans des conditions économiques raisonnables. Parmi les résultats les plus significatifs, nous pouvons citer la mise au point des films pour les emballages ou pour le paillage agricole, des barquettes pour le conditionnement alimentaire, etc ...

En complément de ces travaux, AGRICE a mis en place un important programme de recherche sur la biodégradabilité des polymères, notion souvent utilisée comme un argument marketing. Ce programme s'est fixé pour objectif la mise au point d'une méthode de laboratoire pour l'étude de la biodégradabilité des polymères ainsi que la définition de normes. Il a permis d'identifier les points de blocage majeurs tels que la tenue à l'eau et la mise en œuvre industrielle, de réaliser des démonstrations à l'échelle laboratoire et de développer des outils analytiques pour la mesure de la biodégradabilité des polymères en milieu naturel et en situation de compostage.

## 2.1 Biopolymers

The 94/62/EEC directive on plastic wastes that requires finding alternatives to landfilling has encouraged the development of so-called "biodegradable" materials and plastics since 1994. For the most part composed of biopolymers, these new plastics have undeniable advantages, in addition to biodegradability. They can be recycled, incinerated or composted.

Even though the market for biodegradable products is limited, a wide variety of products are available and potential applications are numerous. Those that attract the most attention are packing materials for shipping, garden waste collection bags and compost bags, food trays and containers, yoghurt cups, films for food and for agriculture.

AGRICE has supported 10 biopolymer projects. Research has focused on fractionation and purification studies, functionalisation, rheology, biosynthesis by fermentation, and shaping. This work has looked at polysaccharides, proteins, gluten and saccharose. Technological feasibility has been demonstrated for a certain number of products with unusual properties which could be exploited in reasonable economic conditions. The most significant results are films for packaging and for wrapping agricultural straw, trays and containers for foods, etc.

In addition to this work AGRICE has set up a major research programme on polymer biodegradability, a notion often used in marketing products. This programme aims to elaborate a laboratory method for studying the biodegradability of polymers and to define standards. This work has identified major stumbling blocks such as wet strength and industrial handling. Laboratory scale demonstrations have been carried out and analytical tools developed for measuring polymer biodegradability in the natural environment and in compost situations.



## 2.2. Agrimaterials

Put simply, agrimaterials are combinations of synthetic polymers and biopolymers, and blends of fibres and natural polymers (starch, cellulose). Work in this area of application started recently, in 1997, and 16 projects have received support..

The research topics investigated in projects supported by AGRICE cover a wide range: use of hemp or flax fibres to replace fibreglass used in building materials and in automobile construction to reinforce body elements; manufacture of panels made from crushed straw and resin derived from linseed oil; incorporation of plant matter from grains to enhance the mechanical properties of synthetic polymers used to produce agricultural films; elaboration of composites based on starch and cellulose microfibrillae; addition of lignin or polyols to improve the thermoplastic properties or gas-barrier features of starch used to manufacture multilayer films; adaptation of conventional plastic forming processes to agrimaterials (injection, extrusion, blowing, thermoforming).

The work on agrimaterials conducted under the auspices of AGRICE has opened up highly promising perspectives. Biopolymer research has had limited spin-off effects.

The work on biopolymers is still far from attaining the stage of industrial applications. There are fundamental problems that remain to be resolved, such as the wet strength of biopolymers and handling in industrial applications. Technological research must be continued to bring this research closer to application, in association with industrial plastics companies, and markets must be more precisely targeted in order to make real commercial advances.

Work on agrimaterials could come to market more quickly, in technical applications such as residential acoustic and thermal insulation materials, and reinforcing material for automobile bodies and parts. The stakes are particularly high for recycling and energy conservation in the automobile industry.

## 2.2. Les agromatériaux

Les agromatériaux regroupent, en simplifiant, les mélanges de polymères synthétiques et de biopolymères, les mélanges de fibres et de polymères naturels (amidon, cellulose). Ce domaine d'application a été ouvert plus récemment (1997) ; depuis, 16 projets ont été soutenus.

Les axes de recherche explorés dans le cadre des projets soutenus par AGRICE restent très ouverts et portent sur : l'utilisation de fibres de chanvre ou de lin en remplacement de la laine de verre dans le bâtiment ou comme renfort des carrosseries d'automobile, la mise en œuvre de panneaux à partir de pailles broyées et de résine produite à partir d'huile de lin, l'amélioration des propriétés mécaniques des polymères de synthèse en les chargeant de matières végétales d'origine céréalière pour la production de films à usage agricole, la mise au point de composites à base d'amidon et de microfibrilles de cellulose, l'amélioration des propriétés thermoplastiques ou barrières au gaz de l'amidon par addition de lignine ou de polyols dans la production de films multicouches, l'adaptation des procédés de transformation de la plasturgie classique aux agromatériaux (injection, extrusion, soufflage, thermoformage).

Les retombées du programme AGRICE dans le domaine des biomatériaux restent limitées en ce qui concerne le thème des biopolymères, mais ouvrent des perspectives très intéressantes pour les agromatériaux.

En effet, les travaux sur les biopolymères sont encore loin d'applications industrielles. Des problèmes fondamentaux restent à résoudre comme la tenue à l'eau des biopolymères et leur mise en œuvre industrielle. Afin de rapprocher ces recherches des applications, il faudrait à la fois poursuivre la recherche technologique, associer des industriels plasturgistes et mieux cibler les marchés visés pour parvenir à de véritables réalisations commerciales.

Les actions lancées dans le domaine des agromatériaux pourraient trouver plus rapidement des débouchés dans les applications techniques comme l'isolation phonique ou thermique d'habitations, voire comme renfort pour les carrosseries ou les pièces pour des utilisations en automobile, secteur où les enjeux sont considérables en ce qui concerne le recyclage et l'économie d'énergie.