

# Les Agro-matériaux

**Thierry PAYOT, Chambre de Commerce et d'Industrie, 5 bis avenue marcel Proust 28002 CHARTRES – Tel : 06 16 24 68 28 – email : [tpayot@eureetloir.cci.fr](mailto:tpayot@eureetloir.cci.fr)**



**Chambre d'Agriculture, 10 rue Dieudonné Costes 28024 CHARTRES – Tel : 06 16 24 68 28 – email : [t.payot@eure-et-loir.chambagri.fr](mailto:t.payot@eure-et-loir.chambagri.fr)**



---

*RESUME. Les agro-matériaux issus de la biomasse végétale commencent à trouver des applications dans des secteurs aussi variés que le BTP, la plasturgie, l'emballage. Ces matériaux ont des avantages techniques, économiques et environnementaux importants. Ils sont issus de nombreuses filières agricoles qui peuvent ainsi trouver de nouvelles voies de valorisation. Les partenaires économiques d'Eure-et-Loir ont la volonté de favoriser ce type de développement sur le département en initiant et en soutenant des projets.*

*MOTS-CLÉS : agro-matériaux, valorisation industrielle, biomasse, BTP, plasturgie, emballage*

---

## 1. DEFINITIONS

**Les biomatériaux** sont des matériaux composés à majorité de matières premières d'origine agricole dont les produits générés au cours de la dégradation, de la combustion ou du recyclage ne provoquent pas de dommages à l'environnement. On distingue trois grands types de biomatériaux :

- les agro-matériaux qui sont obtenus par transformation ou mise en forme physique ou thermique d'un coproduit d'origine végétale.
- Les bio-polymères qui sont obtenus par des procédés plus complexes et souvent issus de la transformation d'une ou plusieurs molécules plus ou moins purifiées provenant de la biomasse.
- Les matériaux composites dont il convient de distinguer, à nouveau, deux catégories :
  - Les composites plastiques non biodégradables qui ne contiennent pas que des composés d'origine végétale.
  - Les composites biodégradables (matrice biodégradable + fibre par exemple)

Il conviendra de distinguer les biomatériaux utilisés en médecine comme implants, prothèses qui n'ont pas grand-chose à voir avec les biomatériaux d'origine végétale au sens de l'ADEME<sup>1</sup>. Nous avons donc choisi d'appliquer le terme d'agro-matériaux à tous les matériaux d'origine végétale.

## 2. FILIERES AGRICOLES IMPLIQUEES

En théorie, de nombreuses filières agricoles et forestières sont potentiellement impliquées dans la réalisation d'agro-matériaux.

- Filières céréales : blé, maïs, orge, avoine, seigle, triticales...
- Filière sucre : Betterave, canne à sucre
- Filière plante à fibres : Chanvre, lin, sorgho...
- Filière oléo-protéagineuse : pois
- Filière oléagineuse : colza, tournesol, soja, lin, coco, palme...
- Filière bois
- Filière plantes pérennes : eucalyptus, peuplier, saule, miscanthus

Ces différentes filières apportent des composés variés qui peuvent directement ou indirectement faire des agro-matériaux utilisables (bois) ou qui peuvent apporter des composés qui entrent dans la formulation d'agro-matériaux : Cellulose, amidon, fibres, protéines, sucres, lignine, hemicellulose...

### 3. ATOUTS ET CONTRAINTES DES AGRO-MATERIAUX

Les atouts sont différents en fonction du type de filière impliqué, du type de matériaux et de l'application recherchée. En général on considère :

- Atouts : ressources renouvelables issues du végétal, ils apportent des propriétés nouvelles (physique, thermique, chimique), ils permettent la substitution d'une partie des matériaux issus de la pétrochimie ou de la chimie. Ils contribuent moins à l'effet de serre et nécessitent moins d'énergie à leur production. Ils sont biodégradables et non toxique pour l'homme et l'environnement.
- Contraintes : spectre de propriétés limité, les coûts de production et les contraintes réglementaires.

### 4. FILIERES INDUSTRIELLES POTENTIELLEMENT UTILISATRICES

De nombreuses filières industrielles peuvent être utilisatrices d'agro-matériaux issus de la biomasse. Le niveau technologique du produit, son coût va dépendre du secteur, de l'application visée et des propriétés recherchées. Le secteur de la plasturgie, de l'emballage, du conditionnement, de l'agencement de magasin, de la PLV, des matériaux pour l'automobile, le secteur du bâtiment et des travaux publics. Nous citerons en exemple :

#### 4.1 L'emballage

**Marchés** Emballages, tous secteurs : **France** : 1,8 million t/an **Europe** : 14 millions t/an. On considère que 10 à 20% de ce marché est accessible à des agro-matériaux

**Bioemballages** : • ménagers : 5 000 t en Europe et 12 000 t dans le monde • industriels : 8 000 t en Europe et 20 000 t dans le monde • sacs : 8 000 t en Europe et 15 000 t dans le monde.

**Exemples** : Réalisés à partir de polymères biodégradables, de papier (performances pour le moment plus limitées que celles des polymères conventionnels) ou de fibres végétales : • les barquettes et filets pour fruits et légumes, films étirables, • les sacs pour déchets compostables

(déchets organiques et déchets verts), • les sacs réutilisables, les sacs de caisse, sacs à poignées (sacs bretelles, sacs publicitaires...), • les emballages pour transport (billes de calage...)<sup>1</sup>.

#### **4.2 Le Bâtiment (BTP)**

**Marché** Les principales applications des matériaux d'origine végétale dans la construction sont : • **isolation (murs, toits, sols) : mortier, béton léger de chanvre et chaux, fi bres de bois, (et lin, ouates de cellulose, fi bres de coco...).** Le marché français de l'isolation thermique était de 17,6 millions m<sup>3</sup> en 2002, dont 11,7 pour les seules laines minérales. Les laines végétales représentent environ 120 000 m<sup>3</sup> (3 000 tonnes) en Europe suivant les années. • **enveloppe et cloisonnement (éléments non porteurs) : bois, béton de chanvre (et paille...)** • **structure : essentiellement bois.** La part de marché du bois dans la construction est d'environ 10%.

**Matériaux d'isolation et de construction d'origine végétale existants (chanvre, lin)** Les végétaux largement utilisés dans le passé (chaume, torchis,...) connaissent un regain d'intérêt, en particulier le chanvre et le lin. La filière chanvre étant la plus aboutie, seuls les 3 principaux types de produits proposés sur le marché sont détaillés ici : • les enduits, mortiers et bétons de chanvre (mélange chènevotte et liant à base de chaux), de masse volumique sèche comprise entre 200 kg/m<sup>3</sup> et 1 000 kg/m<sup>3</sup>, pour applications en isolation et/ou en remplissage de parois (à ossature bois) : applications mur, toit et sol. • les laines d'isolation thermique et phonique (collages des fibres sur le principe des laines minérales). • et plus récemment, parpaings en béton de chanvre pour l'enveloppe des bâtiments.

### **5. LES PROJETS AGRO-MATERIAUX EN EURE-ET-LOIR**

La mission Bioproduits est née d'une double volonté stratégique : celle de la Chambre d'Agriculture de trouver des débouchés non alimentaires aux productions agricoles ; celle de la CCI de susciter la création de nouvelles filières industrielles. Une initiative particulièrement pertinente et légitime en Eure-et-Loir. Au premier rang des départements français producteurs de céréales et d'oléagineux, l'agriculture eurélienne est fortement concernée par la diversification des productions et la valorisation des bio-ressources. Dans le domaine industriel, les secteurs les plus susceptibles d'intégrer des ressources agricoles dans leurs productions sont fortement présents en Eure-et-Loir : le secteur de la plasturgie et de l'emballage plastique cherche à substituer des bioproduits aux énergies fossiles devenues trop onéreuses ; les entreprises du BTP sont tentées par les biomatériaux...

En 2006 -2007, un criblage de 110 entreprises, représentant plus de 17000 emplois a été réalisé à partir des bases de données de la CCI, comme étant des entreprises soit utilisatrices soit potentiellement utilisatrices de bioproduits.

58 de ces entreprises ont été contactées, 90% se disent intéressées par cette thématique bioproduits.

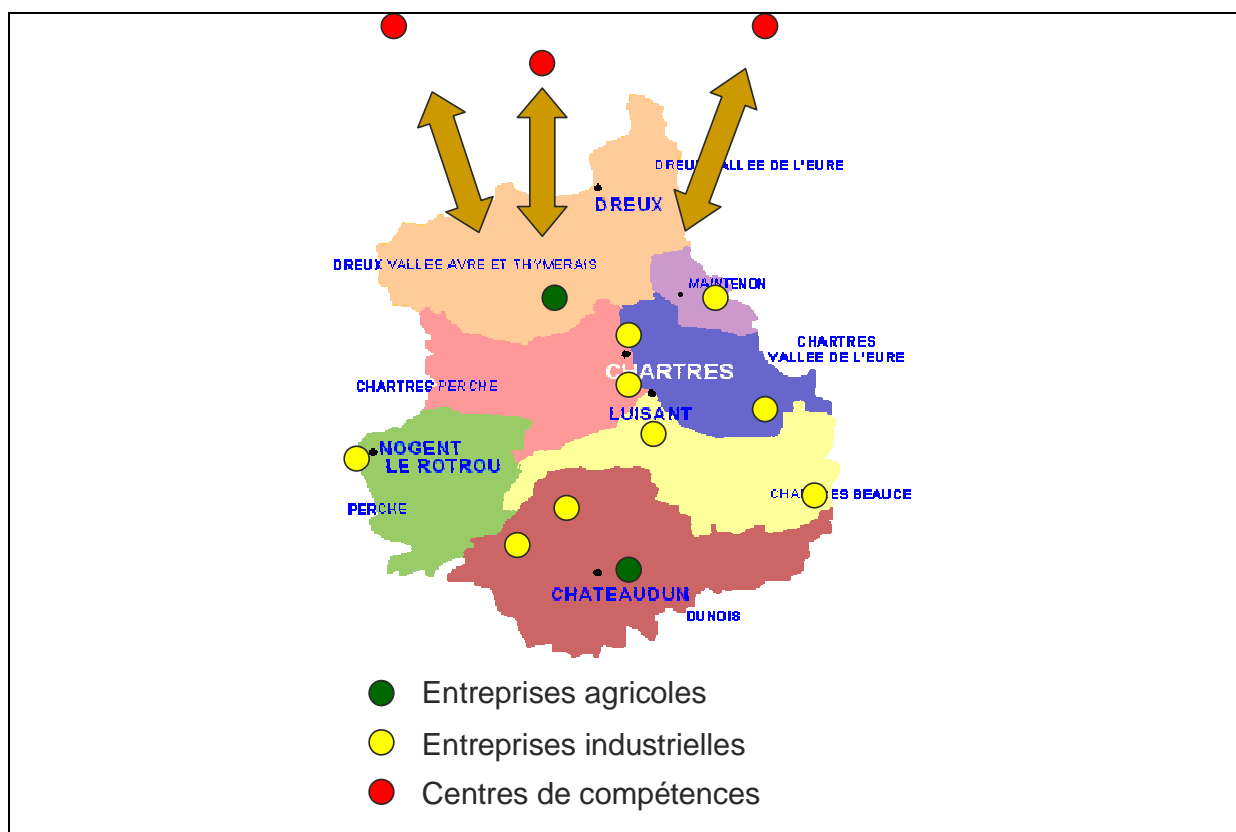
40 entreprises ont fait l'objet d'une visite approfondie qui a abouti à l'identification de 37 projets potentiels dans le domaine. Une douzaine de projets ont été expertisés par le chargé de mission.

Ces 12 projets ont aboutis à la réalisation d'un programme de travail, à des mises en relation avec le monde agricole et les centres de compétences et, au lancement des études à l'échelle laboratoire, pilote et industrielle. Sur ces 12 projets, 6 concernent des projets agro-matériaux, soit 1 sur 2.

#### Exemple de projets en Eure-et-Loir :

- **BTP - Bétons isolants** base lin oléagineux
- **BTP – Isolants souples** base lin oléagineux
- **Plasturgie - Plastiques biodégradables** à base de farines de céréales et **composites** avec fibres de lin.
- **Plasturgie - Composites plastiques** incorporant des pailles broyées de lin ou de céréales.
- **Plasturgie - Emballages alimentaires** biodégradables base blé.
- **Plasturgie – Pièces techniques** en polymères d'origine végétale renforcée par des fibres végétales.

De plus, dans le cadre du Pôle d'Excellence Rural « Agrodynamic » porté par le Conseil Général et soutenu par les différents partenaires, un lieu d'exposition permanent d'agro-matériaux est à l'étude dans le cadre de l'Axe 3 du pôle dans la maison de la Beauce à Orgère.



## 6. CONCLUSION

L'utilisation des agro-ressources comme matériaux est en phase de démarrage, de nombreux projets internationaux, nationaux et locaux sont en cours. Ces projets sont portés par des industriels, des centres de compétences, des agriculteurs et des pôles. La réussite de tel projets dépendront de:

- De la rentabilité économique des filières d'approvisionnement et d'utilisation : coûts matières, coûts produits finis.
- Des propriétés des agro-matériaux obtenus et de la valeur ajoutée technique.
- De la connaissance du potentiel des agro-ressources et des filières agricoles.
- Des contraintes économiques, environnementales et réglementaires sur ces matériaux et sur les produits qu'ils sont amenés à substituer.
- De la volonté des entrepreneurs de saisir les opportunités de développements de nouveaux marchés, de valorisation de leurs produits et de la réduction des coûts de production.
- De l'émulation et de la synergie des échanges entre industriels, agriculteurs, chercheurs et partenaires économiques à développer ces matériaux et ces marchés.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

### 1. ADEME – AGRICE

Matériaux polymères biodégradables et applications

Note de Synthèse II (juin 2007)

SITE : [www.ademe.fr/agrice/](http://www.ademe.fr/agrice/)

- Des bioproduits pour les entreprises. Edition connaître et agir. ADEME. Octobre 2006.
- Des bioproduits pour les collectivités. Edition connaître et agir. ADEME. Octobre 2005

### 2. Pôle de compétitivité à vocation mondiale « IAR »

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

### 3. Autres documents :

- Emballages plastiques biodégradables. Journée d'information organisée par Eco-Emballage le 12 octobre 2005.
- Bilan environnemental des filières végétales pour la chimie, les matériaux et l'énergie. Etat des connaissances : Analyse de Cycle de Vie (ACV). Octobre 2004.
- Etude du marché des matières plastiques et positionnement des matériaux biodégradables. Etude ADEME réalisée par ERNST and YOUNG. Juillet 2003.
- Les biomatériaux en agriculture. Colloque organisé à Auray les 14 et 15 juin 2001.
- Etude de la compostabilité des matériaux à base d'amidon et de poly(acide lactique). Thèse

présentée à l'université de Reims Champagne Ardenne. Richard Gattin. 5 janvier 2001

- Les biomatériaux détrôneront-ils les plastiques. - Un label européen de biodégradabilité ? - La bataille des brevets a commencé. Biofutur 193. Octobre 1999.

- Rapport final de l'étude bibliographique sur les agro-matériaux. Convention ADEME. Jordi Reguant et Marguerite Rinaudo. 31 mai 1999.

- Matériaux biodégradables : l'élimination intégrée. Emballage Digest. Novembre 1998. 96 - 100.

## 7. PARTENAIRES DE L'AGRODYNAMIC





# Les agro-matériaux

Fête de la Science 2007

Thierry PAYOT

Chargé de mission Chambre de Commerce et d'Industrie et  
Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir



et les partenaires de



## Sommaire



- Définitions
- Les différentes catégories de matériaux
- Les filières agricoles impliquées
- Atouts et contraintes des agro-matériaux
- Les propriétés recherchées
- Les applications visées
- Agro-matériaux en Eure-et-Loir
  - Projets industriels
  - Projets R&D

## Définition - I

- **Les biomatériaux** sont des matériaux composés à majorité de matières premières d'origine agricole dont les produits générés au cours de la dégradation, de la combustion ou du recyclage ne provoquent pas de dommages à l'environnement. (ADEME-AGRICE)
- Les biomatériaux sont scindés en deux grandes catégories : les **agro-matériaux** (transformation) et les **bio-polymères** (synthèse)

Isolants dans le BTP



Bioplastique (PLA) emballage

Fête de la Science - 9 octobre 2007

3

## Définition - II

- Ce sont des matériaux ou de la matière solide issus de la biomasse qui sont transformés par des voies physico-chimique) ou chimiques ou biotechnologiques pour faire des bioproduits dont les applications visent de nombreux secteurs industriels (Emballage, automobile, BTP...).
- Remarque : Il ne faut pas confondre **agromatériaux** et **biomatériaux** qui sont utilisés dans le domaine médical comme matériaux compatibles avec l'organisme vivant (prothèses, implants...)



4



## [ Les différentes catégories - I ]

- Agro-matériaux
  - Pailles, fibres, résines, cellulose...
  - Traitements physiques et thermiques
  - Applications : BTP, matériaux de calage, emballage non alimentaire...
  - Application de faible à moyenne valeur ajoutée
  - Coût de production limité

Fête de la Science - 9 octobre 2007

5

## [ Les différentes catégories - II ]

- Bio-polymères
  - Monomère purifié extrait de la plante ou obtenu par un procédé chimique ou biotechnologique puis polymérisé.
  - Ce sont les polymères naturels issus des ressources renouvelables de plantes ou d'animaux. Ces polymères sont regroupés en trois familles principales : les polysaccharides (amidon, cellulose, chitosane, pullulane), les protéines (collagène, gélatine, caséine...) et les lignines.
  - Plusieurs opérations industrielles complexes
  - Applications : Emballage alimentaire, cosmétique et pharmaceutique, outils jetables biodégradables, implants...
  - Application de moyenne à haute valeur ajoutée
  - Coût de production plutôt élevé

Fête de la Science - 9 octobre 2007

6

## Les différentes catégories - III

- **Composites plastiques**
  - Matrice plastique renforcée par des fibres ou des composés d'origine végétale
  - Ne sont pas des agro-matériaux car non biodégradable
- **Composites biodégradables**
  - Matrice bioplastique (résines, PLA...) renforcée par des fibres ou des composés d'origine végétale
- **Applications : automobile, emballage, ameublement, PLV...**
- **Coût très variable en fonction des matériaux utilisés et de l'application visée.**

Fête de la Science - 9 octobre 2007

7

## Les filières impliquées

AgroDynamic  
Eure&Loir



- Blé : produits à base d'amidon et de cellulose, de paille et de son
- Betterave : utilisation de la pulpe
- Maïs : utilisation de la plante entière
- Protéagineux : utilisation des protéines
- Chanvre : utilisation des fibres
- Lin : utilisation des fibres et de la paille
- Bois : cellulose
- Miscanthus : utilisation de la plante entière



Fête de la Science - 9 octobre 2007

8

## [ Les atouts des agro-matériaux ]

- Utilisation de ressources renouvelables issues du végétal
- Propriétés nouvelles (composites)
- Substitution d'une partie des matériaux issus de la pétrochimie ou de la chimie.
- Contribution plus limitée à l'effet de serre
- Economie d'énergie à la production
- Efficacité équivalente voire supérieure aux matériaux classiques
- Biodégradabilité contrôlée
- Toxicité absente ou limitée

## [ Les contraintes actuelles ]

- Coût (R&D, volume de marché et échelle de production) : exemple PLA.



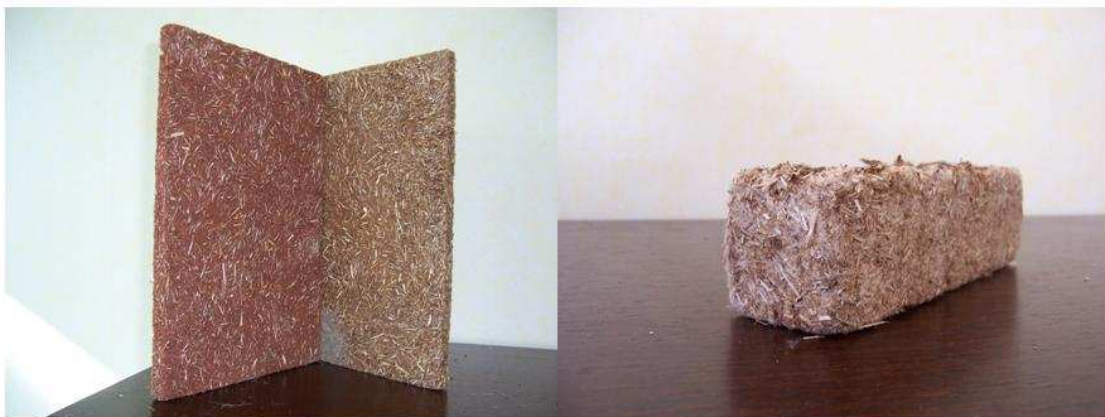
- Techniques : Caractère hydrophile, contrôle de la biodégradabilité
- Réglementation et normes (bâtiment, emballage...)

## [ Les propriétés recherchées ]

- Isolation thermique et/ou phonique
- Résistance mécanique
- Flexibilité, souplesse
- Propriétés barrières
- Biodégradabilité contrôlée ou bio-assimilable
- Filtration, absorption...

## [ Les secteurs visés - I ]

- Bâtiments et travaux publics
  - Isolants rigides (plaques, doublage...)



## [ Les secteurs visés - II ]

- Bâtiment et travaux publics
  - Bétons isolants (bétons ligno-cellulosiques)



Fête de la Science - 9 octobre 2007

13

## [ Les secteurs visés - III ]

- Bâtiment et travaux publics
  - Isolants souples

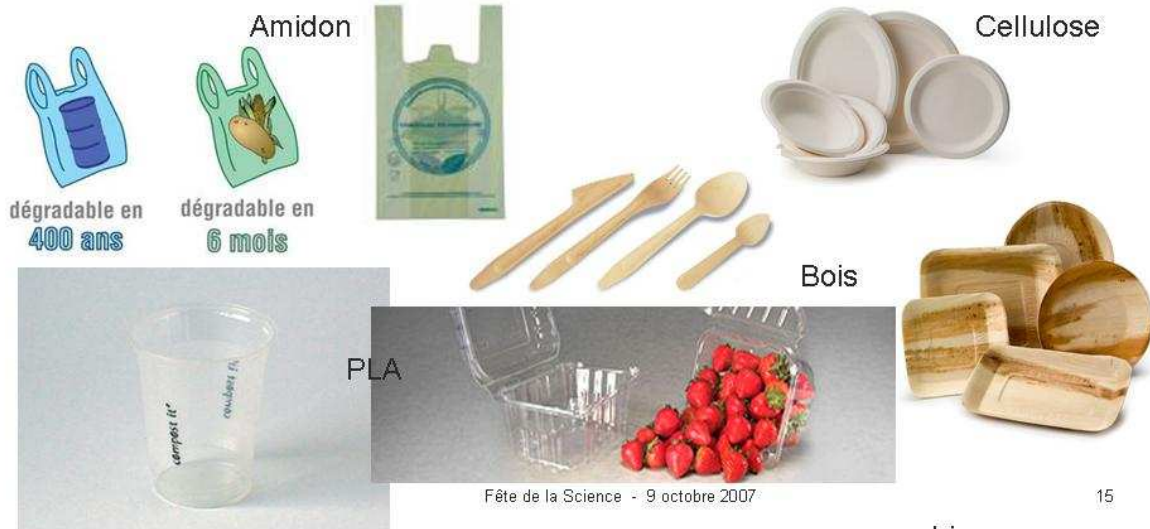


Fête de la Science - 9 octobre 2007

14

# Les secteurs visés - IV

- Plasturgie, emballage et conditionnement



# Les secteurs visés - V

- Automobile
  - Garnitures de porte, de coffre, plages arrière...  
*AFT\_plasturgie, technilin...*



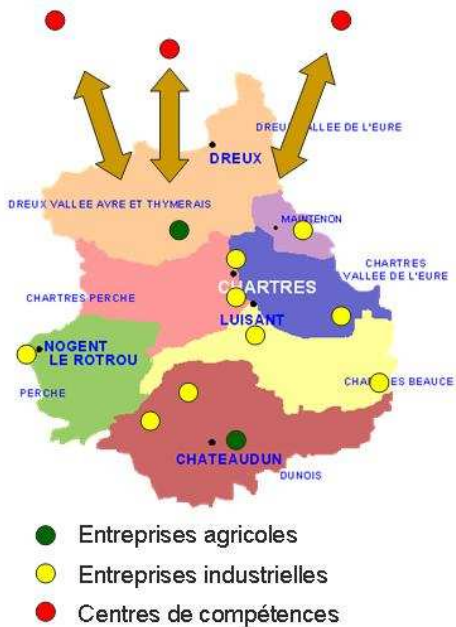
## [ Quelques projets en cours ]

- Pôle de compétitivité IAR
  - Programme BIOMAT : agro-matériaux dans l'automobile
  - Programme LIF : Lin Industriel Fibre
    - <http://www.iar-pole.com/>
- Projets Agrice
  - **Nouveaux agromatériaux composites formables à durée de vie contrôlée (CATAR, Toulouse)**
  - **Production de fibres cellulosiques fonctionnalisées en surface pour différentes applications**
    - <http://www.ademe.fr/partenaires/agrice/>

## [ Et l'Eure-et-Loir ? : les acteurs économiques du département actifs sur la thématique ]

- Profil des entreprises : PME/PMI 75%, Groupe 20%, TPE 5%
- Filières : Plasturgie - emballage, BTP, agencement de magasin, cosmétique, mécanique, pharmacie, chimie, industrie de première transformation, agriculture.
- 37 projets potentiels : **12 projets en cours**
  - 8 études de faisabilités en laboratoire et préindustriels
  - 3 études industrielles
  - 1 étude aboutie avec marché en développement (demande client)
  - **6 projets concernent les agro-matériaux ou les biopolymères**
- 15 mises en relations bi ou trilatérales (Agriculture - Centres R&D - Entreprises)

# Eure-et-Loir : Projets d'entreprises – Collaborations Agriculture, Recherche et Industrie



## Répartition des projets Agro-matériaux sur l'Eure-et-Loir

- **BTP - Bétons isolants** base lin oléagineux
- **BTP – Isolants souples** base lin oléagineux
- **Plasturgie - Plastiques biodégradables** à base de farines de céréales et **composites** avec fibres de lin.
- **Plasturgie - Composites plastiques** incorporant des pailles broyées de lin ou de céréales.
- **Plasturgie - Emballages alimentaires** biodégradables base blé.
- **Plasturgie – Pièces techniques** en polymères d'origine végétale renforcée par des fibres végétales.

Fête de la Science - 9 octobre 2007

19

# Projets filières - Démarche



Groupement d'Agriculteurs

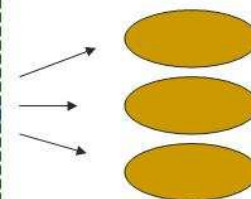
**Agriculteurs  
Asso., Coop.**

Nouvelles valorisations  
Coproducts de filières

Laboratoires  
de Recherche

Produits innovants

Laboratoires  
de Recherche



**Industriel X**  
Composites en plasturgie

**Industriel Y**  
Bétons isolants



Fête de la Science - 9 octobre 2007

20



## Projets développements industriels – Exemples - 1

- Projet Composite : développement d'un composite plastique souple ou rigide thermoformable à partir de lin – 150/200 K€
  - Porteur : Plasturgiste du 28
  - Partenaires : Association de producteurs
  - Projet 20 mois finançable en partie dans le cadre de Valbiom centre
  - Etudes préindustrielles et industrielles
  - Marché et clients demandeurs : PLV, agencement, articles bureaux
  
- Projet emballage biodégradable expansé – 20 k€
  - Porteur : Plasturgiste du 28
  - Partenaires : laboratoire public
  - Projet initial : 6 mois (PTR)
  - Recherche sur matériaux plastiques expansés sans gaz d'expansion

Fête de la Science - 9 octobre 2007

21

## Exemple de projet en plasturgie : Réalisation de Composites

- Diversification des matières premières
- Coûts de production maîtrisés
- Propriétés particulières, valeur ajoutée du produit
- Nouveaux marchés, matériaux demandés
- Profits et emplois
- Eco-conception et développement durable
- Marketing – image de l'entreprise



## Projets Recherche & Développement

- **Projet Bioplastique** : développement d'un plastique biodégradable extrudable, thermoformable à partir de farine de blé et de lin (composites), Budget : 400 K€
  - Porteur : Graine de lin 28, Financeurs : CA27, CA28, Etat (Thèse CIFRE, ANR)
  - Laboratoires : LGMA, L'ECAP
  - Contrat de collaboration, durée 3 ans, débuté au 2/04/07
  - Lettres d'intention d'industriels
  
- **Projet isolants naturels** : développement de béton isolants et de feutre pour le BTP, Budget : 500 K€
  - Porteurs/financeurs : ITL, CA27, CA28
  - Laboratoire : LTI
  - Partenaires industriels : 1 industriel d'Eure-et-Loir, 1 industriel de l'Eure.
  - Stage 6 mois en cours, dossier d'aide déposé CASDAR pour 3 ans, début prévu fin 2007. 23



## Agro-matériaux, bioplastiques et composites



Bétons lignocellulosiques

Composite pour l'automobile



Fête de la Science - 9 octobre 2007

25

## Agro-matériaux, bioplastiques et composites



Isolants

Bioplastiques biodégradables



Fête de la Science - 9 octobre 2007

26

# Agro-matériaux



27



# Les agro-matériaux

Merci de votre attention...

Thierry PAYOT

Chargé de mission Chambre de Commerce et d'Industrie et  
Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir



et les partenaires de

