USAGE DES RESINES BIOSOURCEES : QUELS DEVELOPPEMENTS EN FRANCE, DANS L'UNION EUROPENNE ET DANS LE MONDE?

Janvier 2011

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par le cabinet :

ALCIMED

Coordination technique : Hilaire Bewa, Service Bioressources – ADEME Angers

L'ADEME en bref :

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'Agence met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public et les aide à financer des projets dans cinq domaines (la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit) et à progresser dans leurs démarches de développement durable.

http://www.ademe.fr

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

REMERCIEMENTS

L'équipe ALCIMED tient à remercier l'ensemble des acteurs ayant participé à cette étude, tant pour leur disponibilité, que pour la qualité des informations qu'ils nous ont délivrées au cours des différentes interactions, et notamment les participants aux ateliers de réflexion.

Nous tenons en particulier à remercier les membres du Comité de Pilotage pour leur implication et les discussions et retours au cours des différentes réunions tout au long de ce projet qui témoignent de l'intérêt porté à cette étude :

- Hilaire BEWA, ADEME
- Emilie MACHEFAUX, ADEME
- Jean-Christophe POUET, ADEME
- Philippe THAUVIN, ADEME
- Gérard MOUGIN, AFT PLASTURGIE
- Christian BELLOY, ARD
- Gérard PICHON, BARBIER
- Alain GENTY, BNPP
- Bruno GARNIER, CARREFOUR
- Patrice DOLE, INRA
- Nathalie GORCE-JOIRE, LIMAGRAIN
- Dominique TILLY, L'UNIVERS DE L'EMBALLAGE
- Karine BRULE, MAAP
- Michel COLIN, MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT
- Michel ARIBART, MINISTERE DE L'ÉCONOMIE, DE L'INDUSTRIE ET DE L'EMPLOI
- Nicolas SANCHEZ, MINISTERE DE L'ÉCONOMIE, DE L'INDUSTRIE ET DE L'EMPLOI
- Christophe DOUKHI de BOISSOUDY, NOVAMONT
- Charlyse POUTEAU, PEP
- Jérôme KLAEYLE, ROQUETTE
- Michel SERPELLONI, ROQUETTE
- Jean-Marc NONY, SPHERE
- Bruno LEPITRE, SUSTINEO 2D
- Jean-Luc PELLETIER, USIPA

GLOSSAIRE

ABS	Acrylonitrile-butadiène-styrène
ACDV	Association Chimie Du Végétal
ACV	Analyse de Cycle de Vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFNOR	Association Française de Normalisation
AFOM	Atouts, Faiblesses, Opportunités, Menaces
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
BBC	Bâtiment Basse Consommation
BDO	Butanediol
BEPOS	Bâtiment à Energie Positive
CA	Acétate de cellulose
CAGR	Taux de croissance annuel cumulé
CEN	Comité Européen de Normalisation
CO_2	Dioxyde de Carbone
COSEI	Comité Stratégique des Eco-Industries
COV	Composés Organiques Volatils
CPPIA	China Plastics Processing Industries Associations
CS_2	Sulfate de carbone
DEEE	Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques
DGCIS	Direction Générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services
DoE	US Department of Energy
ERRE	Bureau de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables
FPAU	Films Plastiques Agricoles Usagés
FUI	Fond Unique Interministériel
GES	Gaz à Effet de Serre
GW	Gigawatt
GPN	Green Purchasing Network
HDT	Température de fléchissement sous charge
IAR	Industries et Agro-Ressources
IEED	Institut d'Excellence des Energies Décarbonées
IRT	Institut de Recherche Technologique
JBPA	Japan BioPlastics Association
JEA	Japan Environment Association
JV	Joint Venture

Ktpa	Kilo tonnes par an
MAAP	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche
MEDDTL	Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
MINEFI	Ministère l'Économie, des Finances et de l'Industrie
MOA	Maîtrise d'ouvrage
NMMO	N-methylmorpholine-N-oxyde
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OGM	Organismes Génétiquement modifiés
PA	Polyamide
PAC	Politique Agricole Commune
PBAT	Polybutylène adipate téréphtalate
PBSH	Polybutylène succinate à très haute densité moléculaire
PCRD	Programme Cadre de Recherche et Développement
PIPAME	Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques
PDO	Propanediol
PE	Polyéthylène
PET	Polyéthylène téréphtalate
PHA	Polyhydroxyalcanoate
PHB	Polyhydroxybutyrate
PLA	Acide polylactique
PLFR	Projet de Loi de Finances Rectificative
PP	Polypropylène
PUR	Polyuréthane
PS	Polystyrène
PTT	Polytriméthylène téréphtalate
PVOH	Alcool polyvinylique
R&D	Recherche et Développement
REACH	Enregistrement, évaluation, autorisation et restrictions des substances chimiques
RT	Réglementation Thermique
SHS	Sciences Humaines et Sociales
TGAP	Taxe Générale sur les Activités Polluantes
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
UE	Union Européenne
UIC	Union des Industries Chimiques
USCC	US Composting Council
USDA	United-States Department of Agriculture

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Démarche de l'étude 15
Figure 2 : Capacités de production mondiales de résines biosourcées par zones géographiques et typologies de ressources 29
Figure 3 : Evolution (2010-2013) des capacités de production mondiales des différentes typologies de résines biosourcées 31
Figure 4 : Acteurs contribuant à l'évolution potentielle des capacités de production de résines biosourcées entre 2010 et 2013, par zone géographique....32
Figure 5 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de cellulose 33
Figure 6 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base d'amidon....36
Figure 7 : Répartition géographique des capacités de production actuelles et prospectives des résines à base d'amidon 38
Figure 8 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de PLA 39
Figure 9 : Répartition géographique des capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PLA....42
Figure 10 : Membres de la famille des PHA 44
Figure 11 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de PHA....44
Figure 12 : Répartition géographique des capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PHA 47
Figure 13 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de monomères biosourcés 49
Figure 14 : Exemples de building blocks 50
Figure 15 : Niveau de maturité d'utilisation des résines biosourcées par différents secteurs 55
Figure 16 : Caractérisation des différentes typologies d'emballage 57
Figure 17 : Stratégie globale des industriels de l'automobile en matière de réduction d'impact environnemental....68
Figure 18 : Répartition des pièces plastiques dans l'automobile....69
Figure 19 : Enjeux guidant les évolutions du secteur du bâtiment 73
Figure 20 : Objectifs français en matière d'efficacité énergétique du bâtiment....74
Figure 21 : Axes du BioPreferrred Program....79
Figure 22 : Actions de l'achat préférentiel sur les marchés publics dans le cadre du « BioPreferred Program »....80

Figure 23 : Caractéristiques principales des stratégies japonaises de 2002, relatives aux biotechnologies et à la biomasse 83
Figure 24 : Certifications et labels concourant à l'essor des plastiques biosourcés au Japon 85
Figure 25 : Exemples de labels EU véhiculant des notions d'écologie 86
Figure 26 : Labels européens relatifs au caractère biosourcé et compostable de plastiques 87
Figure 27 : Plan d'actions pour développer la filière française de résines biosourcées 99

Tableau 1 : Répartition par zones géographiques des capacités de production mondiales des résines biosourcées 27
Tableau 2 : Capacités de production mondiales actuelles (2010) et prospectives (2013) en fonction des différentes typologies de résines biosourcées 30
Tableau 3 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de cellulose dans les grandes zones géographiques 35
Tableau 4 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base d'amidon dans les grandes zones géographiques 37
Tableau 5 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PLA dans les grandes zones géographiques 41
Tableau 6 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PHA dans les grandes zones géographiques 46

RESUME

Le terme de résines biosourcées a été choisi pour cette étude car jugé pertinent au regard du champ applicatif de la plasturgie. Ce choix n'a cependant pas vocation à exclure les autres termes existant pour désigner ces mêmes matériaux, tels polymères biosourcés ou plastiques végétaux.

Les résines biosourcées sont au début de leur courbe d'expérience et constituent un groupe hétérogène de produits en termes de ressources, de propriétés, de maturité de développement, de capacités de production, d'usages et de marchés ciblés. Leur développement a relativement peu progressé dans les dernières années en termes de capacités mondiales (0,72 millions de tonnes par an en 2010, soit 0,3% de la production mondiale actuelle de plastique) alors même qu'elles font l'objet d'une attention croissante. Si les capacités pourraient atteindre 1,6 millions de tonnes d'ici 3 ans, nous faisons le constat depuis plusieurs années d'annonces de capacité de production croissantes, du développement du marché, et pour autant de capacités stagnantes.

Basé sur une cartographie mondiale des capacités actuelles de production et projetées à 3 années, puis sur l'étude des freins auprès des industriels utilisateurs, ce travail a pour objectif de comprendre ce qui freine aujourd'hui tant la demande que l'offre. L'identification de verrous précède ainsi une phase de recommandations destinée à la puissance publique sur les outils incitatifs à mettre en œuvre pour « passer du mythe à la réalité » et positionner la France sur ce marché d'avenir. Ce travail marque ainsi la volonté de passer à l'action et de soutenir la filière française pour ne pas passer à côté d'une filière de l'économie verte, source de valeur ajoutée et de création d'emplois.

La réflexion menée dans cette étude est issue d'un processus incrémental basé sur l'identification de verrous pesant sur la filière française des résines biosourcées, ainsi que celle des leviers associés. En parallèle, un tour d'horizon des leviers incitatifs a été effectué dans les zones géographiques ciblées (États-Unis, Chine et Japon et Europe). En effet, parmi les pays membres de l'OCDE, les Etats-Unis et le Japon apparaissent comme leaders en matière d'innovation et présentent donc des points de comparaison pertinents pour l'UE et la France. Les Etats-Unis ont de plus mis en place le « BioPreferred Program » misant sur l'exemplarité de l'Etat fédéral, sur une campagne importante de communication, sur une définition large des produits

biosourcés, ainsi que sur la constitution d'une base de données sur base déclarative. La Chine a pour sa part été considérée au sein de cette étude pour des raisons économiques, mais également en raison des investissements qu'elle concède dans les filières de l'économie verte et qui la positionne d'ores et déjà comme un futur leader des économies « low carbone ».

Ce tour d'horizon a permis, dans une logique de recherche de cas remarquables, de faire émerger des tendances et outils incitatifs pour alimenter l'étude. Au regard des analyses et de ces enseignements, le positionnement de la France a été synthétisé à l'aide d'une analyse AFOM (Atouts / Faiblesses / Opportunités / Menaces). Ce travail a été effectué en tenant compte du contexte européen où de nombreuses initiatives émergent, notamment à travers les travaux du « Lead Market Initiative » et du Comité Européen de Normalisation qui témoignent de la volonté européenne de structurer une démarche commune pour l'essor des produits biosourcés.

Les réflexions menées ont alors permis d'identifier l'ensemble des verrous prioritaires agissant tant sur l'offre que sur la demande. Ce travail a été effectué en considérant l'ensemble de la chaîne de production et donc diverses natures de verrous : ceux liés à une étape spécifique, ceux liés à une transition entre plusieurs étapes ou encore les verrous transversaux (pouvant impliquer les consommateurs, la gestion de fin de vie, etc.). Une gouvernance commune et pérenne au niveau français, des objectifs nationaux ainsi qu'une stratégie de communication pertinente doivent être mis en place en France, afin de constituer un cadre cohérent pour le développement des résines biosourcées. L'émergence de la filière française doit être soutenue par le développement des compétences technologiques, la structuration d'une chaîne d'acteurs et la création de fonds d'investissements dédiés, soutenant tant les activités de R&D et de démonstration, que l'adaptation des outils actuels de production.

Mots clés : polymères, résines et plastiques biosourcés, capacités de production, valorisation de la biomasse, indépendance énergétique, développement de filières, innovation, leviers d'adoption sur l'offre et la demande, systèmes normatifs et incitatifs, investissements, plan d'actions.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS **4**
GLOSSAIRE **5**
INDEX DES ILLUSTRATIONS **7**
RESUME **9**
SOMMAIRE **11**
I. CONTEXTE ET OBJECTIFS **12**
I.1. Les éco-industries et la valorisation de la biomasse à des fins non alimentaires 12
I.2. Objectifs de l'étude 14
I.3. Déroulement et méthodologie générale 15
I.4. Eléments de cadrage et champ de l'étude 17
II. CARTOGRAPHIE MONDIALE DE LA PRODUCTION DE RESINES BIOSOURCEES **20**
II.1. Préambule 20
II.2. Description du marché mondial des résines biosourcées et de ses tendances d'évolution 26
II.3. Description du marché mondial par typologie de plastiques biosourcés 33
III. RETOURS DES MARCHES QUANT A L'ADOPTION DES PLASTIQUES BIOSOURCES **55**
III.1. Préambule 55
III.2. Emballage 57
III.3. Agriculture 60
III.4. Electronique / Bureautique / Electrotechnique 63
III.5. Transport (automobile / ferroviaire) 67
III.6. Bâtiment (construction neuve et rénovation) 73
IV. RECOMMANDATIONS SUR LES LEVIERS INCITATIFS A METTRE EN PLACE EN FRANCE **77**
IV.1. Préambule 77
IV.2. Tour d'horizon des éléments incitatifs concourant à l'essor des résines biosourcées dans les zones géographiques ciblées 78
IV.3. Recommandations 93

I. Contexte et objectifs

I.1. Les éco-industries et la valorisation de la biomasse à des fins non alimentaires

I.1.a. Les éco-industries

La gestion et la préservation des ressources naturelles sont aujourd'hui incontournables, les éco-industries devant contribuer de manière déterminante à ces défis. Selon la définition de l'OCDE, les écotechnologies représentent les biens et services visant à mesurer, prévenir, limiter ou corriger les atteintes à l'environnement touchant l'eau, l'air, le sol et les problèmes en rapport avec les déchets, le bruit et les écosystèmes.

Elles recouvrent donc à la fois les ressources et les énergies renouvelables, l'économie des ressources, les technologies environnementales préventives et curatives et le recyclage. En vue de les développer, l'éco-innovation est aujourd'hui l'une des priorités de la politique de l'Union Européenne, à la croisée des stratégies de Lisbonne pour l'économie de la connaissance, et de Göteborg pour le développement durable. Cela se traduit par des politiques fortes de soutien aux écotechnologies et la création de nombreux outils pour mettre en œuvre ces politiques (Directives, plans d'action tels que le plan ETAP, instruments de soutien financier, etc.).

Dans ce contexte, le développement des filières éco-industrielles constitue une priorité industrielle à laquelle la France a répondu en se dotant du plan stratégique « Ecotech 2012 » lancé en juillet 2008. Le développement des technologies vertes est également l'une des priorités directes ou induites du Grenelle de l'Environnement, dont la conduite des programmes, devrait générer plus de 600 000 emplois et 450 milliards d'euros d'activité économique sur la période 2009-2020. Si l'industrie française dispose de nombreux atouts, notamment dans les filières « socle » (secteurs de l'eau et de l'assainissement, de la gestion des déchets ou encore du traitement des pollutions locales), elle demeure néanmoins en retrait sur les nouveaux champs de développement, dont la valorisation de la biomasse[1]. Dans ce contexte et pour accroître encore l'impact économique du Grenelle, il est nécessaire de développer les filières industrielles stratégiques de la croissance verte en vue de faire reposer le plan d'investissement sur des matériaux nationaux plutôt que sur des importations.

[1] Les autres filières concernées hors valorisation de la biomasse sont l'efficacité énergétique du bâtiment, le recyclage, la valorisation énergétique des déchets, etc.

I.1.b. La valorisation de la biomasse à des fins non alimentaires

Les ressources agricoles représentent l'une des principales alternatives à l'utilisation du pétrole pour de nombreuses applications en tant que source d'énergie renouvelable et de matière première carbonée. L'utilisation de la biomasse correspond également à un vecteur de création de nouveaux produits par l'apport de nouvelles fonctionnalités. Ainsi, le développement des produits biosourcés s'inscrit dans une problématique globale de développement durable régie par les principaux enjeux suivants :

- **Améliorer l'indépendance et la sécurité énergétiques de la France**, en offrant des alternatives au pétrole à l'impact négatif sur la balance économique française.
- **Améliorer la protection de l'environnement**, notamment en limitant les émissions de gaz à effet de serre qui contribuent au changement global du climat.
- **Assurer la croissance économique** et notamment celle des régions rurales par l'ouverture de nouveaux marchés, notamment :
    i. En offrant aux agriculteurs de nouvelles opportunités de débouchés industriels et en évitant la désertification des territoires agricoles ;
    ii. En profitant des nombreuses opportunités de développement économique associées (création de nouvelles industries de transformation, de distribution, de services, etc.).

L'étude « Marché actuel des bioproduits industriels et des biocarburants et évolutions prévisibles à échéance 2015 / 2030 » réalisée par ALCIMED en 2006 pour le compte de l'ADEME, a ainsi fait ressortir les « biomatériaux »[2] comme l'une des trois filières agro-industrielles prioritaires en termes de positionnement stratégique et industriel pour la France. Ces filières ont de plus été reconnues comme celles pour lesquelles « les leviers sociétaux, économiques et technologiques permettront, s'ils sont efficacement mis en œuvre et déployés, un essor véritable des bioproduits sur le plan économique, ainsi que sur le plan des gains environnementaux » par le Commissariat

[2] Biomatériaux : filière agro-industrielle large, regroupant les matériaux à base de polymères biosourcés et les matériaux composites contenant des fibres naturelles.

Général au Développement Durable dans son rapport « Les filières industrielles de l'économie verte »[3].

Dans le cadre de leur stratégie globale visant à réduire les impacts environnementaux de leurs produits, les industriels recherchent par ailleurs à identifier des alternatives aux matières d'origine fossile de plus en plus rares et coûteuses. C'est la raison pour laquelle, ils recherchent à identifier, développer et valider de nouvelles solutions de matériaux et de procédés ayant un impact positif sur leur empreinte environnementale. Trois catégories de matériaux les intéressent particulièrement dans ce cadre :

- **Les matériaux recyclés**, issues d'une filière de récupération de pièces en fin de vie et répondant à la Norme ISO 14021
- **Les matériaux composites** contenant des fibres végétales, constitués de fibres (lin, chanvre, sisal, bambou, kénaf, etc.) incorporées à une matrice polymérique
- **Les matériaux à base de polymères biosourcés**, issus de ressources renouvelables. Ces derniers constituent encore un champ émergent, la plupart étant à des stades de développement peu avancés.

I.2. Objectifs de l'étude

Le Département Bioressources de l'ADEME souhaite renforcer sa connaissance des différentes résines biosourcées commercialisées ou en cours de développement ainsi que l'évolution de leurs usages. L'étude a pour objectif d'établir une description fine du marché mondial des résines biosourcées, de son évolution à quelques années et de comprendre les freins réels au développement des différentes catégories.

[3] Autre étude : celle réalisée pour le compte du Ministère de l'Economie, de l'Industrie et des Finances dans le cadre du plan Ecotech 2012 : « Développer les éco-industries en France » a positionné la valorisation de la biomasse comme l'une des filières à forte croissance (taux de croissance supérieure à 5%/an), filières stimulées par les prix des énergies fossiles et des matières premières et d'ores et déjà suffisamment matures pour permettre de créer des rendements économiques et environnementaux attractifs.

Dans le contexte précédemment décrit, la mission d'ALCIMED a consisté à :

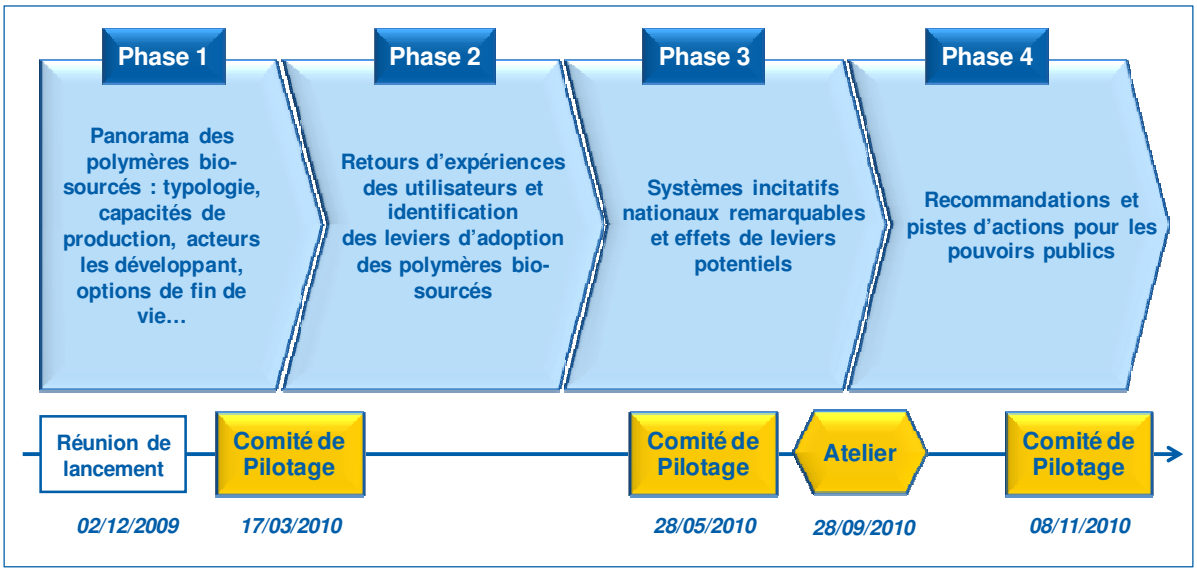
- Effectuer un travail de recensement des principales résines biosourcées commercialisées ou en développement, des capacités de production actuelles et futures, etc.
- Analyser les principales utilisations des résines biosourcées, les profils d'utilisateurs et bénéficier du retour d'expériences des utilisateurs afin d'identifier les éléments clés de promotion et d'essor des résines biosourcées.
- Identifier les systèmes incitatifs nationaux remarquables et les effets de leviers dédiés aux résines biosourcées, dans certaines zones géographiques ciblées.
- Identifier les leviers de développement des résines biosourcées, mesurer la marge de manœuvre des pouvoirs et agences publiques et élaborer une liste d'actions clés.

I.3. Déroulement et méthodologie générale

Afin d'atteindre ces objectifs, l'étude s'est déroulée en quatre phases successives, de décembre 2009 à octobre 2010 :

- **Phase I :** panorama des résines biosourcées par typologies : capacités de production 2010 et 2013, acteurs les développant, etc.
- **Phase II :** retours d'expériences des utilisateurs et identification des leviers d'adoption des résines biosourcées
- **Phase III :** systèmes incitatifs remarquables et effets de leviers potentiels
- **Phase IV :** recommandations et pistes d'actions pour les pouvoirs publics

Figure 1 : Démarche de l'étude



Trois réunions de comité de pilotage et un atelier ont été organisés afin de garantir la bonne évolution de l'étude. Des moyens spécifiques à chaque phase ont d'autre part été mis en œuvre :

- La première phase de cartographie s'est appuyée sur des bases de données technico-économiques et sur une analyse bibliographique de rapports de référence, tels que « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics - PROBIP 2009 » de l'Université d'Utrecht (juin 2009), « Panorama Européen sur les plastiques biosourcés » Entreprise Europe Network (février 2009), ou encore « Industrial uses for crops: markets for bioplastics » HGCA[4] (avril 2009). Une trentaine d'entretiens téléphoniques a également été réalisée avec des acteurs industriels, académiques et des acteurs de la gestion des déchets afin d'aborder l'évolution actuelle et prospective du secteur.

- Ensuite, une trentaine d'entretiens téléphoniques avec des utilisateurs des principales industries consommatrices de matières plastiques a été réalisée dans le but d'analyser les utilisations actuelles et futures des résines biosourcées et de déterminer les attentes en fonction des profils d'utilisation, les besoins insatisfaits, les leviers d'adoption, les facteurs limitant la prise de décision stratégique, les avantages mis en avant lors de la commercialisation, etc. Les secteurs visés en priorité lors de ces entretiens ont été basés, en accord avec le comité de pilotage, sur la vision de la Fédération de la Plasturgie et concernent donc l'agriculture, les transports, l'électronique / électrique, l'emballage, ainsi que le bâtiment. On notera que les applications textiles et biomédicales ne sont pas traitées au sein de l'étude.

- La troisième phase a eu pour objectif de recenser quelques systèmes incitatifs en Europe, aux Etats-Unis / Canada et en Asie, dans une logique de cas remarquables, incluant les différentes normes, réglementations, écotaxes, labellisations, etc. Des entretiens ont été conduits dans le but d'analyser leurs effets de leviers quant au développement des différents marchés, en tenant compte des interactions dynamiques entre l'offre et la demande, qui caractérisent tout marché émergent. Cette troisième phase s'est ainsi appuyée sur la réalisation d'une quinzaine d'entretiens téléphoniques avec des organismes publics nationaux ou européens (Commission Européenne, dont des membres de l'« Ad-hoc Advisory Group for Bio-based Products » dans le cadre du « Lead Market Initiative », « US Federal Bio-based Products Preferred Procurement Program », etc.), ainsi

[4] : Home Grown Cereals Authority

que sur une analyse de rapports, tels que « Taking Bio-based from promise to market » (novembre 2009), « La chimie du végétal, une priorité pour la France » Haut Conseil de la Coopération Agricole (septembre 2009), etc.

- Ces trois phases ont constitué le socle de connaissances de l'étude pour la phase de recommandations destinées aux pouvoirs publics français. La réflexion menée s'est nourrie d'un atelier, rassemblant l'ensemble des parties prenantes liées à ce sujet : acteurs académiques, industriels (aux différentes positions de la chaîne de valeur) et de la puissance publique, afin de faire émerger un consensus sur les leviers et actions prioritaires.

Ce document est une synthèse de l'étude dont le plan a été défini en accord avec l'ADEME, qui dispose de supports de présentation Powerpoint et d'une base de données sous format Excel de l'ensemble des résines biosourcées identifiées et recensées en phase I.

I.4. Eléments de cadrage et champ de l'étude

I.4.a. Quelle définition retenir dans le cadre de cette étude ?

De nombreuses confusions ont émergé en raison de l'utilisation de termes ambigus, tels que « biopolymères » ou « bioplastiques ». Le préfixe « bio » peut en effet désigner les caractères biosourcés, biodégradables ou encore biocompatibles d'un matériau et n'est donc pas adapté en tant que tel. Il en résulte confusion et mauvaise compréhension du consommateur final.

➔ **Au sein de cette étude, le terme biosourcé a été choisi suivant les recommandations du CEN[5] et reflète la volonté de l'ADEME, en accord avec le comité de pilotage, d'orienter la réflexion menée sur l'utilisation de ressources renouvelables dans la production de nouveaux matériaux. Ce choix est en parfaite cohérence avec celui des instances européennes d'utiliser le terme « bio-based ».**

[5] « Plastics — Recommendation for terminology and characterisation of biopolymers » CEN TC 249 WG17 N035b et « Version française du 3.1 du prCEN/TR 15932, Plastiques — Recommandations pour la terminologie et la caractérisation des biopolymères » BNPP.

Notons que la notion de biodégrabilité sera prise en compte au travers de la dimension de fin de vie des matériaux considérés et qu'elle sera majoritairement abordée sous l'angle de la compostabilité (telle que définie dans la norme EN 13432:2000).

I.4.b. Champ de l'étude

➔ **Le champ de l'étude couvre l'ensemble des thermoplastiques constitués de polymères, pour tout ou partie d'origine renouvelable. L'étude se concentre exclusivement sur les débouchés de la plasturgie du secteur de la chimie[6]. Elle concerne donc les résines plastiques à base de cellulose, d'amidon, de PLA, de PHA et de monomères biosourcés (PA, PUR, PE, PET, PBS, PVC, etc.).**

L'une des difficultés rencontrées réside dans l'hétérogénéité des termes désignant un matériau plastique tout au long de sa chaîne de valeur. Ainsi, les termes de **polymères, résines et plastiques** se côtoient pour refléter les réalités des filières industrielles impliquées et il est donc nécessaire de les définir :

- Le terme **plastique** couvre une variété de produits se référant à une matrice polymère et présentant certaines caractéristiques mécaniques. Il fait donc référence à la valeur d'usage du matériau après transformation et peut prendre toutes sortes de formes : films, pièces moulées, mousses, etc.[7]
- La **résine** désigne donc la matière de base pour fabriquer la matière plastique. Elle se présente généralement sous forme de granules utilisés par les compounders. Ce terme fait donc référence au matériau présent à l'interface des filières chimie et plasturgie. Les résines servent de liant pour la liaison entre les différentes particules du renfort, telles que les fibres. Au sein de ce rapport, les capacités de production évoquées seront en réalité celles des résines.
- Enfin, les **polymères** sont les éléments constitutifs des résines. Le biosourçage des polymères entraîne donc nécessairement celui des résines et des plastiques correspondants.

[6] La filière énergie n'est pas considérée dans ce document, à l'instar d'autres débouchés de la chimie, comme le domaine médical.

[7] Les textiles (fils et fibres) ainsi que les élastomères ne sont pas des matières plastiques à proprement parler.

Enfin, si l'étude ne les considère pas directement, l'utilisation des fibres naturelles participe aux réflexions menées comme élément intégrant certains matériaux composites, dont la matrice est biosourcée. Les impacts générés par l'intégration de ces fibres, en termes de ressources, de procédés et de gestion de fin de vie, sont donc à considérer, certaines études se concentrant exclusivement sur le sujet, telles que l'étude menée conjointement par l'ADEME et le FRD, « Gisement accessible de fibres végétales à usages matériaux en France », initiée en juin 2010.

II. Cartographie mondiale de la production de résines biosourcées

II.1. Préambule

➔ **La maturité des plastiques biosourcés est très faible au regard des autres matériaux à base de polymères, la biodégradabilité ayant constitué dans les années 1990 un vecteur important de leur développement.**

Introduire le sujet des plastiques biosourcés nécessite de mettre en perspective le marché des plastiques dans sa globalité. Utilisés à une échelle significative depuis seulement quelques décennies, les plastiques sont de nouveaux entrants sur le marché des matériaux à base de polymères. En 2004, au sein de l'Europe des 27, ils représentaient en effet 6% de la production totale de ces matériaux[8], s'élevant à 920 millions de tonnes, contre 25% pour le ciment (240 millions de tonnes) ou encore 22% pour l'acier brut (200 millions de tonnes).

Production mondiale de plastiques

La production mondiale de plastiques, si elle a continué à croître au cours de la dernière décennie, a régressé au cours des deux dernières années, en raison de la crise. Elle a ainsi atteint 245 millions de tonnes en 2008 et 230 millions de tonnes en 2009. En se basant sur un taux de croissance à long terme de 4%, la production 2010, traduisant les effets relatifs de la reprise, peut raisonnablement être estimée à 245 millions de tonnes.

« Plastics – the Facts 2010. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009 » European Plastics Industry, septembre 2010

Les plastiques biosourcés sont eux-mêmes à un stade très amont de leur développement : **« Bio-based plastics are in their infancy »** comme le souligne le rapport « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics-PROBIP 2009 » de l'Université d'Utrecht. Pourtant, la création du premier plastique biosourcé remonte à 1870 (cf. Partie II.3.a Plastiques biosourcés à base de cellulose).

[8] « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics-PROBIP 2009 » Universiteit Utrecht, juin 2009.

Depuis, de nombreux mélanges ont été développés et de nombreuses pièces, fabriquées durant la première partie du XX^{ème} siècle, la majorité n'ayant pas atteint un stade de commercialisation. Le choc pétrolier de 1970 créa un certain intérêt industriel pour les produits issus de la biomasse, mais ce n'est que depuis les années 2000 que la chimie du végétal et les plastiques biosourcés plus particulièrement ont suscité un intérêt marqué, tant des industriels que des pouvoirs publics, et que de multiples développements ont été effectués.

Le développement des plastiques biosourcés a été initié dans les années 1990 par la volonté de fournir aux marchés des produits biodégradables, afin de diminuer de manière significative la quantité de déchets générés. Cette volonté a notamment été soutenue par le constat d'une pollution croissante des eaux internationales. Les plastiques biosourcés ne sont pas tous biodégradables et il existe également des plastiques biodégradables issus de ressources fossiles. Ce constat décorrèle bien les notions de biodégradabilité de l'origine même des plastiques. Par ailleurs, si la biodégradabilité de certains plastiques pourrait conduire à une valorisation du produit après utilisation en compostage, les fins de vie des plastiques biosourcés, qu'ils soient biodégradables ou non, sont multiples. L'enfouissement demeure une réalité dans de multiples pays, notamment dans les pays en développement, les pays industrialisés lui préférant *a priori* l'incinération. Le recyclage et le compostage[9], ou recyclage organique, récemment soutenus par les Autorités, sont des voies de valorisation encore peu développées car souffrant d'un manque d'infrastructures dédiées.

Du fait de ce manque de maturité, les données présentées dans ce rapport sont moins étayées qu'elles ne l'auraient été pour des matériaux plus matures, comme au sein du secteur du papier, le plus grand producteur actuel de matériaux à base de polymères biosourcés[10]. En effet, il est impossible de recueillir certaines données compte tenu de leur caractère confidentiel et stratégique pour les acteurs interrogés.

[9] Notamment le compostage industriel, au sens de la norme européenne EN13 432.

[10] Avec une production atteignant 365 millions de tonnes par an en 2006, d'après « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics-PROBIP 2009 » Universiteit Utrecht, juin 2009.

➔ **L'offre des plastiques biosourcés se développe rapidement, la complexification du marché témoignant de leur réel potentiel de développement.**

L'introduction des plastiques biosourcés sur le marché constitue un réel défi de par la compétition avec les plastiques conventionnels, tant en termes de coûts que de performances techniques. Ces derniers ont en effet bénéficié de décennies d'optimisation des procédés et sont désormais maîtrisés par l'ensemble de la chaîne de production. Néanmoins, au regard de la prise de conscience sociétale et de la volonté des acteurs industriels de réduire l'impact environnemental de leurs produits, des start-ups et des PME, ainsi que de grands groupes ont mené de nombreux développements.

Les PME ont largement participé au développement des plastiques biosourcés. Pionnières dans la majorité des cas, elles se sont rapidement développées en l'espace de 10 ans, à l'instar de NOVAMONT ou de BIOTEC. Plus récemment, des PME comme CEREPLAST ou TIANAN se sont également positionnées. Parallèlement, de grands groupes, tels DOW CHEMICALS, BRASKEM, ROQUETTE ou encore MITSUBISHI, ont initié des projets sur un ou plusieurs plastiques biosourcés. L'offre se complexifie ainsi rapidement avec de nombreux progrès technologiques, ces matériaux se situant au début de la courbe d'apprentissage. Deux voies distinctes de développement se dessinent en parallèle : **i)** le développement d'une chimie de fonctionnalisation des polymères naturels, menant à l'obtention de plastiques présentant de nouvelles fonctionnalités et **ii)** l'émergence de solutions et de voies de biosourçage de polymères conventionnels dans une logique de substitution pour les marchés utilisateurs. L'intérêt de cette dernière voie réside dans la possibilité d'une utilisation quasi immédiate des procédés et des capacités industrielles existantes.

Comme le souligne le rapport du HCCA[11], ces deux voies s'ancrent dans une base commune qu'est la chimie du végétal et qui s'appuie, entre autres, sur les biotechnologies blanches. Si ces dernières présentent un intérêt fort, tant pour la production d'un portefeuille de polymères élargi aux multiples fonctionnalités, qu'en termes de réduction de la consommation énergétique, leur poids est

[11] Rapport « La chimie du végétal Une priorité pour la France » HCCA, septembre 2009.

encore limité au niveau mondial. Les capacités de production sont en effet actuellement limitées[12], encore loin d'égaler celles de la chimie traditionnelle.
La complexification de l'offre est par ailleurs renforcée par deux éléments :

- La logique de grades à façon pour répondre à la fois aux exigences des transformateurs, des utilisateurs et des consommateurs. Ainsi, les résines peuvent être modifiées à plusieurs reprises par les différents acteurs de la plasturgie, avant d'être mises en forme pour une application définie. Cela se traduit par la commercialisation de « blends », mélangeant résines pétrochimiques, biosourcées et additifs.
- L'intégration de fibres naturelles qui permet de développer de nouvelles propriétés (l'aspect clé résidant dans l'adhésion fibres / matrices). Elle implique d'adapter les procédés de production, le comportement rhéologique de la résine étant modifié.

Le développement de l'offre traduit non seulement la multiplicité des besoins des utilisateurs, qui s'exprime aujourd'hui en termes de fonctionnalités, mais également le potentiel des plastiques biosourcés.

➔ **Les plastiques biosourcés sont aujourd'hui intégrés au sein des réflexions stratégiques européennes, ce qui marque une volonté politique forte.**

C'est en raison de ce potentiel que les plastiques biosourcés trouvent actuellement un positionnement pertinent au sein des grandes réflexions stratégiques. Un exemple marquant est celui du **Lead Market Initiative (LMI)** de la Commission Européenne, cherchant, pour les six domaines innovants sélectionnés[13], à lever les éléments limitant leur développement. Les produits biosourcés constituent l'un de ces six domaines, les travaux menés dans le cadre du LMI étant soutenus en parallèle grâce à la démarche volontaire d'acteurs industriels constituant l'« Ad hoc advisory group for bio-based products »[14]. Cette intitiative a par ailleurs trouvé un écho au sein du CEN - Comité Européen de Normalisation dans le Comité technique CT 249 dédié au

[12] La capacité d'un fermenteur, dont le volume maximum est de 300m3, ne peut actuellement excéder 100 ktpa.

[13] Ces six domaines sont « Health, Protective textiles, Sustainable construction, Recycling, Bio-based products and Renewable energies ».

[14] Composition : Peter Schintlmeister, chairman de l'Advisory Group for bio-based product ; Dirk Carrez, Fransesco Degli innocenti et Christer Segersteen, chairman des trois groupes de travail.

plastique - groupe de travail WG17[15]. Ces réflexions trouvent leurs pendants au niveau national, comme en témoignent notamment les rapports suivants :

- « Filières industrielles stratégiques de l'économie verte »[16] où les « biomatériaux » ont été identifiés comme l'une des filières pour lesquels le potentiel français, sans être de premier plan actuellement, est suffisamment important pour qu'un plan d'action bien orienté permette à la France de jouer un rôle notable sur certains segments de marché.
- « Mutations économiques dans le domaine de la chimie » de février 2010 réalisé pour le compte du PIPAME[17] qui a inscrit le développement de la chimie actuelle dans le cadre d'une chimie durable[18], prônant l'utilisation de l'ensemble des leviers disponibles pour faire face à la rareté des ressources. La substitution de ressources pétrochimiques par des ressources renouvelables dans le cadre de la chimie du végétal, concerne directement le développement des résines biosourcées[19].
- Les résultats de l'étude sur « les enjeux et les priorités en matière d'innovation dans la filière plasturgie »[20] ont donné lieu à la mise en place du Programme « Innovation Plasturgie 2015 ». Dans le cadre de cette action collective, l'un des 7 cahiers techniques mis en place par le Réseau Industriel Filière Plasturgie porte sur les « bioplastiques et matériaux biodégradables ».

Les plastiques biosourcés s'inscrivent dans la mutation actuelle de nos sociétés, ce qui necessite la création de passerelles entre les filières agricole, chimique et plasturgique. Une vision claire de ce secteur est donc cruciale afin d'étayer l'action de la puissance publique française, d'identifier les freins à leur développement et de mettre en œuvre une série de leviers de manière coordonnée.

[15] Le groupe de travail CT249/WG17 a été créé dans le cadre du mandat 429 et se concentre exclusivement sur les plastiques biosourcés.

[16] Rapport « Filières industrielles stratégiques de l'économie verte » MEEDDM / CGDD, Mars 2010.

[17] « Mutations économiques dans le domaine de la chimie » PIPAME, février 2010.

[18] La chimie durable est définie comme « l'industrie chimique qui maîtrise durablement sa propre empreinte environnementale et qui contribue à réduire celle des autres industries ou secteurs applicatifs, tout en respectant les impératifs de compétitivité économique et de progrès sociale ».

[19] Par ailleurs, ce rapport souligne que l'évolution de la chimie du végétal est notamment guidée par : « La prise de conscience des enjeux de développement durable, et en particulier le Grenelle de l'environnement », « La tendance haussière du prix des matières fossiles » et « La nécessité de trouver une alternative au pétrole, dont les ressources ne sont pas inépuisables ».

[20] « Etude sur les enjeux et priorités en matière d'innovation dans la filière plasturgie » commandité par le Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, réalisée par Ernst & Young pour le compte de la DGE/SIMAP, 2006.

➔ **Leur stade de maturité rend toute comparaison à périmètre constant de leur impact environnemental impossible.**

L'adoption des plastiques biosourcés est sans précédent puisqu'elle correspond à une première évolution qui ne soit pas basée sur une amélioration des performances, mais sur un impact environnemental moindre lié à une meilleure gestion de fin de vie. Néanmoins, la nature évolutive et l'absence de standardisation des ACV (Analyses de Cycles de Vie) empêchent toute comparaison à périmètre constant pour les raisons suivantes :

- Complexité de l'évaluation des impacts environnementaux : indicateurs non stabilisés, impacts mal maîtrisés, possibilités de multi-conséquences à évaluer, périmètres d'analyses non précisées (voire opaques), etc.
- Absence de base de données de référence et multiplicité / variabilité des méthodologies et des outils de calcul utilisés (calculs extérieurs par des instituts indépendants *vs*. calculs internes aux acteurs industriels).

Nous n'avons donc pas cherché à comparer les ACV dans le cadre de cette étude, et nous avons uniquement indiqué les données brutes dans la base de données constituée et fournie à l'ADEME.

II.2. Description du marché mondial des résines biosourcées et de ses tendances d'évolution

Les données présentées dans cette partie sont à considérer avec les précautions suivantes :

- Les données 2010 sont issues du calcul des capacités de production actuelles de résines biosourcées, en tenant compte de l'opacité du marché asiatique (peu de traductions notamment).
- Les données prospectives proposées pour 2013 ont été récoltées sur base déclarative des acteurs interrogés et correspondent aux estimations que ces derniers font de l'évolution de leurs capacités dans des conditions de marché favorables. La vision à 3 ans de l'évolution des capacités de production de résines biosourcées est donc à pondérer, les taux de croissance obtenus entre 2010 et 2013 étant basés sur des estimations.
- Par ailleurs, il est important de noter que les nationalités attribuées aux capacités de production correspondent à la nationalité des acteurs les possédant.

➔ **En 2010, la capacité annuelle mondiale de production de résines biosourcées est de 0,72 millions de tonnes, soit 0,3% de la production mondiale de plastiques. Cette capacité pourrait atteindre 1,6 millions de tonnes d'ici 3 ans dans des conditions de marché favorables.**

Comme le montre le tableau suivant, les capacités mondiales de production de résines biosourcées s'élèvent à 0,72 million de tonnes en 2010[21]. En se basant sur une production mondiale de plastiques de 245 millions de tonnes, la production de plastiques biosourcés représenterait ainsi en 2010, une part de 0,3% de la production mondiale de plastiques. Ces données peuvent d'ailleurs être considérées au regard de l'hypothèse basse du « PROBIP 2009 LOW scenario »[22] qui donne une valeur prospective pour 2010 d'environ 0,6 million de tonnes et qui met en exergue la faible dynamique du secteur des résines biosourcées entre 2007 et 2010.

[21] Valeur relativement proche de celle figurant au sein du rapport de BCC Research qui a estimé le marché mondial des résines biosourcées à environ 0,57 million de tonnes en 2010.

[22] « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics-PROBIP 2009 » Universiteit Utrecht, juin 2009.

Tableau 1 : Répartition par zones géographiques des capacités de production mondiales des résines biosourcées

Zones	Pays	Capacités 2010 (ktpa)	Pourcentage de la capacité totale	Capacités 2013 (ktpa)	Pourcentage de la capacité totale	Taux de croissance
Europe	Allemagne, Belgique, Italie, Pays-Bas, Suisse, UK	238,5	33%	446	28%	**84%**
	France	38	5%	63	4%	
Amérique S	Brésil	236	33%	236	15%	**0%**
Amérique N	Etats-Unis, Canada	142,5	20%	720,5	45%	**406%**
Asie	Chine, Japon, Inde	58	8%	128	8%	**121%**
Océanie	Australie	10	1%	10	1%	**0%**
TOTAL		**723**	100%	**1603,5**	100%	**122%**

Dans le cas de conditions de marché favorables, ces capacités pourraient s'élever à environ 1,6 million de tonnes par an d'ici 2013. Ces nouvelles capacités permettraient d'atteindre une part de 0,6% de la production mondiale de plastiques[23]. Si les capacités de production de résines biosourcées venaient effectivement à doubler d'ici 2013, elles resteraient néanmoins extrêmement faibles au regard du niveau de production des plastiques conventionnels. Enfin, ces évolutions correspondraient à un taux de croissance annuel cumulé (calculé sur 2010-2013) de 30%, BCC Research ayant évalué le CAGR à plus de 41% pour la demande de plastiques biosourcés sur 2010-2015.

➔ **A l'horizon 2013, l'Amérique du Nord remplacerait l'Europe à la place de 1er producteur mondial de résines biosourcées, avec 45% des capacités mondiales. Cette dynamique serait notamment basée sur la croissance des capacités de production de résines à base de PHA, PE et de PLA.**

Comme le montre la figure 2, la dymanique sous-jacente à cette évolution est menée par des acteurs nord-américains, dont les capacités pourraient croître

[23] La production mondiale de plastique est estimée à environ 270 millions de tonnes en 2013.

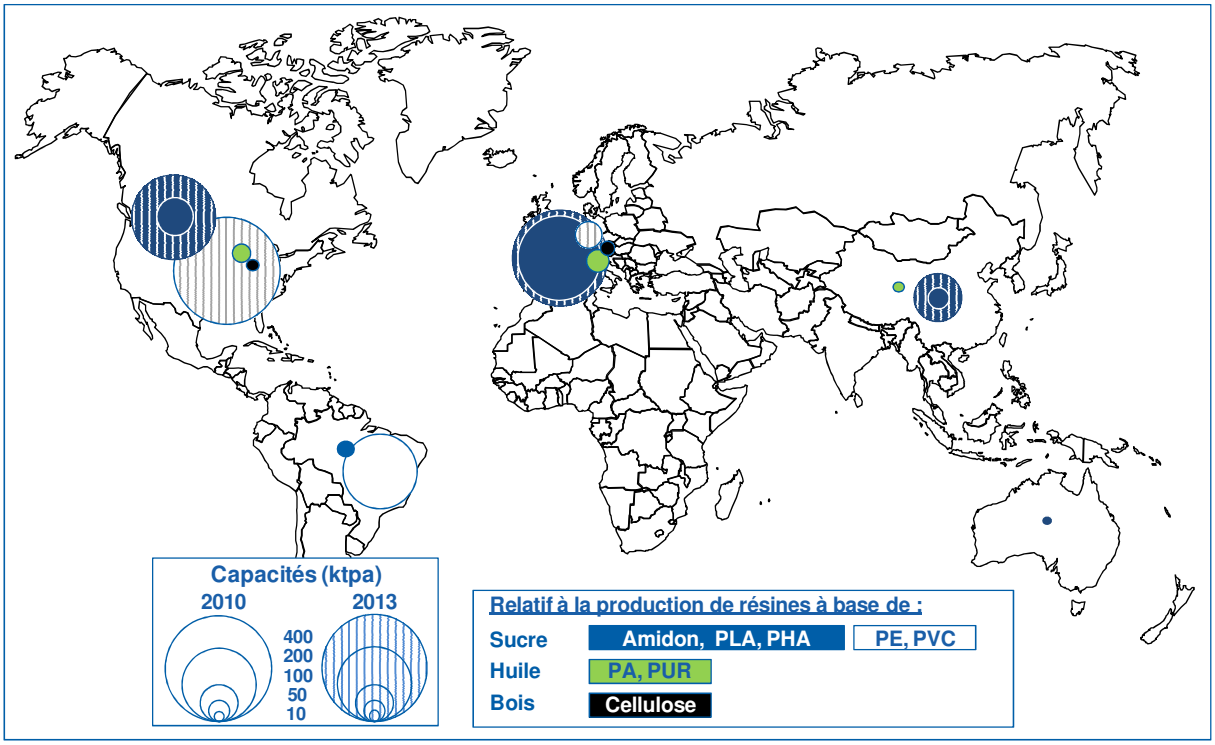
de plus de 400%. Cette situation ferait de l'Amérique du Nord, la première zone mondiale productrice de résines biosourcées, avec environ 45% des capacités mondiales, rétrogradant ainsi l'Europe à la seconde place (passant de 38 à 32% des capacités mondiales).

Plus spécifiquement, la France est peu présente dans la production de résines biosourcées à l'échelle mondiale. Présente seulement dans la production de PA, par le biais d'ARKEMA, et la production de résines à base d'amidon, par le biais de LIMAGRAIN, FUTURAMAT, ROQUETTE, SPHERE et VEGEPLAST, les capacités françaises en 2010 ne dépassent pas 40 ktpa (environ 5% des capacités mondiales de résines biosourcées).

L'Asie, avec un taux de croissance de 121%, proche du taux de croissance mondiale, conserverait sa place (légèrement inférieure à 10% des capacités mondiales). La relative croissance des capacités asiatiques concerne des résines possédant des propriétés de biodégradabilité, à l'instar des groupes chinois HARBIN LIVAN, augmentant de 40 ktpa ses capacités de production de résines à base d'amidon, TEIJIN ou ZHEIJANG HISUN, qui font de même dans le domaine du PLA, ou encore TIANAN, dans le domaine du PHA.

Si l'on considère la situation en termes de ressources végétales, comme présentée sur la figure 2, les capacités mondiales de production des résines issues de ressources sylvicoles et d'huiles sont relativement faibles et ne semblent pas devoir évoluer de manière significative à court terme. La dynamique actuelle concerne en effet principalement les résines biosourcées issues de sucres.

Figure 2 : Capacités de production mondiales de résines biosourcées par zones géographiques et typologies de ressources



Les capacités associées aux résines à base d'éthylène biosourcé (PE et PVC biosourcé) sont en effet plus élevées que pour les autres polymères considérés : 200 ktpa en 2010 (capacités de BRASKEM) et 660 ktpa en 2013 (BRASKEM, SOLVAY et DOW CHEMICALS). Le fait de dissocier ces capacités de celles des autres résines biosourcées issues de sucre est donc important pour obtenir une lecture claire de la situation globale. Par ailleurs et même si la production de PE et PVC biosourcé apparaît dans plusieurs zones géographiques, elle dépend dans tous les cas de la canne à sucre brésilienne. Le modèle économique sous-jacent pour la production d'éthylène biosourcé dépend donc de la disponibilité de cette ressource, ce qui peut être un facteur limitant potentiel.

Les capacités ayant le plus fort taux de croissance seraient, comme le montre le tableau 2, celles dédiées à la production de résines à base de PHA, de PE / PVC (à base de polyéthylène biosourcé) et de PLA, grâce à des taux respectifs d'environ 320%, 230% et 210%.

Tableau 2 : Capacités de production mondiales actuelles (2010) et prospectives (2013) en fonction des différentes typologies de résines biosourcées

Résines	Capacités 2010 (ktpa)	Pourcentage de la capacité totale	Capacités 2013 (ktpa)	Pourcentage de la capacité totale	Taux de croissance
PE/PVC	200	28%	660	42%	**230%**
Cellulose	25	3%	25	2%	**0%**
PA	62	9%	62	4%	**0%**
Amidon	298	41%	423	26%	**42%**
PLA	75	10%	232,5	14%	**210%**
PHA	43	6%	181	11%	**321%**
PUR	20	3%	20	1%	**0%**
SOMME	**723**	100%	**1603,5**	100%	**122%**

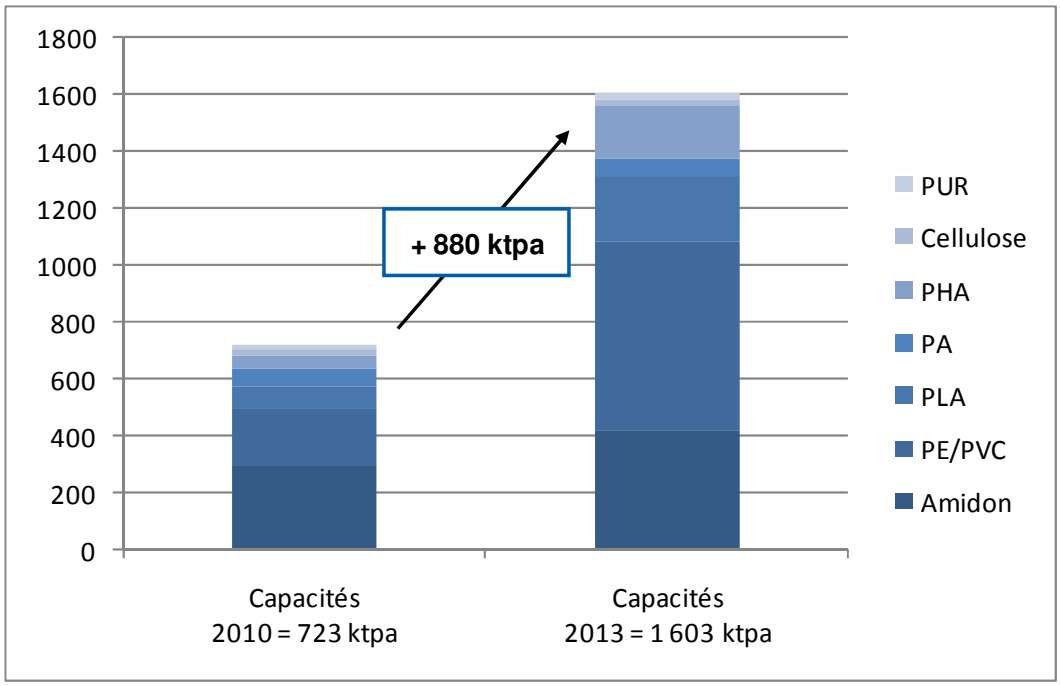
Si les résines à base de PHA connaissent le plus fort taux de croissance, cela est avant tout le fait de leur très faible niveau de production actuel, les capacités de production dédiées ne représentant que 6% des capacités totales de production de résines biosourcées en 2010. Par ailleurs, la forte croissance des capacités de production de résines à base d'éthylène biosourcé (PE et PVC biosourcé) peut s'expliquer par le fait que l'ensemble des acteurs de la chaîne connaissent et maîtrisent déjà cette résine et qu'elle répond par ailleurs à une demande existante. La production de résines à base d'éthylène biosourcé représenterait ainsi plus de 40% des résines biosourcées produites en 2013.

➔ **Concernant l'évolution potentielle des capacités d'ici 2013 de 0,88 millions de tonnes, trois faits marquants :**

- **87% de ces nouvelles capacités seraient le fait de 7 acteurs, dont 4 Américains, totalisant 65% de l'évolution potentielle globale, suivis de 3 Européens (Cf. figure 4)**
- **Si l'Europe possède un tissu d'acteurs relativement dense et donc un potentiel de développement significatif, elle ne participe à cette évolution potentielle qu'à hauteur de 25%.**
- **Plus de 50% des nouvelles capacités seraient dédiées à la production de résines à base d'éthylène biosourcé (PE / PVC).**

La croissance potentielle des capacités de production mondiales de résines biosourcées, estimée à 122%, correspondrait à une augmentation de capacités de 880 ktpa, comme l'illustre la figure 3. Il est alors important d'identifier précisément les dynamiques sous-tendant cette évolution potentielle.

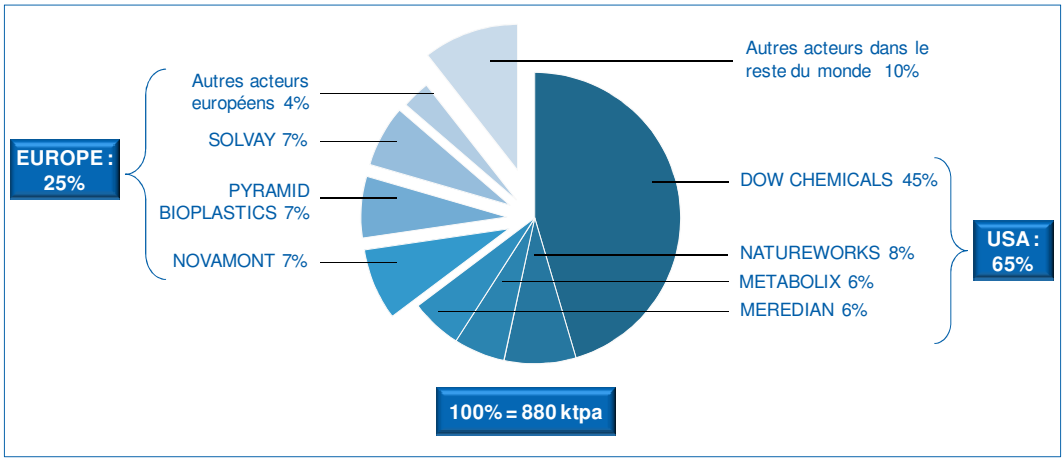
Figure 3 : Evolution (2010-2013) des capacités de production mondiales des différentes typologies de résines biosourcées



Le premier point marquant concerne le nombre d'acteurs impliqués dans cette croissance. En effet, comme le souligne la figure 4, seulement sept acteurs seraient à l'origine de 86% de ces nouvelles capacités.

L'évolution à 2013 de l'offre mondiale des résines biosourcées serait donc conditionnée dans sa quasi totalité par les stratégies de quelques acteurs et présente de ce fait un degré fort d'incertitude.

Figure 4 : Acteurs contribuant à l'évolution potentielle des capacités de production de résines biosourcées entre 2010 et 2013, par zone géographique



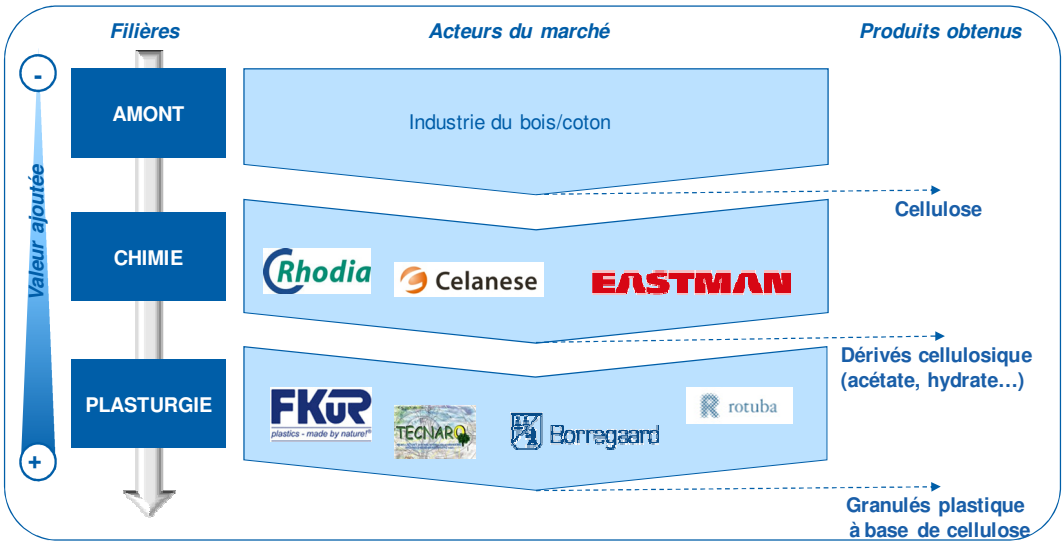
Ces données confirment bien que la dynamique à court terme serait portée par les industriels américains. En effet, les Etats-Unis possèderaient 65% des nouvelles capacités, contre 25% pour l'Europe, alors qu'elle possède un tissu industriel relativement dense d'acteurs. Enfin, les capacités annoncées par DOW CHEMICALS (PE) et SOLVAY (PVC), dédiées à la production de résines à base d'éthylène biosourcé, pèseront potentiellement pour plus de la moitié dans l'augmentation des capacités de production de résines biosourcées d'ici 2013.

II.3. Description du marché mondial par typologie de plastiques biosourcés

II.3.a. Plastiques biosourcés à base de cellulose

La cellulose, polysaccharide complexe, est à l'origine du premier matériau plastique biosourcé élaboré. Le nitrate de cellulose a en effet servi à fabriquer une boule de billard dès 1870. Néanmoins, seuls les esters organiques (acétates et dérivés) et hydrates de cellulose concourent aujourd'hui à la production de résines à base de cellulose.

Figure 5 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de cellulose



❖ **Ressources**

Le bois et le coton (dans une moindre mesure), respectivement composés de 50% et 97% de cellulose, constituent les principales ressources à la production de polymères cellulosiques, comme le montre la figure 5. La mise en œuvre de ressources alternatives est au stade de R&D, comme certaines algues, bactéries (par exemple : *Acetobacter xylinum*) ou membranes de champignons, les problématiques de culture et de rendement de production freinant encore leur essor.

❖ Production

➔ **Les capacités de production de résines à base de cellulose représentent 3% des capacités de résines biosourcées répertoriées.**

La cellulose est un polymère de glucose, comme l'amidon, mais sa structure la rend beaucoup plus résistante à l'hydrolyse. La cellulose, qui ne présente pas de point de fusion, doit être extraite de la matière première par dissolution dans des solvants et être séparée de la lignine et de l'hémicellulose. Les procédés de transformation sont maîtrisés mais coûteux : ils nécessitent de nombreuses étapes et procédés, des avancées significatives ayant été réalisées grâce au procédé Lyocell[24]. Notons que de nombreux sujets ont émergé en R&D dans ce domaine[25] sans qu'aucune de ces pistes n'aboutisse néanmoins à des évolutions significatives des procédés pour les prochaines années.

La mise en œuvre de la cellulose demeure complexe et des traitements de surface ou ajouts d'additifs sont fréquents. Les traitements de surface, en particulier par la nitrocellulose ou le PVDC, sont majoritairement utilisés pour l'hydrate de cellulose afin d'améliorer les propriétés thermiques et de perméabilité à la vapeur d'eau des résines. L'ajout d'additifs, plastifiants le plus souvent issus de la pétrochimie et pouvant atteindre des taux de 25% est nécessaire pour l'acétate de cellulose.

Le tissu industriel relatif à la production de ces résines est composé de PME, telles que TECNARO (spin-off du Fraunhofer-ICT créée en 1998) ou FKUR (créée en 2003) et de grands groupes, tels que EASTMAN ou ROTUBA. On note également la récente création d'une joint-venture, annoncée en novembre 2010, entre MAZZUCHELLI et EASTMAN autour de la production de cellulose diacétate. Néanmoins, ce tissu ne devrait pas évoluer de manière significative à court terme, l'industrie de la cellulose étant à maturité (hormis par voie

[24] Ce procédé a permis de réduire le nombre d'étapes par rapport au procédé Viscose1, améliorant ainsi la productivité globale et de remplacer le solvant CS2 par le NMMO.

[25] Exemples de sujets R&D : Utilisation de solvants ioniques, production par voie bactérienne (Acetobacter xylinum notamment, présentant de fort taux de polymérisation mais également de faibles rendements et donc des coûts de production relativement importants), traitement hydrothermique de la matière première (HT process) ou enzymatique (Celsol process) pour rendre la cellulose soluble dans l'alcali

bactérienne). Les capacités dédiées aux résines à base d'acétates ou d'hydrates de cellulose sont difficilement identifiables au sein de l'offre des industriels regroupant divers plastiques cellulosiques, tels que les fibres de viscose. Ainsi la liste d'acteurs du tableau 3 ne fait apparaître que ceux dont les capacités de production[26] dédiées sont connues.

Tableau 3 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de cellulose dans les grandes zones géographiques

Zones	Pays	Sociétés	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Taux de croissance
Europe	Allemagne	Fkur	3,5	3,5	**0%**
	Allemagne	Tecnaro	3	3	
Amérique N	Etats-Unis	Eastman	15	15	**0%**
	Etats-Unis	Rotuba	3,5	3,5	
TOTAL			**25**	**25**	**0%**

❖ Utilisation

Les plastiques à base de cellulose sont en grande majorité commercialisés sous forme de films, 90%[27] étant destinés au secteur de l'emballage primaire et desservant les marchés cosmétique et agroalimentaire. L'acétate de cellulose peut également être impliqué dans la fabrication de plastiques rigides utilisés dans la conception de pièces aussi diverses que des pièces de téléphones, de jouets, de brosse-à-dents ou des manches de tournevis. Les plastiques à base de cellulose n'étant pas biodégradables, ils sont en général incinérés, ou enfouis, selon les pays considérés. Leur production est en effet trop faible pour envisager la création d'une filière de gestion de fin de vie dédiée.

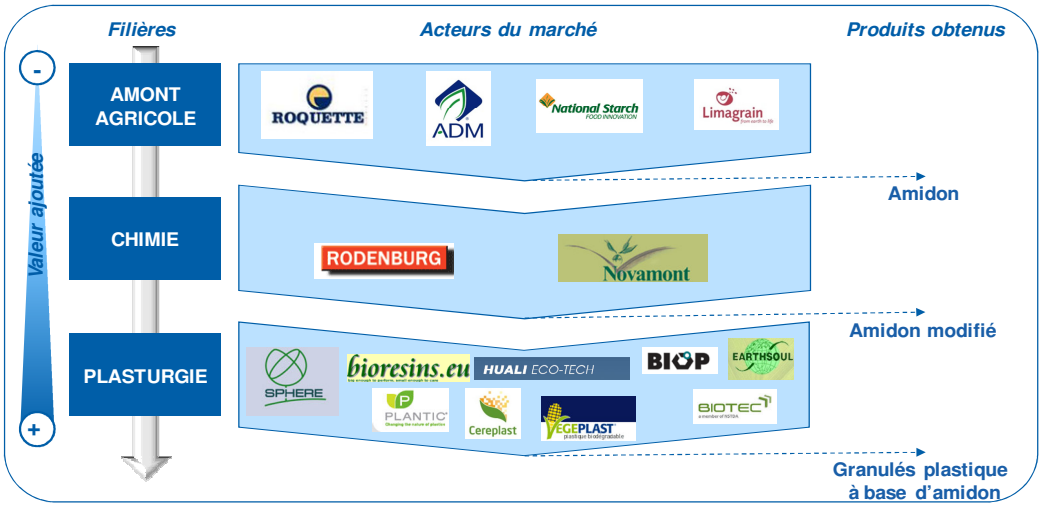
[26] D'après le rapport « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics-PROBIP 2009 », les capacités de résines à base d'esters de cellulose organique, comme l'acétate de cellulose, ne dépasserait pas 30 ktpa, et celles de résines à base de cellulose régénérée (hydrate, viscose) correspondrait à 500 ktpa, sans que la part dédiée aux fibres, la plus importante d'un point de vue économique, ne puisse être identifiée.

[27] « Product overview and market projection of emerging bio-based plastics-PROBIP 2009 », Universiteit Utrecht, juin 2009

II.3.b. Plastiques biosourcés à base d'amidon

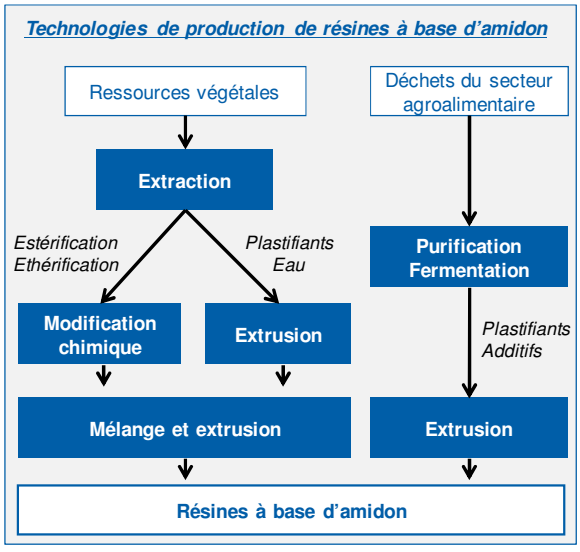
Comme précédemment mentionné, certains plastiques biosourcés ont été développés pour leurs propriétés de biodégradabilité, ce qui est le cas des plastiques à base d'amidon. Des plastiques biosourcés à base d'amidon et non-biodégradables destinés à des applications de plus longues durée de vie sont également développées depuis peu. Leur essor a été permis par la collaboration des amidonniers, des chimistes et des plasturgistes.

Figure 6 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base d'amidon



❖ Ressources

La chimie de l'amidon est aujourd'hui l'une des mieux maîtrisées. L'amidon est par ailleurs une substance disponible à l'état naturel dans de nombreuses ressources végétales (maïs, blé, manioc, pomme de terre, pois, etc.). Au niveau mondial, le maïs est la ressource majoritairement utilisée dans la production de ces résines, la plupart des industriels souhaitant éviter les matières premières OGM, à l'origine de débats sociétaux de grande ampleur dans les pays européens.



❖ Production

La nécessité d'utiliser un plastifiant, tel que l'eau, afin de ne pas dégrader l'amidon lors de sa fusion, ainsi que celle d'homogénéiser ce matériau de structure cristalline par un traitement thermomécanique sont les principes communs de la transformation de l'amidon. Par ailleurs, la réactivité et la facilité de mise en œuvre de l'amidon, relatives à sa structure chimique, ont facilité l'adaptation des procédés existants pour la production de ces résines.

> ➔ **Les capacités de production des résines à base d'amidon représentent plus de 40% des capacités mondiales des résines biosourcées.**

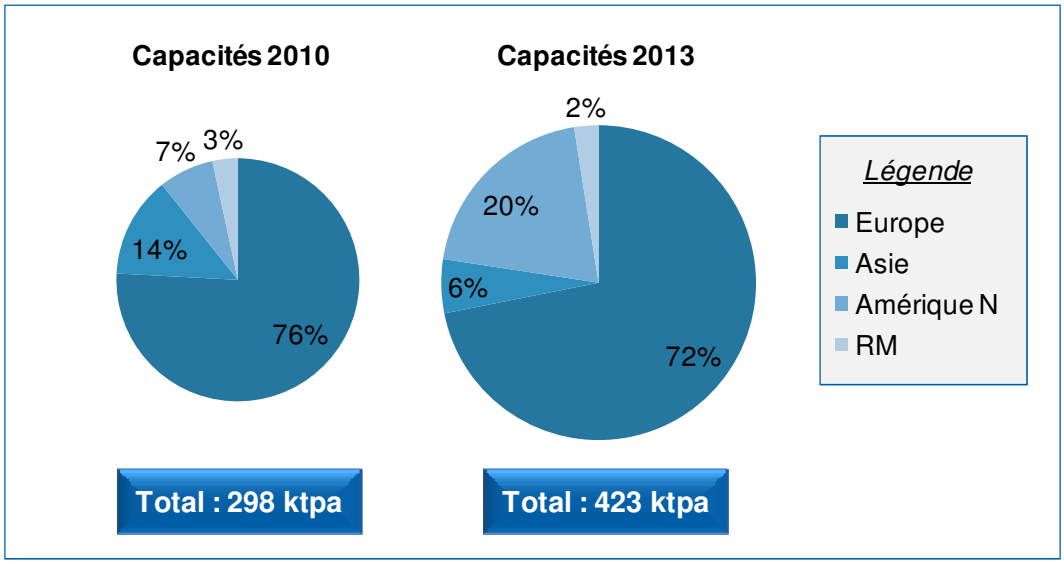
Comme indiqué dans le tableau suivant, trois quarts des capacités de production mondiales de résines à base d'amidon se situent actuellement en Europe. Ces capacités devraient dépasser 400 ktpa d'ici 2013, la croissance étant majoritairement due à l'extension des capacités du leader NOVAMONT.

Tableau 4 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base d'amidon dans les grandes zones géographiques

Zones	Pays	Sociétés	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Taux de croissance
Europe	Italie	Novamont	80	140	**216**	**311**	**38%**
	Allemagne	Biotec	50	50			
	Pays-Bas	Rodenburg	40	40			
	Allemagne	Biop	20	20			
	UK	Bioresins	20	20			
	France	Limagrain	10	10			
	France	Futuramat	2	2			
	France	Sphere	2	2			
	France	Vegeplast	2	2			
	France	Roquette	0	25			
Amérique N	Etats-Unis	Cereplast	22	22	**22**	**22**	**0%**
Asie	Inde	Earthsoul India	20	20	**40**	**80**	**100%**
	Chine	Wuhan Huali	10	10			
	Chine	Harbin Livan	10	50			
Océanie	Australie	Plantic	10	10	**10**	**10**	**0%**
TOTAL			**288**	**423**	*288*	*423*	**42%**

Le tissu industriel des producteurs de résines à base d'amidon est assez récent. NOVAMONT, pionnier du secteur, a été créé en 1990 et RODENBURG, créé en 1945, s'est positionné dès 1999 avec la production du Solanyl®. De nombreux acteurs sont de nouveaux entrants : WUHAN HUALI créé en 2000, EARTHSOUL INDIA en 2001, VEGEPLAST en 2002 et FUTURAMAT en 2005. SPHERE, créé en 1976, s'est positionné sur ce secteur à partir de 2005, en rachetant BIOTEC avec STANECCO. Enfin, ROQUETTE, leader mondial des amidons et de leurs dérivés a officialisé son offre de résines thermoplastiques (composées de 52 % d'amidon) en octobre 2010 à l'occasion du salon mondial des matières plastiques de Düsseldorf. De plus et comme le montre la figure 7, la part européenne des capacités dédiées à la production des résines à base d'amidon ne devrait pas évoluer fortement, le taux de croissance européen (38%) étant légèrement inférieur au taux de croissance mondial (42%).

Figure 7 : Répartition géographique des capacités de production actuelles et prospectives des résines à base d'amidon



❖ **Utilisation**

La très bonne biodégradabilité de l'amidon a d'abord permis de couvrir le champ d'applications des résines à base d'amidon aux secteurs de produits à courte durée de vie. Les principaux débouchés concernent ainsi les domaines de l'emballage, du secteur agricole (films de paillage, pots, enveloppes d'encapsulation, etc.) et enfin des produits jetables (couverts, verres, etc.) procurant à ces produits l'option supplémentaire de fin de vie qu'est la compostabilité. Au sein de l'emballage, la sacherie (sacs de caisse et sacs poubelles) correspond au marché privilégié de ces plastiques (cf. III.3. Emballage). Des applications de niche, de durabilité variable, peuvent

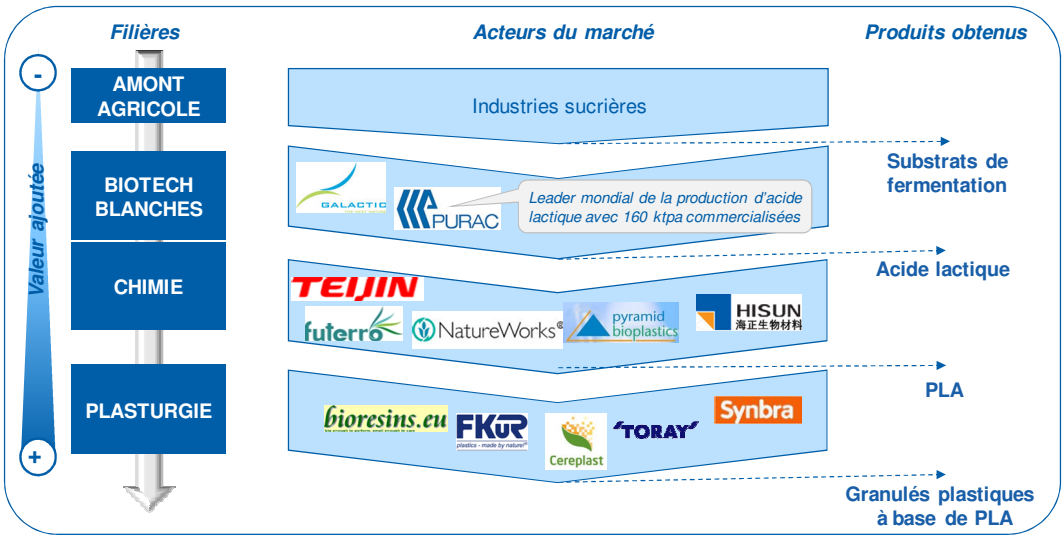
également être couvertes, tels que des liens de parachutes, des manches de couteaux suisses ou encore des os à mâcher pour chiens, ces marchés d'application étant par exemple couverts par VÉGÉPLAST. Enfin, les nouvelles avancées annoncées par ROQUETTE en octobre 2010 permettraient l'accès à des applications plus durables, en extrusion et en injection.

Les produits présents sur le marché permettent de modifier les barrières techniques des matériaux pour répondre aux divers cahiers des charges et sont de nature très variable. La proportion d'amidon peut aller de 30 à 80%, les autres constituants étant également variés : de constituants issus de la pétrochimie (PBAT, PVOH ou encore PBSH) à d'autres résines biosourcées. Ces produits ne sont donc pas tous compostables et la variété des matériaux présents sur le marché complexifie alors leur gestion de fin de vie.

II.3.c. Plastiques biosourcés à base de PLA

Avec la création en 2002 de capacités de production par le pionnier NATUREWORKS, les plastiques à base de PLA sont devenus le troisième type de plastiques biosourcés à être commercialisés. Comme le montre la figure 8, leur production implique l'industrie sucrière, la chimie et la plasturgie, mais également les acteurs des biotechnologies blanches.

Figure 8 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de PLA



❖ Ressources

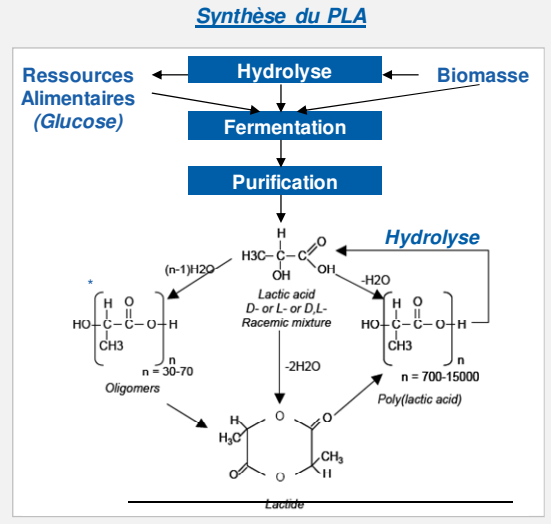
La production d'acide lactique, monomère constitutif du PLA, est le fait des biotechnologies blanches. Les hexoses nécessaires à cette synthèse initiale

sont présents dans diverses ressources telles le manioca, le maïs, le riz, le blé, la betterave, etc. La disponibilité des ressources dans la zone géographique de production conditionne ainsi le choix des acteurs : l'Américain NATUREWORKS utilise du maïs (majoritairement OGM), la nouvelle usine thaïlandaise de PURAC, du manioc et l'ensemble des usines brésiliennes, de la canne à sucre.

De nombreuses recherches en cours visent à exploiter la cellulose comme source de glucose, afin de diminuer les coûts des matières premières et de s'affranchir des ressources à vocation alimentaire en exploitant de manière durable les ressources sylvicoles ou des co-produits divers. Cet axe de recherche est clé dans le développement de plusieurs résines biosourcées. Néanmoins et d'après les experts du domaine, une utilisation industrielle n'est pas envisageable avant une dizaine d'années.

❖ Production

➔ **Les résines à base de PLA sont produites par deux acteurs, l'Américain NATUREWORKS étant en situation de monopole. Actuellement de 75 ktpa, soit 11% des capacités mondiales de plastiques biosourcés, les capacités de production de plastiques à base de PLA devraient tripler d'ici 2013.**



La production du PLA fait successivement intervenir des étapes de fermentation et de purification pour obtenir de l'acide lactique, puis de polymérisation. Les voies biotechnologiques permettent donc d'obtenir le monomère du PLA, produit en grande majorité par le néerlandais PURAC (filiale de CSM)[28]. Les

[28] PURAC et Sulzer Chemtech ont conjointement développé un procédé de polymérisation qui permet aujourd'hui à PURAC de produire 160 ktpa d'acide lactique et de desservir de nombreux marchés. PURAC a également noué plusieurs partenariats, notamment avec l'américain AKZONOBEL pour le développement d'additifs et avec le japonais TOYOBO pour la production de VYLOECOL®.

axes d'amélioration explorés en R&D portent sur l'amélioration du rendement de la fermentation qui représente 50% du coût de production. La diminution de la quantité d'agents chimiques utilisés et l'amélioration du procédé pour pallier la viscosité des lactides constituent également des axes de recherche actuels. Néanmoins, ces améliorations potentielles ne devraient pas avoir de répercussions significatives sur les activités industrielles du secteur à court terme.

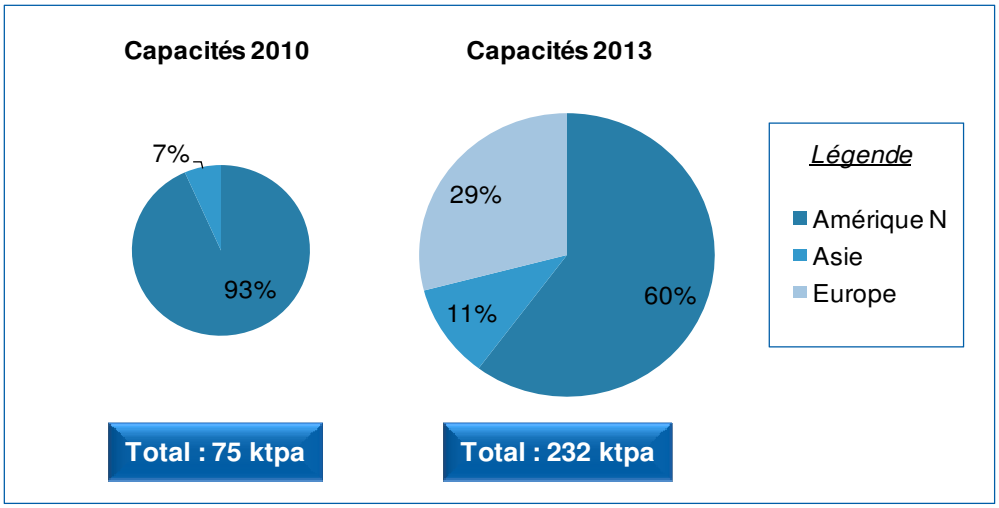
La production de PLA est actuellement assurée par NATUREWORKS dont les capacités de production représentent près de 95% des capacités mondiales (70 ktpa sur 75 ktpa). Son unique concurrent est le chinois ZHEJIANG HISUN, créé en 2004. Aucun acteur d'Amérique du Sud n'est positionné sur ce marché. Les capacités mondiales devraient être l'objet d'une croissance importante (210%) pour atteindre plus de 230 ktpa en 2013, en raison d'importantes augmentations des capacités existantes, mais également de l'arrivée de nouveaux entrants, en majorité des grands groupes établis (TEIJIN, UHDE INVENTA et SYNBRA). On trouve également quelques structures plus récentes, telles que PYRAMID BIOPLASTICS (créée en 2006) ou encore FUTERRO, joint-venture entre TOTAL PETROCHEMICALS et GALACTIC, ainsi que plusieurs sociétés chinoises. Notons que les acteurs français restent absents de ce tissu industriel.

Tableau 5 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PLA dans les grandes zones géographiques

Zones	Pays	Sociétés	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Taux de croissance
Amérique N	Etats-Unis	NatureWorks	70	140	**70**	**140**	**100%**
Europe	Suisse	Pyramid Bioplastics	0	60	**0**	**67,5**	/
	Pays-Bas	Synbra	0	5			
	Allemagne	Futerro	0	1,5			
	Allemagne	Uhde Inventa	0	1			
Asie	Japon	Teijin	0	10	**5**	**25**	**400%**
	Chine	Zhejiang Hisun	5	10			
	Chine	Autres	0	5			
TOTAL			**75**	**232,5**	*75*	*232,5*	**210%**

Le positionnement de nouveaux acteurs mènerait à une ouverture du marché en 2013, 40% de cette ouverture provenant d'acteurs européens (principalement PYRAMID BIOPLASTICS) et asiatiques (principalement TEIJIN et SHEJIANG).

Figure 9 : Répartition géographique des capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PLA



❖ **Utilisation**

Les résines à base de PLA, transparentes et inodores, présentent de fortes barrières techniques, en particulier une faible résistance à la chaleur qui constitue le frein majeur à leur utilisation. Une faible résistance à l'impact, une forte perméabilité à l'eau, aux gaz, ainsi qu'une faible élasticité constituent également des limites techniques. Les deux voies principales d'amélioration de ces matériaux sont la réalisation de mélanges et l'ajout d'additifs et permettent de développer des grades à façon pour répondre à divers cahiers des charges. Si l'utilisation de la forme énantiomérique D de l'acide lactique peut permettre une amélioration considérable de la résistance thermique du PLA et ouvre ainsi le spectre de ses applications, elle reste anecdotique en raison de verrous technologiques liés aux procédés utilisés[29] et d'une insuffisante maîtrise

[29] Le D acide lactique est une voie identifiée pour améliorer la résistance thermique, un des freins majeurs à l'utilisation du PLA (transports dans des camions non réfrigérés dans des pays du sud, pièces techniques…), dans des proportions non envisageables avec les additifs (> 200°C). Ses limites sont les suivantes : i) la polymérisation est difficile à maîtriser et en phase de développement (~5 ans avant une disponibilité industrielle) et ii) les mélanges avec du D acide lactique ne supportent que difficilement les procédés de mise en œuvre.

technologique. Les composites avec des fibres naturelles et les nanotechnologies sont également des voies d'amélioration, notamment de la résistance thermique et au choc, les nanotechnologies constituant une voie prometteuse malgré les limites liées au coût et aux risques sanitaires[30].

Les développements technologiques contribuent donc à diversifier le champ applicatif des plastiques à base de PLA. Néanmoins les applications actuelles correspondent à des marchés d'exigence technique relativement faible : emballages secondaires et produits à usage unique (rasoir, vaisselle jetable, tasses, etc.). Par ailleurs, les développements technologiques ont également des conséquences sur la fin de vie de ces plastiques. Si le compostage industriel est parfois mis en avant, ces technologies limitent l'intérêt de la compostabilité pour des matériaux privilégiant la durabilité. La multiplicité et la complexité des matériaux, ainsi que l'absence de filière structurée de récupération et de tri des déchets constituent des difficultés à leur recyclage dans la plupart des pays consommateurs. On peut néanmoins citer l'émergence de nouvelles technologies de tri, telles que le tri optique à infrarouge haut débit, par exemple développé en France par PELLENCE ST.

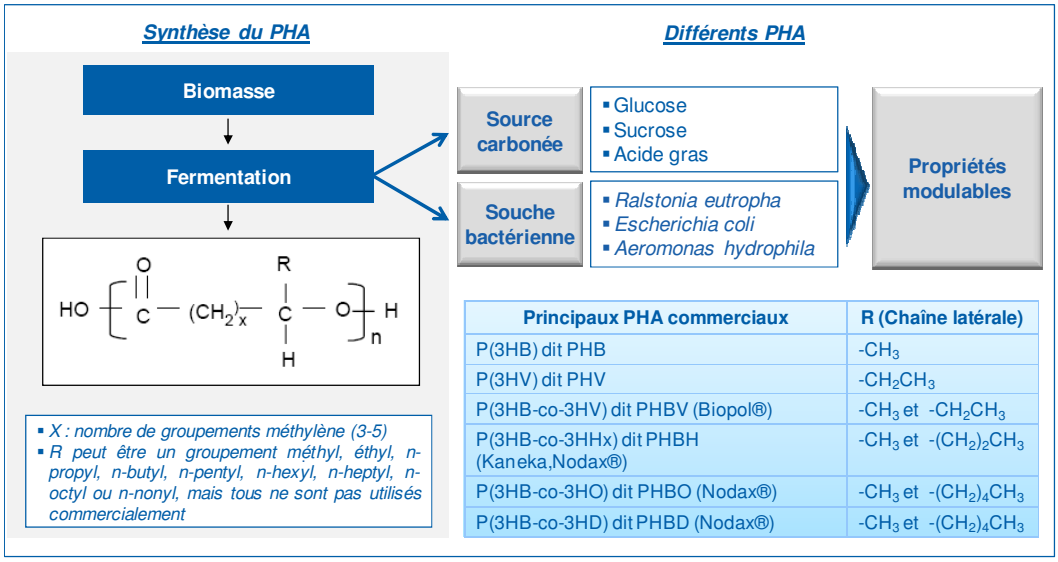
II.3.d. Plastiques biosourcés à base de PHA

La famille des PHA regroupe plus de 100 membres[31] et offre donc de multiples possibilités en termes de propriétés associées et de marchés potentiels visés. Les plastiques à base de PHA sont à un stade de développement plus amont que ceux à base de cellulose, d'amidon ou de PLA, ce qui pondère l'interprétation faite des capacités actuelles et des taux de croissance estimés. Il s'agit en effet d'installations pilotes que l'on ne peut comparer aux unités industrielles existantes pour les typologies plus avancées de plastiques biosourcés.

[30] Les nanotechnologies sont en cours de développement pour les plastiques pétrochimiques conventionnels et devraient être facilement transposables. L'utilisation de nanocharges constitue l'une des seules voies pour modifier les propriétés barrières. Les nanotechnologies devraient pouvoir ouvrir de nouveaux champs d'application, mais aujourd'hui leur utilisation permet principalement de modifier la surface et d'améliorer le processing

[31] Le nombre de groupes méthylène du monomère ou la longueur de chaîne du groupement carbone ramifié peuvent varier.

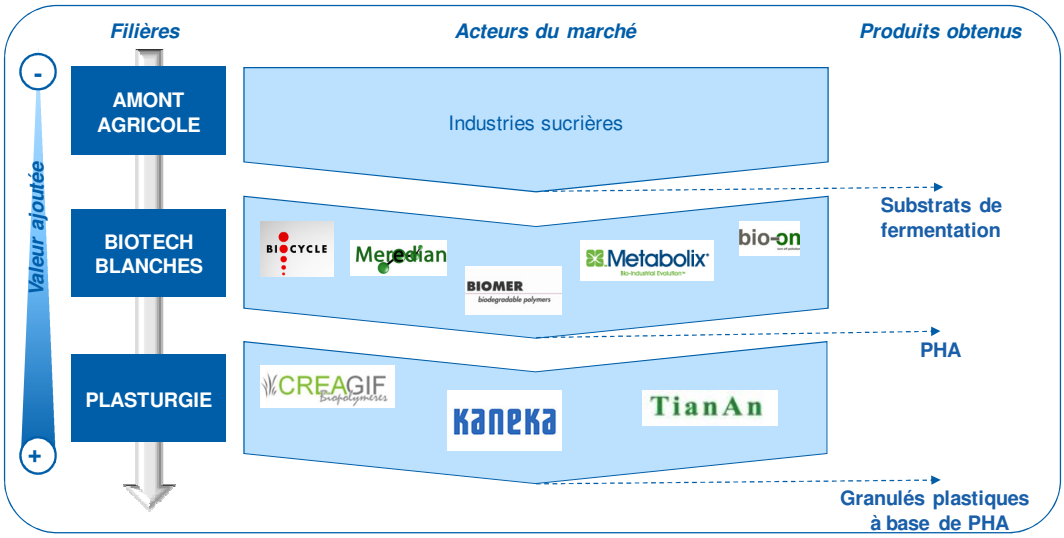
Figure 10 : Membres de la famille des PHA



Principaux PHA commerciaux	R (Chaîne latérale)
P(3HB) dit PHB	$-CH_3$
P(3HV) dit PHV	$-CH_2CH_3$
P(3HB-co-3HV) dit PHBV (Biopol®)	$-CH_3$ et $-CH_2CH_3$
P(3HB-co-3HHx) dit PHBH (Kaneka,Nodax®)	$-CH_3$ et $-(CH_2)_2CH_3$
P(3HB-co-3HO) dit PHBO (Nodax®)	$-CH_3$ et $-(CH_2)_4CH_3$
P(3HB-co-3HD) dit PHBD (Nodax®)	$-CH_3$ et $-(CH_2)_4CH_3$

La figure 11 présente la chaîne de valeur du PHA, mais ne fait pas apparaître les sociétés se positionnant sur l'optimisation de souches ou de procédés (succinctement abordé dans la partie « production »).

Figure 11 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de PHA



❖ Ressources

Comme le PLA, le PHA est un polyester produit par fermentation de sources d'hexoses et plus de 130 substrats différents sont possibles[32]. Le facteur clé de développement de ce polymère correspond au choix de sa matière première, les déchets et co-produits alimentaires étant d'intérêt dans une logique industrielle. Outre le maïs, les huiles végétales et la canne à sucre, on voit donc apparaître l'utilisation de sève d'érable, en surproduction au Canada, et d'autres déchets et co-produits alimentaires, dans une logique industrielle et permettant de s'affranchir des ressources agricoles à vocation alimentaire. Par ailleurs, les travaux portant sur la transformation de la cellulose comme nouvelle source de glucose, évoqués pour le PLA, représentent également un enjeu fort pour la production de PHA.

❖ Production

➔ **La croissance estimée des capacités de production de plastiques à base de PHA est de plus de 320% (de 43 ktpa en 2010 à plus de 180 ktpa en 2013), soit des parts respectives de 6% et 12% par rapport à l'ensemble des plastiques biosourcés ; cette évolution est très fortement portée par les Américains.**

La production des résines à base de PHA a la particularité d'impliquer successivement les filières des biotechnologies blanches et de la plasturgie, sans que la chimie traditionnelle ne soit impliquée. Les axes de développement visent majoritairement la productivité du processus de fermentation par l'amélioration des rendements des souches bactériennes[33]. De nombreux acteurs travaillent en effet à l'identification et à l'optimisation de souches[34], ainsi qu'à la mise au point de nouveaux procédés de fermentation, notamment pour la digestion des sucres en C5 et la production d'intermédiaires chimiques ou de molécules à valeur ajoutée. Certains, comme ROYAL NEDALCO ou MICROBIOGEN, ont choisi d'optimiser Saccharomyces, le standard actuel de fermentation, alors que d'autres ont choisi de développer des micro-organismes alternatifs (bactéries thermophiles et / ou extrêmophiles), tels que GREEN

[32] Canne à sucre, betterave, maïs, riz, huiles végétales, tourteau de tournesol, déchets alimentaires, eaux usées, cellulose, pelures de pomme de terre, sève d'érable, etc.

[33] Exemples : *Ralstonia Eutropha, Escherichia Coli, Aeromonas Hydrophila, Deinococcus,etc.*

[34] En minimisant le génome des souches ou par évolution dirigée.

BIOLOGICS, MASCOMA, TMO RENEWABLES, ou le français DEINOVE (société française créée en 2006).

D'autres recherches concernent l'utilisation de substrats simplifiés, comme du glucose en substitution des acides gras, du BDO ou des proprianates, afin d'accélérer l'assimilation de la matière première par les bactéries. Par ailleurs, l'augmentation de la taille des granules de PHA est également explorée en vue de rentabiliser les étapes de centrifugation, de filtration et d'extraction. Enfin, la fermentation continue sans stérilisation est une technologie en développement, pour diminuer les coûts et l'impact environnemental de la production.

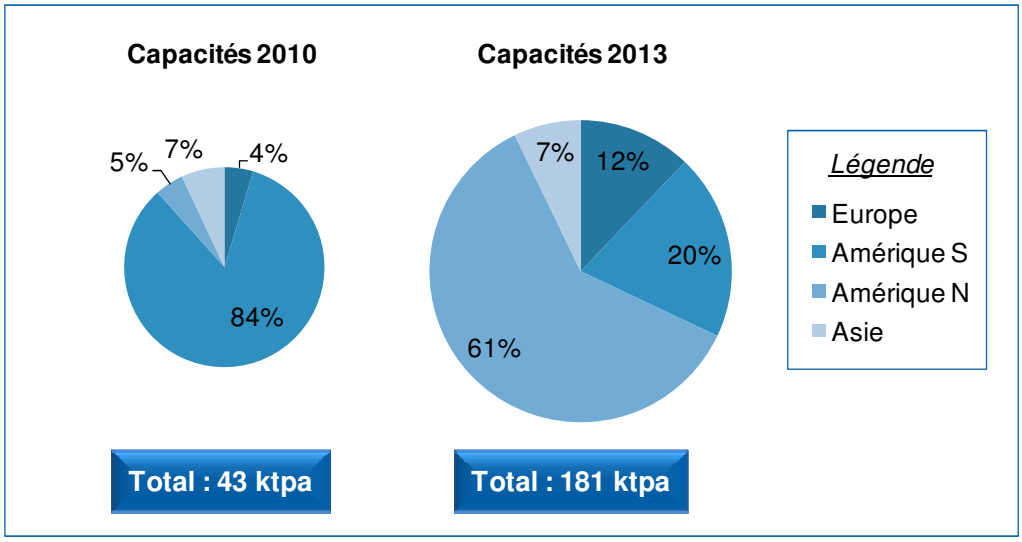
Tableau 6 : Capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PHA dans les grandes zones géographiques

Zones	Pays	Sociétés	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Capacités 2010 (ktpa)	Capacités 2013 (ktpa)	Taux de croissance
Europe	Allemagne	Biomer	2	2	**2**	**22**	**1000%**
	Pays-Bas	DSM	0	10			
	Italie	Bio-On	0	10			
Amérique S	Brésil	Biocycle	36	36	**36**	**36**	**0%**
Amérique N	Etats-Unis	Meredian	0	50	**2**	**110**	**5400%**
	Etats-Unis	Metabolix	0	50			
	Canada	Biomatera	0	8			
	Canada	IRB-CNRC	2	2			
Asie	Chine	Tianan	2	10	**3**	**13**	**333%**
	Japon	Kaneka	1	1			
	Chine	Autres	0	2			
TOTAL			**43**	**181**	*43*	*181*	**320%**

Comme le montre le tableau précédent, les capacités de production actuelles sont proches de 40 ktpa et sont détenues de manière quasi monopolistique par le brésilien BIOCYCLE, producteur de PHB créé en 1992. Ses capacités devraient s'étendre de manière significative d'ici 2013 (d'après les annonces des acteurs interrogés). Les Américains MEREDIAN (qui a racheté les droits de propriété intellectuelle de PROCTER & GAMBLE en 2007) et METABOLIX devraient à eux deux excéder 100ktpa de capacités en 2013, soit plus de 60% des capacités mondiales (voir figure 12).

Les nouveaux entrants, de grands groupes, tels que DSM, ou des PME, telles que BIO-ON ou TIANAN (créées en 2007), prévoient des unités de l'ordre de 10ktpa. Notons, comme pour le PLA, l'absence d'industriels français et l'apparition de pilotes chinois.

Figure 12 : Répartition géographique des capacités de production actuelles et prospectives des résines à base de PHA



❖ **Utilisation**

Les plastiques à base de PHA présentent un large portefeuille de propriétés potentielles, notamment du fait de leur processabilité et adaptabilité en termes de souplesse et de rigidité. Leurs limites techniques proviennent, en plus des rendements de fermentation, de leur faible résistance à la chaleur et à l'hydrolyse (même si supérieures à celles du PLA), ainsi qu'à leur opacité. De plus, le vieillissement semble être également un point d'amélioration, notamment en environnement humide. Les grades et mélanges développés par les producteurs semblent couvrir une large gamme de procédés et ne pas constituer une limite en soi.

De nombreuses pistes d'amélioration sont possibles, notamment par l'utilisation de mélanges avec des résines à base de cellulose ou d'amidon[35] qui permettent d'améliorer les performances techniques et de diminuer les coûts.

[35] Remarque : des mélanges avec des plastiques pétrochimiques sont également commercialisés.

Des mélanges peuvent être également envisagés, notamment avec du PLA ou des plastiques conventionnels, même si cette solution peut poser des problèmes au niveau de la biodégradabilité, potentiellement perdue dans certains mélanges et diminuant ainsi fortement l'intérêt du PHA (malgré la baisse de prix associée) et de son recyclage.

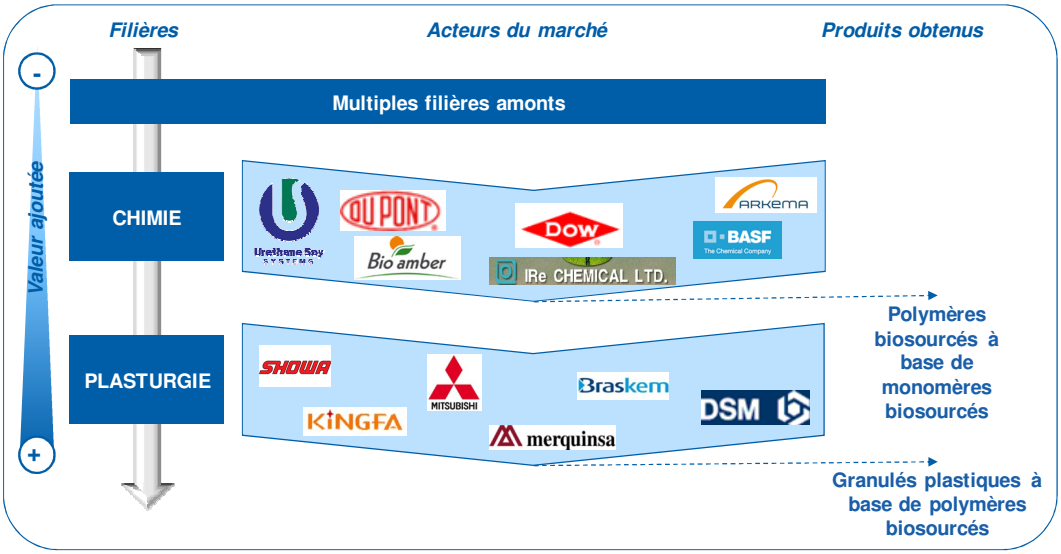
Les faibles capacités actuelles, la multitude et l'hétérogénéité des PHA, la faible taille des lots de production posent des problèmes de reproductibilité et ont limité la réalisation de tests techniques. Les quelques domaines pour lesquels le PHA a été testé par des industriels sont le packaging agroalimentaire, la cosmétique (car absorbant plus facilement les surcoûts), ainsi que les produits « Personnal care » - produits d'hygiène jetables (rasoirs, brosses à dents, couches, etc.). Si des applications dans le secteur automobile, le domaine marin, la santé (équipement de laboratoire) et de l'électronique sont envisagées, leurs prix élevés les réservent à terme aux marchés de niche à forte valeur ajoutée. Les PHA ne semblent, de plus, pas présenter de risque majeur de « pollution » : la plupart est notamment certifiée pour un contact alimentaire ou est en cours de certification, des réserves existant néanmoins dans le cadre d'un contact alimentaire à long terme.

II.3.e. Plastiques biosourcés à base de monomères biosourcés

Cette partie regroupe plusieurs résines (PA, PE, PET, PUR, PBS, etc.) aux profils, maturités et utilisations variés. Elles sont en effet issues de l'utilisation d'intermédiaires réactionnels chimiques (« building blocks »), leur biosourçage étant extrêmement variable : de 8% pour certains PUR[36], jusqu'à 100% pour le PA11 et le PE.

[36] En effet, seuls les polyols peuvent actuellement être biosourcés (contrairement aux isocyanates).

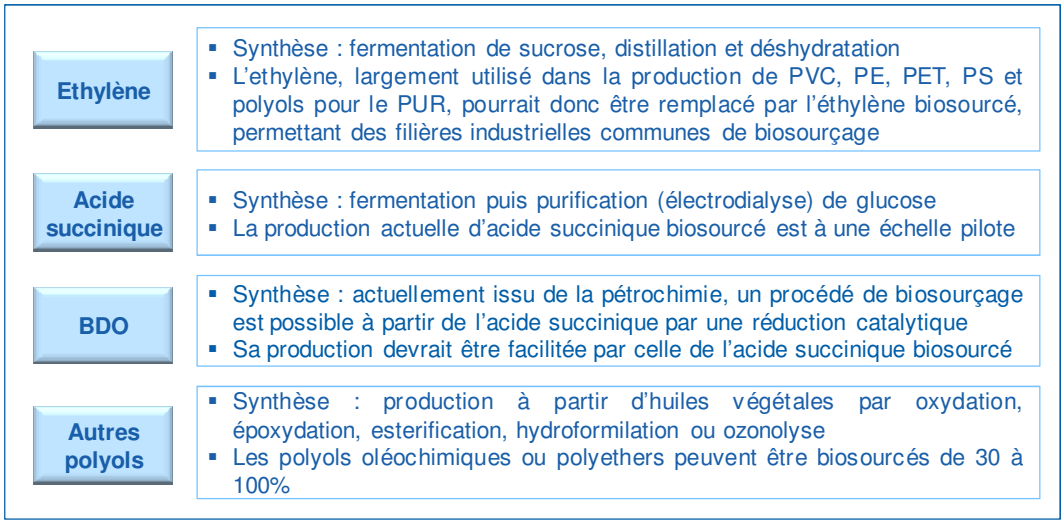
Figure 13 : Chaîne de valeur présentant le cœur de métier d'acteurs impliqués dans la production de plastiques à base de monomères biosourcés



Il est essentiel de rappeler que ces résines sont originellement issues de ressources pétrochimiques, l'utilisation de carbones d'origine renouvelable présente donc un fort potentiel pour diminuer la facture pétrolière.

Il s'agit donc de matériaux connus et maîtrisés, le biosourçage ne modifiant ni leur structure, ni leurs propriétés intrinsèques. Deux éléments découlent de ce constat : **i)** le biosourçage ne requiert aucune évolution des procédés de production pour la plasturgie, seul l'amont de la chaîne devant s'adapter au changement de ressources, **ii)** les champs applicatifs demeurent similaires, avec des marchés existants, sans émergence de nouvelles propriétés au niveau de l'offre.

Figure 14 : Exemples de building blocks



❖ Ressources

Deux grandes catégories de matières premières ressortent : **i)** les ressources organiques oléagineuses (huiles de ricin, de colza, de soja, de tournesol, etc.) pour la production de PA et de PUR et **ii)** les ressources oxygénées (sucres issus de betteraves, blé, maïs, cannes à sucre, etc.) pour le PUR, le PBS, le PE et le PET. Le choix de la ressource est un élément crucial pour le modèle économique sous-jacent au développement de ces résines. C'est par exemple la disponibilité en cannes à sucre qui a permis à BRASKEM d'établir un modèle économique viable pour la production de PE biosourcé. La proximité de la matière première, ainsi que la productivité des récoltes, sont donc clés.

❖ Utilisation et production

Les résines ont des profils extrêmement variés en termes d'historique, de capacités et d'utilisation. Il est donc important de les considérer de manière différenciée.

➔ **Le PE connaîtra une très forte croissance entre 2010 et 2013 (660 ktpa), soit plus de 40% des capacités mondiales de production de résines biosourcées. Selon ces estimations, le PE deviendrait le plastique biosourcé le plus produit en 2013 (position actuelle de l'amidon).**

(i) PA

Les PA11 et des PA610 ont été biosourcés au niveau industriel sans attendre la prise de conscience relative au contexte de raréfaction des ressources fossiles, le biosourçage des autres polyamides étant actuellement au stade de la R&D. Ces plastiques sont utilisés pour des pièces techniques et des applications à forte valeur ajoutée dans les secteurs de l'automobile, de l'emballage, de l'électronique ou encore dans le domaine sportif. Le secteur automobile consomme 40% des PA produits, cette part étant croissante.

Leur capacité de production mondiale est d'environ 60 ktpa et elle ne devrait pas évoluer à court / moyen terme du fait de leur coût de production encore élevé. Le chimiste français ARKEMA produit notamment du PA11 (Rilsan®) et du PA610 et possède des capacités de 22 ktpa, soit plus d'un tiers des capacités mondiales. Les deux tiers restants sont le fait de trois grands groupes : DUPONT (20 ktpa) qui a par ailleurs créé la division « Dupont Renewable Sourced Material » en 2007, BASF (capacités de production de PA610 d'environ 10 ktpa) et TORAY (10 ktpa).

(ii) PUR

La synthèse du PUR implique un isocyanate (actuellement produit à partir de ressources fossiles) et un polyol (biosourcé à partir de ressources oléagineuses ou sucrières). La majorité du PUR biosourcé est commercialisé sous forme de mousse flexible pour la production de matelas, de sièges d'automobile, de meubles, ou de mousse rigide pour l'isolation dans le bâtiment. Certains grades peuvent être, dans une moindre mesure, adaptés aux procédés d'injection, la résine pouvant être moulée par injection, par soufflage, ou encore extrudée.

Le PUR partiellement biosourcé est commercialisé à une faible échelle et ne semble pas excéder 20 ktpa, sans évolution significative à court terme, la demande 2009 de PUR en Europe atteignant 3 000 ktpa en 2009[37]. Parmi les acteurs concernés, on compte BIO-BASED TECHNOLOGIES, BAYER, MITSUI CHEMICALS ou encore MERQUINSA.

[37] « Plastics – the Facts 2010. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009 » European Plastics Industry, septembre 2010

(iii) PE

Le PE biosourcé est produit à l'échelle pilote à partir de canne à sucre par BRASKEM, les capacités de 200 ktpa étant opérationnelles fin 2010 la demande 2009 de PE avoisinant 13 000 ktpa[38] en Europe. Cet acteur sera ainsi le premier à produire à un niveau industriel avec une production 2011 déjà destinée à de multiples marchés, dont l'emballage et l'automobile (TOYOTA, TETRA PACK, P&G,etc.). On note, au niveau français, la présentation au salon Pollutec de bacs roulants (poubelles) conçus par PLASTIC OMNIUM en PE biosourcé.

DOW CHEMICAL prévoit également la construction de capacités de 400 ktpa[39], augmentant les capacités mondiales à environ 600 ktpa d'ici 2013. Néanmoins, et bien que de nombreuses ressources soient utilisables, la canne à sucre brésilienne demeure la seule matière première considérée pour des raisons de disponibilité (taille des exploitations brésiliennes et rythme annuel des récoltes annuelles) et de coûts (notamment de la main d'œuvre). Cette ressource est donc aujourd'hui la seule ressource rentable pour la production de PE biosourcé.

(iv) PET

En 2009, la demande européenne de PET a atteint environ 3 500 ktpa. La synthèse du PET implique la polycondensation de bioéthylène glycol et d'acide téréphtalique. L'origine végétale du PET peut donc être issue de deux molécules :

- Acide téréphtalique : la synthèse des dérivés aromatiques à partir de ressources renouvelables est complexe et son biosourçage est au stade de la R&D, de nombreux chimistes investissant actuellement (DOW CHEMICAL, DSM, DUPONT, ROHM & HAAS, etc.). Différentes voies ont ainsi été décrites pour le biosourçage de l'acide téréphtalique[40] mais elles ne semblent pas compétitives économiquement, le développement de sites pilotes n'étant envisagé qu'à long terme.

[38] « Plastics – the Facts 2010. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009 » European Plastics Industry, septembre 2010

[39] JV avec Crystalsev, producteur d'éthanol brésilien.

[40] A partir des terpènes (matière première : huiles essentielles), de cuminol (matière première : essence de cumin), etc. Une autre voie possible de biosouçage serait la substitution de l'acide téréphtalique par l'acide 2,5 furanedicarboxylique à la structure comparable, les voies de biosourçage à partir de glucose et fructose étant bien connues.

- Bioéthylène glycol : cette molécule est synthétisée à partir de bioéthylène, tout comme le PE. Les voies économiquement viables de biosourçage du bioéthylène glycol sont donc similaires à celle du PE. L'année 2010 a vu apparaître sur le marché européen des bouteilles en PET biosourcé jusqu'à 30%, commercialisées par COCA-COLA (Plant Bottle®) et DANONE.

(v) Autres résines biosourcées, non commercialisées en 2010

✓ PP

Le PP est basé sur le propylène, deuxième building block le plus utilisé après l'éthylène. Le biosourçage du propylène semble toutefois plus complexe que celui de l'éthylène. Le PP biosourcé est à un stade de développement charnière, les acteurs les plus avancés sur le sujet étant BRASKEM, annonçant une production de 30 ktpa dès 2012 et HONDA qui envisagerait la construction d'un site pilote dès 2011. La demande européenne de PP avoisine les 8 500 ktpa en 2009[41].

✓ PBS

Aucun acteur ne produit actuellement de plastiques à base de PBS biosourcé. Les capacités mondiales de production de PBS ne dépassent pas 10 ktpa et sont concentrées en Asie, avec des acteurs tels que le japonais SHOWA, le chinois KINGFA ou le coréen IRE CHEMICAL. Ses propriétés sont sa biodégradabilité, sa facilité de mise en œuvre et sa flexibilité. Il est potentiellement 100% d'origine renouvelable.

La production biosourcée d'acide succinique[42], building block du PBS, en est en effet à un stade amont de production, le premier pilote ayant été créé par AJINIMOTO et les suivants étant actuellement créés en Europe. ROQUETTE et DSM ont, par exemple, annoncé un pilote de 0,1 ktpa opérationnel en 2010, ce qui est également le cas de BASF SE et CSM, tous deux ayant annoncé en octobre 2009 leur coopération *via* leur filiale respective BASF Future Business et PURAC pour le développement de la production d'acide succinique biosourcé. De plus, BIO-AMBER (joint-venture de DNP et d'ARD) a annoncé la

[41] « Plastics – the Facts 2010. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009 » European Plastics Industry, septembre 2010

[42] L'acide succinique est également à la base du BDO, lui-même building block du PBS.

création d'une usine de démonstration d'acide succinique biosourcé avec une production industrielle devant débuter en 2011. Comme pour d'autres « building blocks », les acteurs se concentrent dans un premier temps sur les voies les plus accessibles de synthèse de l'acide succinique, en utilisant de l'amidon ou du sucre (à l'image de DNP), mais s'intéressent également à l'utilisation de la cellulose. Notons également que Mitsubishi a annoncé une unité de production de PBS utilisant l'acide succinique biosourcé avec une capacité de 10ktpa pour 2010 avec une augmentation à100 ktpa pour 2015.

- ✓ **PVC**

La demande européenne de PVC a atteint environ 5 000 ktpa en 2009. A l'instar du PE, le PVC est obtenu à partir d'éthylène, l'arrivée sur le marché d'éthylène biosourcé permettant ainsi le biosourçage du PVC. Seul SOLVAY s'est officiellement positionné en 2008 en annonçant un investissement de 135 M$ dans l'objectif qu'un tiers de sa production annuelle de 360 ktpa de PVC soit biosourcé. Les capacités de production de PVC biosourcé de SOLVAY s'élèverait à 60 ktpa d'ici 2013, cette production se basant sur l'utilisation de cannes à sucre brésiliennes.

- ✓ **PS**

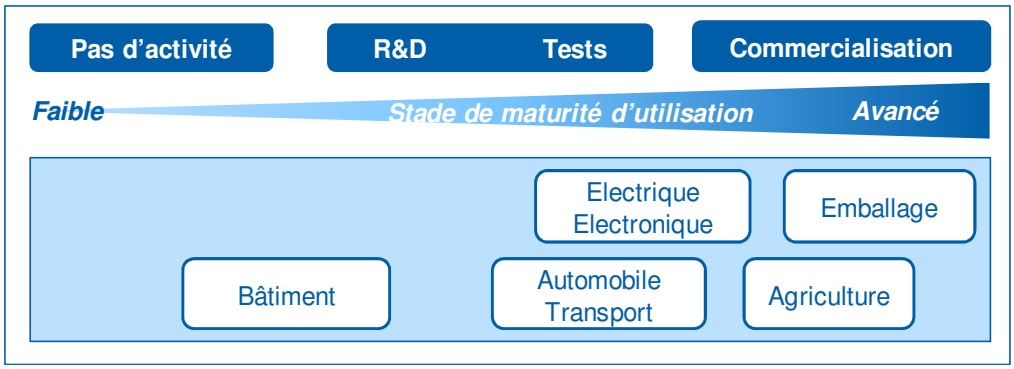
Le PS actuellement sur le marché est d'origine pétrochimique et produit à hauteur de 3 500 ktpa en 2009. Le biosourçage du PS en est en effet au stade R&D. A l'instar du PET, si le biosourçage partiel est possible, la synthèse de dérivés aromatiques à partir de ressources renouvelables est trop complexe pour qu'une disponibilité commerciale à grande échelle ne soit envisagée avant une dizaine d'années. Aucun acteur n'est actuellement positionné de manière officielle.

III. Retours des marchés quant à l'adoption des plastiques biosourcés

III.1. Préambule

Les secteurs considérés sont basés sur la vision de la Fédération de la Plasturgie : l'agriculture, les transports (automobile, ferroviaire), l'électronique / électrique, l'emballage, ainsi que le bâtiment[43]. Ils présentent des niveaux de maturité et d'adoption variés de plastiques biosourcés, représentés dans la figure 15 qui indique l'avancée moyenne des secteurs au regard de l'utilisation de ces matériaux innovants :

Figure 15 : Niveau de maturité d'utilisation des résines biosourcées par différents secteurs



Nombreux sont les utilisateurs évoquant l'existence d'un cercle vicieux propre à beaucoup de filières innovantes : entre faibles capacités, coûts de production importants et demande « frileuse », la situation ne semble pouvoir se débloquer d'elle-même, malgré une évolution relative de l'offre des plastiques biosourcés.

Les industriels interrogés témoignent de manière quasi unanime d'**une situation qui a peu évolué au cours des dernières années**, même si un changement de mentalité de la part de certains acteurs a été observé durant l'étude, avec un intérêt spécifique pour des applications premium.

[43] Notons que d'autres secteurs peuvent également être d'intérêt pour le développement des plastiques biosourcés et ne doivent pas être écartés des réflexions. C'est en particulier le cas du mobilier urbain, des sports et loisirs, de l'aéronautique ou encore du secteur des jeux et jouets, etc.

Les freins cités concernent tant l'offre que la demande et sont majoritairement liés aux éléments suivants :

- **Les coûts plus élevés** des plastiques biosourcés par rapport aux plastiques conventionnels. Au-delà du prix des matières premières, cette différence est due à leur faible échelle de production, ainsi que la nécessité d'adapter l'outil de production et de transformation. L'adoption de nouveaux matériaux, qu'ils soient biosourcés ou non, implique en effet l'utilisation d'outils dédiés, ainsi que la réalisation de nouveaux tests de conformité. De tels essais peuvent selon les cas être de grande ampleur en raison des échelles de production concernées et cela même dans le cas de restriction à des gammes spécifiques de produits.
- **Le manque de technicité de certains plastiques biosourcés**, beaucoup d'acteurs travaillant sur les voies d'amélioration des caractéristiques techniques, notamment en développant des grades à façon, des additifs, etc., et en ouvrant de nouveaux champs d'application, notamment dans le packaging et l'automobile.
- Une inquiétude concernant **la disponibilité des matériaux** du fait d'une offre insufisamment développée et d'un faible nombre de fournisseurs. Si cette situation semble évoluer pour le PLA du fait de l'arrivée de nouveaux fournisseurs, notamment asiatiques, le nombre d'acteurs impliqués dans l'amélioration des propriétés techniques est encore faible.
- **L'origine des matières premières**, certains industriels craignant l'amalgame quant à l'utilisation de ressources végétales à vocation alimentaire ou à l'utilisation de ressources OGM.
- **Des filières de gestion de fin de vie** peu développées et ne permettant pas ou peu de valoriser les plastiques biosourcés recyclables et compostables.

En outre, **les retombées commerciales** ne sont pas évidentes pour les acteurs interrogés. Typiquement dans l'automobile, la nature et la composition des matériaux intérieurs ne sont pas des facteurs d'achat. *A contrario*, l'impact commercial semble plus aisément prédictible dans la cosmétique, en particulier pour des produits haut de gamme. La perception du consommateur est donc un facteur clé. Certaines études ont ainsi cherché à apporter des éléments de réponse. L'une d'elles, réalisée sous l'égide de l'association Passion Céréales et le Club Bio-plastiques, estime que 39% des français sont prêts à payer plus

cher un plastique biodégradable et que 67% d'entre eux accepteraient de payer au moins 20% de plus pour un produit d'une valeur de 5€[44].

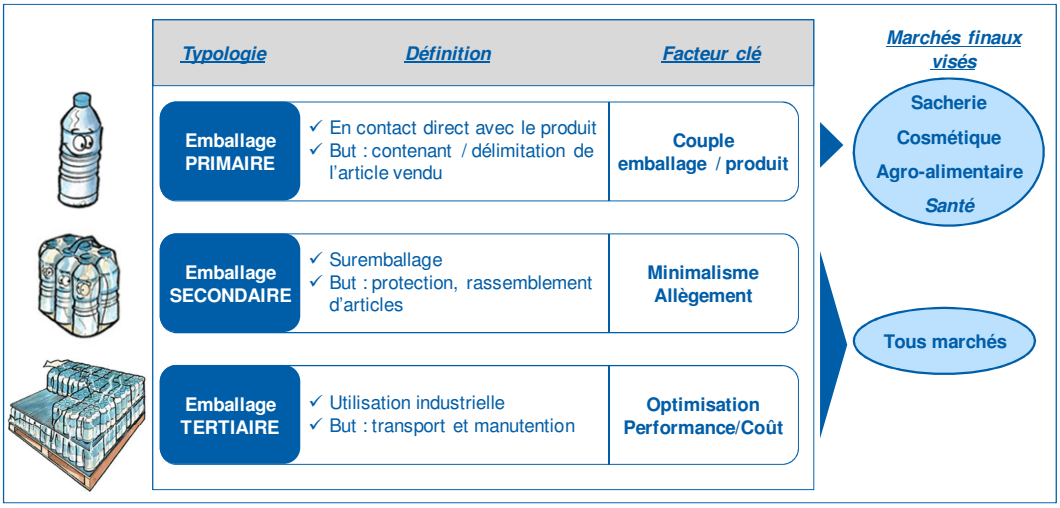
Notons enfin que la longueur de la chaîne de production amène à un manque de visibilité concernant l'offre et la demande et ce, pour l'ensemble des acteurs interrogés.

III.2. Emballage

> ➔ **L'emballage est le secteur le plus avancé en termes d'intégration de plastiques biosourcés.**

L'emballage est le plus avancé en termes d'adoption de plastiques biosourcés, avec de nombreux produits disponibles sur le marché. Ce secteur est caractérisé par différentes typologies d'emballage, comme le montre la figure suivante :

Figure 16 : Caractérisation des différentes typologies d'emballage



[44] Etude quantitative « Perception des bioplastiques par le grand public » BVA, 2010.

- Les **emballages primaires** (en contact direct avec le produit) présentent le meilleur potentiel d'intégration des résines biosourcées. Le couple emballage-produit est clé, l'emballage ne pouvant peser significativement sur le coût de production de l'ensemble.

- Les **emballages secondaires** (suremballage protégeant et rassemblant les produits) présentent un intérêt moindre du fait des contraintes d'allègement prises en compte par la majeure partie des industriels, au regard des enjeux sociétaux et environnementaux.

- Les **emballages tertiaires** (servant au transport et à la manutention de nombreux produits industriels) ne sont pas un marché cible des plastiques biosourcés. Les propriétés requises en termes de résistance mécanique et thermique et l'efficacité de la filière de recyclage actuellement en place rendent la profession peu encline à développer ou à adopter de nouveaux matériaux.

➔ **De nombreux produits commercialisés contenant des plastiques biosourcés sont recensés dans l'emballage primaire avec des premiers succès commerciaux dans l'agro-alimentaire.**

La sacherie est le premier secteur à avoir utilisé des plastiques biosourcés dans des volumes significatifs, avec de nombreux produits disponibles (sacs de magasin, sacs à déchets, sacs de collecte de déchets fermentescibles, etc.). Malgré quelques écueils lors de premières commercialisations (notamment d'Innocent Drinks), le secteur agro-alimentaire a persévéré dans l'intégration de résines biosourcées au sein de l'emballage primaire de ses produits.

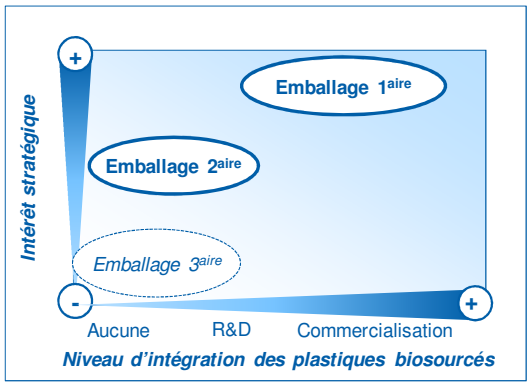
C'est ainsi le cas de COCA COLA ENTREPRISE qui a sorti en novembre 2009 la « Plant Bottle » sous différentes marques, dont Coca-Cola (Danemark, Canada et USA) avec des lancements prévus sur de nombreux marchés pour 2010 (Brésil, Japon, Mexique, ainsi qu'à l'Expo de Shanghai 2010). Cette bouteille est en PET biosourcé (jusqu'à 30%) obtenu à partir de canne à sucre brésilienne. Cette bouteille n'est pas encore commercialisée en France, mais pourrait l'être dans les cinq années

à venir. Citons également la nouvelle bouteille Volvic 50cl (DANONE) intégrant du PET biosourcé et 25% de PET recyclé.

Si aucun produit n'a été commercialisé dans les dernières années en cosmétique, le secteur continue à s'intéresser à ces résines, comme en témoigne l'adhésion en 2010 de L'Oréal à la chaire Bioplastiques des Mines Paris Tech, basée au CEMEF (Centre de Mise en Forme des Matériaux). La labellisation de projets collaboratifs témoigne également de cette dynamique. Citons le projet EMAC, porté par LACTALIS et co-labellisé par IAR, Plastipolis et Vitagora, ayant pout but de développer des emballages actifs biodégradables pour la conservation des propriétés organoleptiques des produits frais, ainsi que le projet THALIA 2, porté par ALCAN PACKAGING, également co-labellisé par IAR et Plastipolis, ayant pour objectif de mettre en place des solutions innovantes pour le développement de produits éco-conçus, au moyen d'un outil d'éco-conception permettant de combiner des designs innovants avec des nouveaux matériaux adaptés, d'apporter des gains environnementaux tout en respectant les exigences fonctionnelles et techniques des produits concernés, et de prendre en compte les contraintes économiques et sociétales du marché. Aucune concrétisation sur le marché n'est toutefois encore visible.

➔ **Les freins demeurent néanmoins encore importants et le niveau d'intégration des plastiques biosourcés faible.**

Malgré ces premiers succès, l'intégration des plastiques biosourcés est encore limitée. Cela est d'autant plus le cas pour les plastiques sans équivalent pétrochimique, qui nécessitent la réalisation de nombreux tests réglementaires.



Sur le plan technique, les professionnels sont encore déçus des résultats. La multiplicité de procédés devant être testée en fonction du produit (injection, ISBM, extrusion-soufflage, etc.) l'explique en partie. Ces retours sont néanmoins à tempérer car la plupart des tests effectués depuis plusieurs années l'ont été sur du PLA ou de l'amidon, sans que le transfert de connaissances concernant la matière soit suffisant et sans que l'outil de production ait réellement été adapté. Ils témoignent donc surtout de

l'émergence de l'utilisation de plastiques biosourcés et du spectre de propriétés limité qui ne répond qu'à une gamme étroite de produits d'emballage.

Au-delà même des freins techniques, les acteurs sont généralement confrontés aux difficultés suivantes :

- Le changement d'outil industriel de production ou transformation, les tests de conformité étant à réaliser au préalable. Les essais sont de grande ampleur pour le marché agroalimentaire en raison de l'échelle de production considérée, l'impact de ce frein étant moindre pour le marché cosmétique du fait de la possibilité de viser des gammes restreintes destinées à des consommateurs sensibilisés.
- Les craintes générées par le contact alimentaire pour le marché agroalimentaire (alimentarité), ce frein étant d'autant plus fort si l'on considère l'utilisation de matières premières OGM. C'est la raison pour laquelle les groupes industriels affichent généralement la volonté de se limiter aux co-produits de l'agriculture pour ne pas rentrer en compétition frontale avec des ressources utilisées à des fins alimentaires (craintes de possibles dérives en termes de communication). D'autres solutions complémentaires existent, comme celle visant à créer des multi-couches limitant le contact.

III.3. Agriculture

Le secteur agricole a atteint le stade de commercialisation des plastiques biosourcés, même s'il se limite, pour des raisons de coût, à un marché de niche.

> ➔ **Les secteurs agricole et horticole se sont très tôt intéressés aux plastiques biosourcés pour leurs propriétés de biodégradabilité.**

La biodégradabilité en sol est pertinente pour les films de paillages, ficelles ou clips utilisés pour les cultures, fabriqués principalement à partir de PE. Leur retrait après usage est en effet coûteux puisque les Films Plastiques Agricoles Usagés (FPAU) souillés nécessitent d'être transportés et lavés, ce qui représente ainsi un coût non négligeable de recyclage (l'incinération et l'enfouissement

étant interdits). Les résines actuellement utilisées sont majoritairement biosourcées avec de l'amidon, disposant d'excellentes propriétés de biodégradabilité[45]. Notons également que si leur usage s'est développé au sein des pays occidentaux, la Chine s'intéresse également aux résines biosourcées biodégradables et à leurs applications agricoles, ce qui peut constituer à terme des opportunités pour les producteurs français.

Une autre catégorie de produits, relatifs au secteur de l'horticulture, a également atteint un stade de commercialisation. Certains pots, cache-pots et soucoupes, dont la valeur ajoutée se situe davantage au niveau marketing dans la cohérence du produit avec son environnement, intègrent en effet des plastiques biosourcés et biodégradables. L'origine des matières premières a alors autant d'importance que la fin de vie des matériaux.

➔ **L'intégration des polymères biosourcés dans les secteurs agricole et horticole est majoritairement limitée par leur coût.**

Peu de freins techniques sont répertoriés dans ces secteurs d'application. Cela est d'autant plus le cas que l'adaptation des procédés (notamment d'extrusion soufflage) est assez faible, les facteurs clés de leur utilisation résidant dans leur iso-performance durant la période de paillage et dans la maîtrise de la durée de dégradation en fonction du type de culture.
Le surcoût (facteur de 4 à 6 fois) demeure le frein limitant à une plus large diffusion pour un secteur à faible valeur ajoutée, même s'il est partiellement compensé par l'absence des frais de ramassage et transport. Certains industriels utilisent ainsi des chutes de plastiques biosourcés destinés à l'industrie agroalimentaire qui ne peut pas les réutiliser pour des raisons d'hygiène, afin de diminuer les coûts de production.

[45] La biodégradabilité en sol est moins aisée qu'en compost et nécessite donc des matériaux présentant un profil adéquat.

➔ **C'est le contexte réglementaire qui a favorisé l'essor des plastiques biosourcés dans le secteur agricole, la biodégradabilité étant une fonction à part entière.**

Les mesures réglementaires encadrant l'utilisation de plastiques dans le secteur agricole portent sur la gestion de fin de vie. La biodégradabilité, régie par la norme NFU 52-001 portant sur la conformité de la biodégradabilité et de l'absence de toxicité du matériau, est une option de fin de vie à développer en parallèle du recyclage. Ce dernier fait par ailleurs l'objet du développement d'une filière dédiée par le Comité de Plastiques en Agriculture, dans le cadre de la démarche « Agriculture, plastiques environnement »[46].

Eléments de contexte réglementaire relatifs à la fin de vie de matériaux dans l'agriculture

- **Loi n°92-646 du 13 juillet 1992 :** fixation d'une échéance d'interdiction au 1er juillet 2002 de stocker en centre d'enfouissement technique des déchets non ultimes (déchets susceptibles d'être traités ou valorisés dans les conditions techniques et économiques du moment, selon l'article L541-24 du Code de l'Environnement).
- **Directive européenne n°99/31/CE du 26 avril 1999** : objectifs de réduction des quantités de déchets municipaux biodégradables enfouis en décharge.
- **Arrêté du 21 août 2007** : application obligatoire de la norme NFU 44-051, relative aux amendements organiques, introduisant de nouvelles exigences concernant l'innocuité du compost.

[46] Cette action a été soutenue par l'ADEME par le biais d'une dotation de plusieurs millions d'euros sur cinq ans.

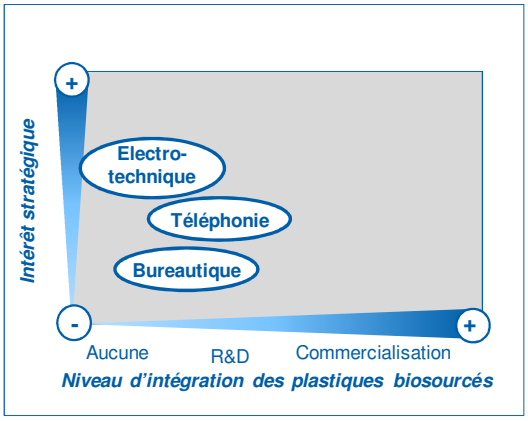
III.4. Electronique / Bureautique / Electrotechnique

➔ Si la réglementation fournit un cadre fort de réduction de l'impact environnemental…

La nature des matériaux, l'efficacité énergétique des produits et la gestion du recyclage en fin de vie sont régis par la réglementation européenne, que nous reprenons succinctement dans le tableau suivant :

2005 DEEE	Directive 2002/96/CE concernant les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE) et garantissant l'efficacité de la collecte et du recyclage des équipements en fin de vie.
2006 RoHS	Directive 2002/95/CE portant sur la restriction d'utilisation de certaines substances dangereuses et sur l'amélioration du processus de recyclage, en complément de la Directive DEEE.
2007 REACH	Règlement cadre REACH (enregistrement, évaluation, autorisation et restrictions des substances chimiques) portant sur les substances chimiques et visant à garantir l'enregistrement d'environ 30 000 des substances les plus souvent utilisées, ainsi que des nouvelles substances, accompagné de données de sécurité appropriées.
2007 EuP	Directive 2005/32/EC portant sur les produits utilisant de l'énergie (EuP) et l'écoconception, visant l'efficacité énergétique d'un produit tout au long de son cycle de service, depuis l'extraction des matières premières jusqu'au recyclage en fin de vie.
2008 Batteries	Directive 2006/66/EC (sur les batteries) visant à interdire de manière effective le cadmium, sauf dans certaines exemptions, et à améliorer l'étiquetage et le recyclage efficace des batteries en fin de vie.
2009 ErP	Directive 2009/125/EC relative aux « Energy Related Product » : a remplacé la Directive 2005/32/EC en élargissant le spectre des produits sur lequel elle porte.

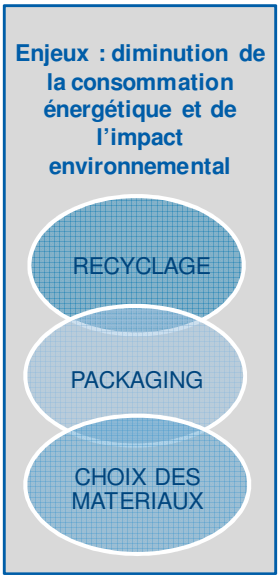
➔ **… seuls quelques produits de téléphonie et de bureautique intègrent des plastiques biosourcés, les acteurs se concentrant sur la diminution de la consommation d'énergie des produits en phase d'utilisation.**



La téléphonie et la bureautique sont les premiers marchés du secteur à commercialiser quelques produits intégrant des plastiques biosourcés, sans qu'il y ait toutefois de signes indiquant la possibilité d'une adoption plus massive. L'intégration de plastiques biosourcés n'est qu'une option d'une stratégie environnementale plus large.

La **téléphonie** est un marché dynamique où l'innovation est prédominante et propice à l'intégration de nouveaux matériaux. Ainsi, les acteurs ont intégré des plastiques recyclés ou biosourcés dans les coques des téléphones et testent ces offres auprès des consommateurs. Néanmoins, l'utilisation de plastiques recyclés est privilégiée dans le cadre de leur approche globale environnementale, les acteurs considérant que le gisement de déchets est énorme et le recyclage, bien plus efficace.

Certains acteurs ont lancé des produits sur le marché, en particulier NOKIA avec son Nokia 3110 Evolve, dont 50% de la coque est en plastique biosourcé. SAMSUNG a également lancé son SCH-W510 dont le cache-batterie utilise du plastique biosourcé (maïs) et MOTOROLA a entamé des réflexions pour intégrer des polymères biosourcés dans les coques de portables.



De la même manière, la **bureautique** s'intéresse aux plastiques biosourcés comme une option s'intégrant dans le cadre d'une approche globale environnementale, sans être aujourd'hui une piste majeure. La diminution de la consommation énergétique est un enjeu majeur, mais au-delà, la logique de recyclage (démontage et recyclage de plus de 1 400 000 cartouches d'encres en Europe en 2009), la diminution des emballages secondaires (HP diminue de 97% l'emballage des ordinateurs portables pour Wal-Mart, les sachets étant en plastiques recyclés) et le choix des matériaux impactent également l'empreinte de ces produits.

Quelques exemples pour le choix des matériaux :

- Bois : ASUS Eco book, DELL Studio Hybrid, FUJISTSU Laptop, etc.
- Plastiques recyclés : IBM / LENOVO avec son ThinkPad en plastique recyclé à 18% ; programme de recyclage chez HP : cartouches d'encres en plastiques recyclés (70 à 100%), etc.
- Plastiques biosourcés : utilisation d'Ecodear par CANON dans son nouveau ImageRUNNER ADVANCE photocopiers, co-développé avec TORAY et contenant plus de 25% de PLA47 ; ASHELVEA (start-up française) commercialisant un PC à la coque en plastique à base de PLA nommé EVOLUTIS.

L'électrotechnique est encore à un stade plus amont, les acteurs définissant encore leurs stratégies environnementales : **i)** d'efficacité énergétique avec la mise au point d'outils : « SIEMENS A&D: Energy Management Systems », adoption en 2009 du standard SN 36350 (impliquant une déclaration environnementale du produit final), **ii)** de recyclage, LEGRAND ayant mis en place des partenariats pour le recyclage d'équipements « usagers » et **iii)** d'analyse du cycle de vie, SIEMENS ayant par exemple adopté un outil dédié (PLM). Néanmoins, peu d'acteurs semblent véritablement impliqués, à l'exception de LEGRAND ou de SCHNEIDER ELECTRICS. Ce dernier est notamment impliqué dans des projets de recherche avec le CEMEF (avec

[47] Susceptible de remplacer le PVC traditionnellement utilisé pour fabriquer les coques des appareils électroniques : PC, téléphones, télévisions, imprimantes, etc. D'après la communication de CANON, ce plastique biosourcé dégage 20% de CO_2 en moins qu'un plastique traditionnel et a passé les tests d'inflammabilité qui permettent de l'utiliser pour la production de certains appareils électroniques.

ARKEMA, NESTLÉ, L'ORÉAL et PSA) pour la mise au point de nouveaux matériaux issus de la biomasse (cellulose, lignine, fibres végétales) ou obtenus par voies biotechnologiques, ainsi que dans le programme BIOFUN / BIOPRO avec BASF pour développer du PHB.

> ➔ **Les freins à l'adoption de plastiques biosourcés sont avant tout de nature technique, faute de développements suffisants de la part des acteurs.**

C'est la **difficulté de justifier du bénéfice environnemental auprès des consommateurs** qui limite fortement les acteurs dans leurs développements : tous confirment qu'il n'y a pas de préoccupation pour la composition des matériaux et cela même si une communication sur la toxicité des plastiques pourrait théoriquement être un facteur d'adoption. Cela explique en grande partie que la stratégie des acteurs soit presque exclusivement centrée sur la diminution de la consommation énergétique pour laquelle il est plus facile de communiquer. L'absence de labels propres aux équipements électrotechniques a également été citée, ainsi que la fiabilité de la filière d'approvisionnement, posant ainsi des questions de disponibilité.

Faute de développements suffisants, les plastiques biosourcés ne répondent pas aux exigences techniques et esthétiques. Les freins techniques concernent essentiellement les propriétés de résistance au feu, de tenue thermomécanique et de durabilité. Les freins esthétiques sont également importants avec l'apparition de retassures (hétérogénéité d'épaisseur et circonvolutions) impropres au design recherché. Notons que l'ensemble de ces freins peuvent être *a priori* résolus par des développements appropriés ce que concèdent les acteurs interrogés.

III.5. Transport (automobile / ferroviaire)

➔ **Les plastiques biosourcés intègrent les plans matériaux des acteurs du transport dans un contexte réglementaire fort.**

Le secteur des transports est fortement encadré d'un point de vue réglementaire, qui évolue vers la prise en compte de problématiques de santé - environnement. Ceci incite les industriels à adopter des démarches globales d'éco-conception : objectifs de réutilisation, valorisation ou recyclage, problématiques d'émissions de CO_2, typologies de matériaux, etc.

Eléments réglementaires dans le secteur des transports

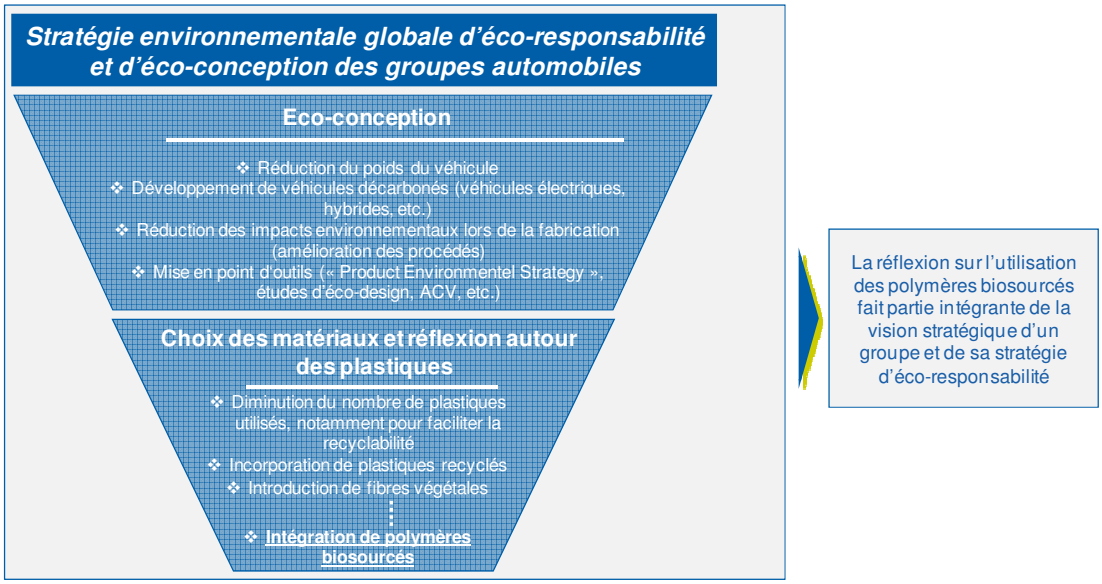
- **Directive 2000/53/CE du 18 septembre 2000 (VHU) :** concerne la dépollution systématique avant élimination et augmentation de la réutilisation : valorisation ou recyclage des composants, avec des objectifs de taux de recyclage de 80% et de valorisation de 85%. Les nouveaux objectifs à l'horizon 2015 augmentent respectivement à 85% et 95%.
- **Directive 2003/30/CE du 8 mai 2003 :** porte sur l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports.
- **Directive 2004/42/CE** (entrée en vigueur le 1er Janvier 2007 et modifiant la Directive 1999/13/CE) : vise à diminuer les émissions de COV en stipulant une teneur maximale selon les produits utilisés dans les véhicules légers, utilitaires, poids lourds et autocars.
- **Directive 2006/40/CE du 17 mai 2006 :** régit les émissions provenant des systèmes de climatisation des véhicules à moteur.
- **Règlement cadre REACH** (entrée en vigueur le 1er juin 2007).
- **Etc.**

➔ **L'automobile intègre de plus en plus de plastiques recyclés, biosourcés, ainsi que des fibres naturelles.**

Dans le secteur automobile, l'adoption de plastiques biosourcés s'inscrit dans une approche intégrée de réduction d'impact environnemental et d'éco-conception tendant à la réduction du poids des véhicules, le développement de motorisations plus économes, de carburants alternatifs, etc. En priorité, sont traités la diminution de l'impact environnemental global, notamment par la réduction du poids et de la consommation, suivie du respect des normes de recyclabilité et de traitement des déchets (en respect des Directives VHU -

DEEE), puis la diversification de matériaux, notamment pour un affranchissement progressif vis-à-vis des ressources fossiles.

Figure 17 : Stratégie globale des industriels de l'automobile en matière de réduction d'impact environnemental

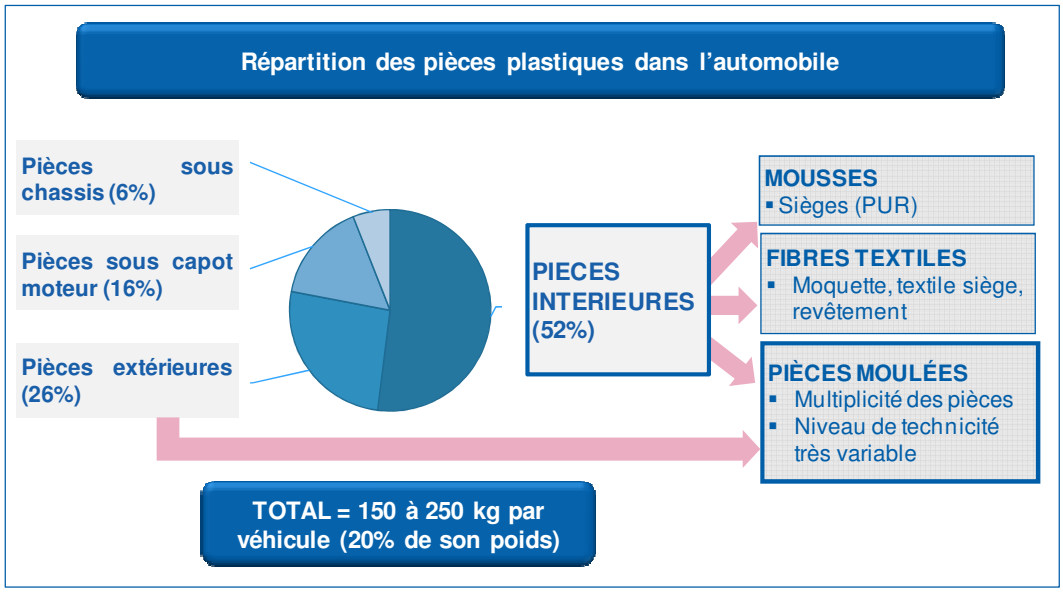


Sans être prioritaires, les polymères biosourcés font partie intégrante de la stratégie de diversification des matériaux des groupes. Deux axes sont privilégiés : **i)** la diminution du nombre de plastiques utilisés pour faciliter la recyclabilité et **ii)** l'incorporation de plastiques recyclés, de fibres végétales et de plastiques biosourcés (les volumes de plastiques recyclés étant plus importants que celui des plastiques biosourcés). Dans une approche d'impact carbone la plus faible possible, les équipementiers français semblent ainsi développer les matériaux recyclés dans une optique à court / moyen terme et les matériaux biosourcés à moyen / long terme. De la même manière, PSA souhaite substituer les matériaux traditionnels par des matériaux biosourcés avec l'objectif de passer d'un taux moyen de 7% en 2010 à 30% d'ici 2015.

Comme le montre la figure 18, il existe dans un véhicule trois types de pièces pouvant intégrer des polymères biosourcés : les fibres textiles, les mousses et les pièces moulées. Ces dernières sont de niveaux de technicité très variables, et le développement actuel des plastiques biosourcés est actuellement suffisant pour des pièces de technicité faible. Les matériaux plastiques représentent 150

à 250 kg[48] par véhicule, la majorité étant utilisée au sein de pièces intérieures, majoritairement des pièces moulées.

Figure 18 : Répartition des pièces plastiques dans l'automobile



De nombreux constructeurs s'impliquent ainsi depuis plusieurs années dans l'intégration de plastiques biosourcés, TOYOTA étant pionnier en la matière. Ce dernier a en effet été le premier à embarquer une pièce contenant du PLA et des fibres de kénaf : le cache-roue de la Prius. TOYOYA a par la suite intégré du PLA et des fibres dans diverses pièces, les tapis de sol de la Raum, dans des habillages de portières ou encore le toit translucide du Concept Car 1/X. La Lexus 2010 HS 250h, présentée au salon de Détroit de 2009, substitue près de 30% de ses plastiques intérieurs par des plastiques dits « écologiques » (dont le levier d'ouverture du capot et les coussins en mousse des sièges), TOYOTA ayant également présenté un habillage de portière en fibre de kénaf ainsi que des pièces injectées en PP-kénaf.

[48] Fédération de la Plasturgie

➔ **Au regard de la technicité de certaines pièces, les freins sont encore nombreux et les constructeurs et équipementiers progressent grâce à des démarches collaboratives.**

Les retours concernant la technicité des résines biosourcées sont mitigés, le niveau de performance demeurant insuffisant pour les pièces techniques. Si des solutions sont trouvées pour les pièces non techniques (cache-roues, etc.), dans le cas d'une adaptation des procédés de production, les barrières restent fortes pour les pièces techniques (notamment extérieures). Les équipementiers et constructeurs interrogés soulignent qu'une modification de leur spectre technique est nécessaire, notamment sur les problématiques de choc, de durabilité, de propriétés thermiques, d'odeur ou encore de retard au feu qui restent à ce jour sans réponse adéquate.

Si les plastiques biosourcés peuvent être, pour ces raisons, incorporés au sein de composites (résines biosourcées associées à des fibres naturelles en renfort) afin d'améliorer leurs spectres de propriétés, cela pose d'autres problématiques techniques, telles que la dispersion des propriétés mécaniques, l'optimisation du temps de cycle, le recyclage, etc. Pour autant, les efforts de développement restent nombreux, tant de la part des équipementiers que des constructeurs, et ce dans une logique partenariale (rapidité et efficacité accrues des développements, partage du risque entre les acteurs de la chaîne de production). Les équipementiers s'engagent en effet dans le développement de matériaux biosourcés à la demande des constructeurs, à l'instar de VISTEON, PLASTIC OMNIUM, MECAPLAST et VALEO. Sur le plan international, citons quelques exemples de développements collaboratifs :

- Développement du Biofront® (88% de PLA) par MAZDA et TEIJIN
- Développement de Sorona® par MITSUBISHI et DUPONT
- Développement interne de GSPLa® (PBS et bambou) par HONDA
- Présentation par FORD du Concept Car Model U, en 2003 dont le toit contenait du PLA (partenariat avec NATUREWORKS) et des fibres et partenariat avec LEAR au développement de mousse de PUR, biosourcée à 40%
- Intégration par FIAT de Biofoam®, mousse de PUR biosourcée
- Réalisation par PSA de nombreux tests et évaluations de divers composites pour des pièces intérieures, extérieures et pièces du compartiment moteur

Sur le plan français, cette logique s'observe également au travers de programmes de grande ampleur, tels que BIOMAT[49] et MATORIA[50] (tous deux financés par le FUI).

> **Le coût, la disponibilité et l'acceptation sociale liées aux résines biosourcées constituent également des freins majeurs, dans un contexte où l'impact commercial vis-à-vis du consommateur n'est pas évident.**

Le surcoût et le problème de disponibilité sont deux freins majeurs limitant l'essor des matériaux biosourcés (PHA, PA11, etc.). Le surcoût tient de l'achat même des résines biosourcées, des tests de conformité à réaliser, ainsi que de l'adaptation des outils de production. Ces changements sont nécessairement de grande ampleur dans le domaine de l'automobile au regard des échelles de production concernées. Il s'agit donc d'une problématique majeure, que seule une réelle volonté stratégique peut venir contrecarrer. Si la question de disponibilité vient en second lieu, elle est très fréquemment citée par les industriels qui souhaitent disposer d'une gamme étendue de fournisseurs aux garanties solides. Une situation de quasi-monopole, comme c'est le cas pour le PLA, constitue donc un facteur défavorable à la prise de décision stratégique.

L'acceptation sociétale, notamment vis-à-vis de l'utilisation de ressources agricoles à vocation alimentaire, constitue un frein psychologique à l'adoption, d'autant plus si l'on considère que certains polymères biosourcés sont obtenus à partir d'OGM. C'est la raison pour laquelle les groupes français souhaitent s'orienter voire se limiter aux co-produits de l'agriculture (ou d'autres industries, telle que l'industrie agro-alimentaire) pour ne pas rentrer en compétition frontale avec des ressources utilisées à des fins alimentaires et risquer tout débat et amalgame publics.

Les acteurs interrogés insistent d'autre part sur le fait qu'ils souhaitent éviter les actions de « green marketing », car les consommateurs attendent aujourd'hui de réelles stratégies, au-delà du discours et de la communication. S'ils

[49] Acteurs participant à BIOMAT : FAURECIA, IAR, AFT PLASTURGIE, etc.

[50] Acteurs participant à MATORIA : PSA, les équipementiers VISTEON, PLASTIC OMNIUM, MECAPLAST, VALEO, les chimistes ROQUETTE et ARKEMA, les compounders POLYONE, DEHONDT, les partenaires scientifiques ARMINES, ENSAM, IMP-CNRS, ISPA et PEP, ainsi que les pôles AXELERA, MOV'EO et PLASTIPOLIS.

reconnaissent donc que les plastiques biosourcés peuvent avoir une place en tant que telle, leur intégration ne doit pas être basée sur une vision court terme, d'où la nécessité de communiquer sur un bénéfice environnemental réel. Les acteurs font alors mention du manque de données environnementales tangibles et sur l'hétérogénéité des méthodes utilisées.

Au regard de ces freins, la nature et la composition des matériaux ne constitueront un facteur d'achat qu'au sein d'une offre globale, qui ne peut donc être décorrélée du développement de véhicules décarbonés et de nouvelles générations. L'intégration de matériaux biosourcés est donc plus facilement envisageable pour des véhicules haut de gamme, permettant d'accepter un surcoût de 10%, voire davantage, selon les acteurs interrogés.

➔ **Les acteurs du transport ferroviaire sont suiveurs : ils investissent moins en R&D et s'inspirent des avancées du secteur automobile.**

Si les transports ferroviaires ne sont pas moteurs en matière d'innovation, leurs problématiques et procédés communs avec l'automobile leur permettent de s'inspirer de ses avancées techniques avec, comme principe d'évolution, une veille technologique forte. Les évolutions énergétiques, les logiques de recyclage et les types de procédés sont en effet semblables, les différences se cristallisant principalement autour des volumes (pièces plus volumineuses mais séries de production plus courtes) et des durées de vie (approximativement 30 ans pour un train contre 15 ans pour une voiture).

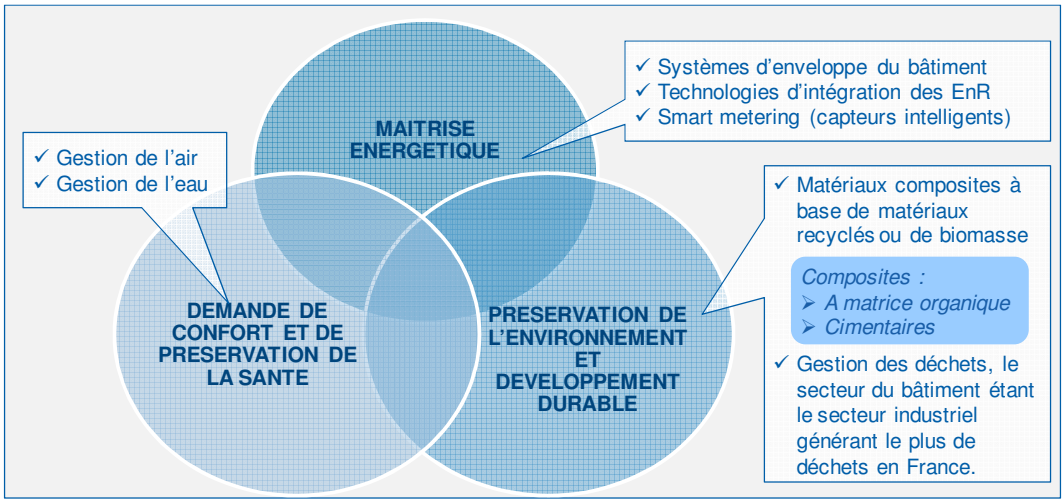
Ainsi, tout matériau candidat pour le secteur automobile peut l'être pour le secteur ferroviaire, le transfert de connaissances et de compétences pouvant s'établir par le biais du recrutement de personnes travaillant dans le secteur automobile, de projets collaboratifs impliquant les deux secteurs et les pôles de compétitivité référents, tels que I-TRANS. Notons enfin que certains acteurs du monde ferroviaire sont détenus par des groupes automobiles, tels que IRISBUS et EVOBUS qui appartiennent respectivement à RENAULT et MERCEDES. Ces transferts de connaissance nécessitent du temps et créent donc un décalage temporel d'intégration des innovations, ce qui explique que le secteur ferroviaire commence seulement à s'intéresser aux plastiques biosourcés.

III.6. Bâtiment (construction neuve et rénovation)

> ➔ **L'évolution du secteur du bâtiment est guidée par des enjeux de consommation énergétique, d'émission de GES, de confort et de santé, ces évolutions étant au cœur du Grenelle.**

Le secteur du bâtiment consomme chaque année 1,2 millions de tonnes de matières plastiques, soit 23% de la totalité des matières plastiques produites en France. Il est responsable de 40% de la consommation d'énergie en Europe (44% en France) et de 40% des émissions de GES en Europe (18% en France)[51]. Il est guidé par trois enjeux majeurs, repris dans la figure 19.

Figure 19 : Enjeux guidant les évolutions du secteur du bâtiment

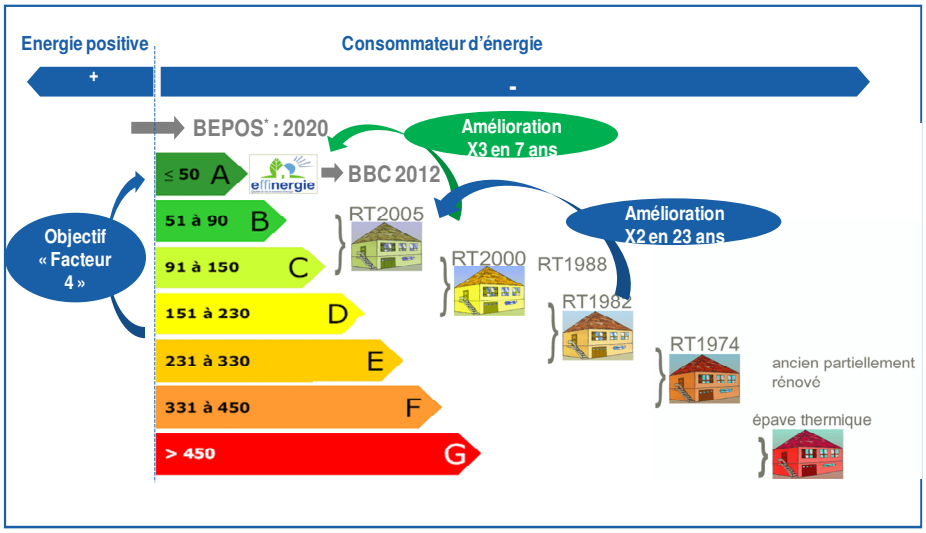


Le Grenelle de l'environnement a consacré le rôle clé au secteur du bâtiment en étoffant considérablement le cadre réglementaire autour des normes Bâtiment Basse Consommation (BBC - 2012) et Bâtiment à Energie POSitive (BEPOS - 2020) dans la perspective d'une division par 4 des émissions de gaz à effet de serre (Plan Bâtiment Grenelle). Le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement l'a par ailleurs considéré dans son étude « les filières industrielles stratégiques de l'économie verte » comme l'une des filières prioritaires en termes de politique industrielle.

[51] « Développer les éco-industries en France » BCG, décembre 2009.

L'évolution requiert l'exemplarité des bâtiments publics, ainsi que la mise en œuvre d'incitations financières et des accompagnements en vue de la généralisation des bâtiments BBC et BEPOS. Si une amélioration par un facteur 2 a été réalisée en 23 ans entre les RT 1982 et 2005, un objectif de facteur 3 a été établi en 7 ans entre les RT 2005 et 2012, témoignant de la volonté politique forte d'amélioration, mais également de l'ampleur du défi à réaliser.

Figure 20 : Objectifs français en matière d'efficacité énergétique du bâtiment



Cette évolution est accompagnée depuis quelques années par la création de nombreux labels énergétiques (Effinergie, Minergie, Green Building, etc.) et environnementaux, ainsi que de systèmes de qualification et certification. Elle engendre un besoin en nouveaux produits plus respectueux de l'environnement et de services. Les matériaux biosourcés permettent dans ce cadre d'adresser l'enjeu de renouvelabilité, ainsi que celui de la recyclabilité dans le cas de la réutilisation de matériaux après récupération et traitement. Ils permettent également d'élargir l'offre de matériaux et d'utiliser des combinaisons de matériaux d'origine végétale, synthétique ou minérale (matériaux composites) pour accroître leurs propriétés.

➔ **Les matériaux biosourcés ne sont aujourd'hui pas développés pour ce secteur, les acteurs de la construction et des matériaux n'étant pas sensibilisés.**

Le bâtiment s'oriente actuellement sur le « smart metering », les technologies d'intégration des énergies renouvelables ou encore la valorisation des déchets. Le secteur est encore peu sensibilisé et peu réceptif quant aux matériaux biosourcés, qui ne constituent pas un axe de recherche privilégié. Les acteurs tels que SAINT-GOBAIN ou LAFARGE ne misent pas encore véritablement sur les résines biosourcées.

C'est la raison pour laquelle l'utilisation de matériaux biosourcés reste cantonnée à quelques maisons écologiques de démonstration, les matériaux étant généralement développés par de petites structures innovantes et des cabinets d'architecte spécialisés. Il est également important de préciser que ce constat concerne tant les matériaux biosourcés, que les matériaux recyclés, pour lesquels l'utilisation permettrait de proposer de nouveaux matériaux, et non simplement des matériaux de récupération. Quelques produits existent donc mais de manière confidentielle : des isolants thermiques à base de polyuréthane recyclé et de liège, ou des résines à base de PE partiellement biosourcées (<30%), telle que celle proposée par Ashland.

Les potentialités sont pourtant nombreuses, d'autant si l'on considère que les matériaux peuvent être d'origines mixtes : recyclé, biosourcé, l'ensemble pouvant être associé à des fibres naturelles (de lin, de chanvre, de bois, etc). Ces dernières permettent un gain technique (bonnes performances thermomécaniques pour l'isolation, faible densité et propriétés mécaniques de renfort) et environnemental (renouvelabilité, bilan carbone neutre, pas de problème de toxicité / allergie, etc.). De tels matériaux permettraient donc d'élargir l'offre et d'utiliser des combinaisons de matériaux d'origine végétale, synthétique ou minérale. De telles possibilités sont, par exemple, particulièrement intéressantes dans le cas de matériaux d'isolation pour réduire les transferts de chaleur par les murs, les toits, les fenêtres, etc. ou encore de matériaux composites utilisés au sein de profilés (fenêtres, barrières, bardage, portails, etc.), d'éléments de béton et de mortier, etc.

➔ **Le frein principal à leur développement réside dans l'inertie au changement, ainsi qu'à de nombreux autres verrous, techniques et réglementaires.**

Les freins ne concernent pas tant les matériaux biosourcés, mais la difficulté d'évolution et d'innovation de ce secteur, ainsi que la nécessaire évolution des métiers et des interactions entre corps de métiers. Si l'intégration de matériaux biosourcés peut constituer une opportunité intéressante sur le plan écologique, elle ne se fera pas sur le court et moyen terme, ce que les acteurs contactés confirment au regard de l'inertie propre à ce secteur.

D'autre part et comme l'indique l'étude « Technologies clés 2015 » de la DGCIS, la règlementation reste peu précise concernant l'utilisation de tels matériaux, les conflits d'usage liés à la disponibilité de la ressource pour les matériaux hors bois, la formation des professionnels, ainsi que le coût engendré par leur utilisation étant également de réelles préoccupations pour les professionnels du secteur. En outre, des verrous technologiques restent à adresser : résistance au feu, à l'humidité, aux attaques des insectes et moisissures, essais thermiques, acoustiques et sismiques, système d'isolation, etc., ces critères étant globalement établis par la Directive Européenne 89/106 (grille d'analyse orientant la conception des produits destinés à ce secteur). La certification (problématique de la garantie décennale) est également un frein pour un tissu d'acteurs essentiellement composé de petites structures.

Afin de prendre en compte le gain environnemental, l'utilisation des matériaux biosourcés devra de plus être réalisée sous des conditions d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) et de la performance. Faute de bases de données fiables, l'évaluation de la performance de ces matériaux et leur intégration seront freinées.

IV. Recommandations sur les leviers incitatifs à mettre en place en France

IV.1. Préambule

La réflexion menée dans cette partie est issue d'un processus incrémental basé sur l'identification de verrous pesant sur la filière française des résines biosourcées, ainsi que celle des leviers associés. En parallèle, un tour d'horizon des leviers incitatifs a été effectué dans les zones géographiques ciblées (Etats-Unis, Chine, Japon et zone Europe). En effet, parmi les pays membres de l'OCDE, les Etats-Unis et le Japon apparaissent comme leaders en matière d'innovation et présentent donc des points de comparaison pertinents pour l'UE et la France. Au regard de la place croissante qu'elle occupe sur la scène internationale, la Chine a été considérée tant du point de vue économique, que du point du développement de filières de la croissance verte.

Ce tour d'horizon a permis, dans une logique de recherche de cas remarquables, de faire émerger des tendances et outils incitatifs pour alimenter l'étude. Au regard des analyses et des enseignements tirés des précédentes parties et étayés d'un éclairage extérieur, le positionnement de la France a été synthétisé à l'aide d'une analyse AFOM (Atouts / Faiblesses / Opportunités / Menaces).

En concertation avec le Comité de Pilotage et en collaboration avec les participants de l'atelier de travail, les réflexions menées ont alors permis d'identifier l'ensemble des verrous agissant tant sur l'offre que sur la demande. Ce travail a été effectué en considérant l'ensemble de la chaîne de production et donc diverses natures de verrous : ceux liés à une étape spécifique, ceux liés à une transition entre plusieurs étapes ou encore les verrous transversaux (pouvant impliquer les consommateurs, la gestion de fin de vie, etc.). Nous nous sommes de plus inscrits dans le contexte européen sous-jacent sur le plan réglementaire.

IV.2. Tour d'horizon des éléments incitatifs concourant à l'essor des résines biosourcées dans les zones géographiques ciblées

IV.2.a. Etats-Unis

➔ **Dans le contexte d'une politique énergétique volontariste, les Etats-Unis ont été pionniers pour développer les produits biosourcés par la mise en œuvre du « BioPreferred Program »[52].**

Les Etats-Unis font preuve d'une politique énergétique volontariste, s'appuyant notamment sur les lois « Farm Security and Rural Investment Act » de 2002 et « Energy Policy Act » de 2005, qui mettent en œuvre une série d'outils incitatifs d'ordre financier. Les objectifs ambitieux du Gouvernement sont concrètement relayés par les financements du « Department of Energy » (DoE) et du « United States Department of Agriculture » (USDA)[53]. Ces entités participent notamment à des financements directs de structures industrielles, comme NATUREWORKS, afin de soutenir certaines filières (les montants s'élevant parfois à plusieurs centaines de millions de dollars).

Au-delà de cette stratégie d'incitations financières, les Etats-Unis ont élaboré le « BioPreferred Program » pour développer les filières de production et l'utilisation des produits biosourcés (« bio-based products »). En cohérence avec la volonté américaine d'indépendance énergétique, seuls les produits issus de ressources renouvelables américaines intègrent ce programme. Le « BioPreferred Program » trouve ses origines à la suite du « Presidential executive Order 13101 » de 1998, intitulé « Greening the Government through waste prevention, recycling and Federal Acquisition », qui véhiculait une volonté forte d'exemplarité du Gouvernement et des agences fédérales. L'Agence

[52] www.biopreferred.gov/

[53] Par le biais de la mesure phare « American Recovery and Reinvestment Act » de 2009, le DoE a attribué 65 Mds$, soit 8% du plan de relance, au secteur de l'énergie. De plus, près de 483 millions de dollars ont été répartis entre quatorze projets de bioraffineries à l'échelle pilote et quatre à l'échelle de démonstration. En parallèle, l'USDA a financé l'orientation stratégique de la recherche américaine afin de développer l'utilisation de la biomasse, notamment en se basant sur le système de prêts du « Biorafinery assistance program », autorisé par le « Farm Bill » de 2008.

américaine de la Protection de l'Environnement (EPA) a ainsi établi des guidelines établissant une liste de produits préférentiels d'un point de vue environnemental. Cette liste, depuis développée par l'USDA, guide la commande publique des agences fédérales pour qu'elles n'achètent que les produits contenant le plus haut pourcentage de contenu biosourcé. En dix ans, le « Farm Bill », politique agricole américaine, a permis d'investir 18 M$[54] pour la mise en œuvre du « BioPreferred Program ».

➔ **Utilisant comme méthode de calcul la norme ASTM D6866, le « BioPreferred Program » est basé à la fois sur une définition large et peu restrictive et sur l'exemplarité de l'Etat.**

Le « BioPreferred Program » a pour objectif de développer la filière des produits biosourcés, grâce à l'élaboration de programmes d'achat préférentiel par les agences fédérales couplée à une démarche de labellisation volontaire pour les industriels (lancement prévu le 21 février 2011).

Figure 21 : Axes du BioPreferrred Program

BioPreferred Program

BioPreferred™

Programme d'achat pour les agences fédérales

- Elaboration des programmes d'achat préférentiel privilégiant les produits biosourcés par les agences fédérales

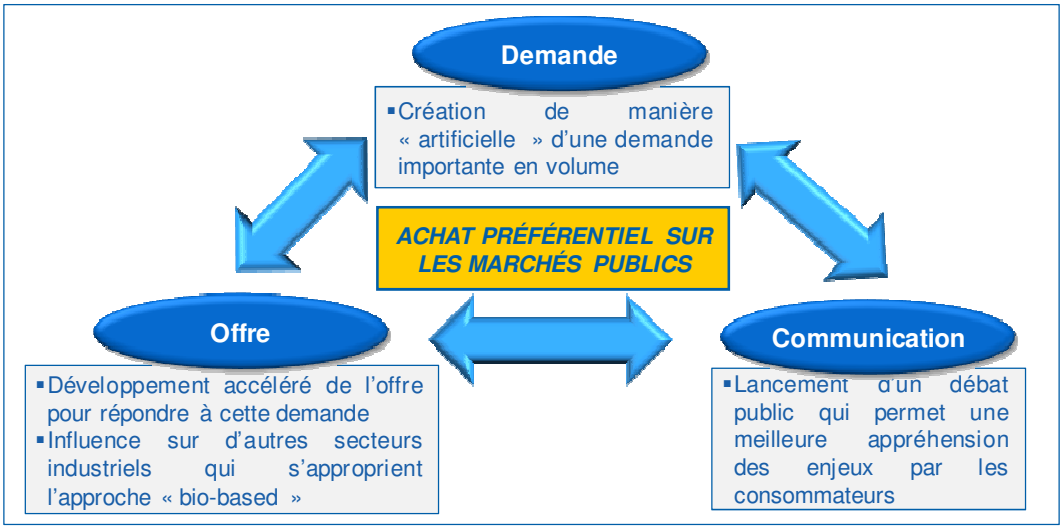
Programme de labellisation volontaire

- Appel à candidature, ouvert à tout produit, domestique ou non
- Seuil de biosourçage minimum à respecter, basé sur la certification ASTM D6866

Ainsi, en se basant sur l'exemplarité des Etats, ce programme agit à la fois sur l'offre et la demande, tout en permettant à l'opinion publique d'appréhender le vocabulaire et les enjeux relatifs aux produits biosourcés. Les industriels n'ont ainsi pas le choix et doivent développer leurs propres stratégies marketing, y compris sur le plan interne. Citons le cas de GENERAL MOTORS qui intègre les principes du « BioPreferred Program » comme outil d'évolution interne.

[54] « Energy and Farm Bill », USDA, 2008

Figure 22 : Actions de l'achat préférentiel sur les marchés publics dans le cadre du « BioPreferred Program »



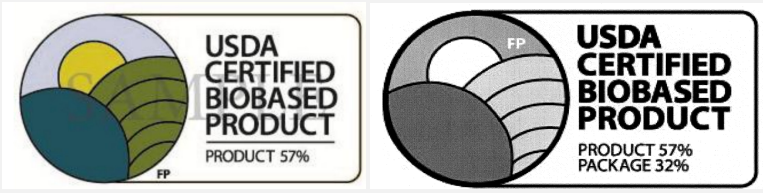
L'USDA a volontairement adopté une définition large des produits biosourcés : « produits commerciaux ou industriels composés en totalité ou de manière significative de produits biologiques, matériaux domestiques renouvelables (incluant plantes, animaux ou matériaux marins) ou matériaux issus de ressources forestières ». Cette définition est non seulement compréhensible pour le grand public, mais elle intègre également de nombreuses catégories de produits. Les produits relatifs à l'alimentation humaine et animale, aux carburants et à la production d'électricité sont exclus de ce programme.

En 2010, neuf secteurs sont concernés par le programme de labellisation : le bâtiment et la maintenance routière, l'ameublement, les produits d'entretien, les équipements industriels, les utilitaires, l'aménagement paysager et l'agriculture, les soins corporels, ainsi que les activités d'extérieur. Une base de données rassemblant actuellement 5 100 produits répartis dans des catégories appartenant à ces neufs secteurs, est accessible sur un site internet dédié à ce programme. Par ailleurs, les produits intégrant le programme doivent égaler ou excéder un seuil de carbone biosourcé minimum spécifique à leur catégorie, au sens de la norme ASTM D6866[55].

[55] Version actuelle de la norme : ASTM D6866-10.

« BioPreferred Program » - Norme ASTM D6866

Adoptée en 2004, la norme ASTM D6866 fut développée pour le compte de l'USDA. En effet, le «Farm Security and Rural Investment Act» de 2002 spécifiait que les agences fédérales ne devaient acheter que les produits contenant le plus haut pourcentage de contenu biosourcé. Il y eut donc besoin d'une norme permettant de quantifier le pourcentage biosourcé des produits commerciaux et industriels de n'importe quel matériau solide, liquide ou gazeux contenant du carbone. La datation par le carbone 14 s'avéra être adaptée pour ce type d'analyses. Aujourd'hui, l'USDA demande une certification des produits par la norme ASTM D6866 aux compagnies désireuses d'intégrer le Biopreferred Program, les seuils de carbone biosourcé exigés variant de 7% à 95% selon les catégories de produits considérés.
Le pourcentage obtenu pour chaque produit apparaît sur le label du programme, récemment finalisé, qui peut être relatif au produit, à l'emballage ou bien aux deux, comme présenté ci-dessous.



Ce programme étant au début de sa courbe d'expérience, l'évaluation de ses impacts sur l'offre et sur la demande n'a pas encore été menée.

➔ **Pour atteindre ces objectifs, le « Biopreferred Program » met à disposition de nombreux outils et s'appuie sur une large campagne de communication et de diffusion des bonnes pratiques.**

Des outils sont mis en ligne pour faciliter les démarches des producteurs. Citons, à titre d'exemple, la mise en ligne de contrats types (« sample bio-based contract language for food service / cafeteria, for grounds maintenance », etc.) et de la base de données pré-citée.

De plus, l'USDA collecte et publie sur son site les anecdotes des succès d'achats préférentiels au sein de l'ensemble des agences fédérales pour reconnaître les « bons élèves » et encourager les autres. Sont ainsi mises en œuvre des actions d'information / dissémination (organisation de nombreuses conférences au sein des Etats pour communiquer les principes du programme, à l'instar du forum « 2010 event calendar », etc.) et des démarches collaboratives réunissant les partenaires industriels et fédéraux.

IV.2.b. Asie

Le Japon et la Chine ne semblent pas avoir développé de systèmes incitatifs remarquables dédiés à l'essor des produits biosourcés, ou plus spécifiquement aux résines biosourcées. Le cadre politique de ces deux pays, ainsi que le développement d'une commande publique verte au Japon, est favorable au développement des résines biosourcées. Néanmoins, leur essor est majoritairement assuré par des réseaux de communication et les initiatives d'industriels.

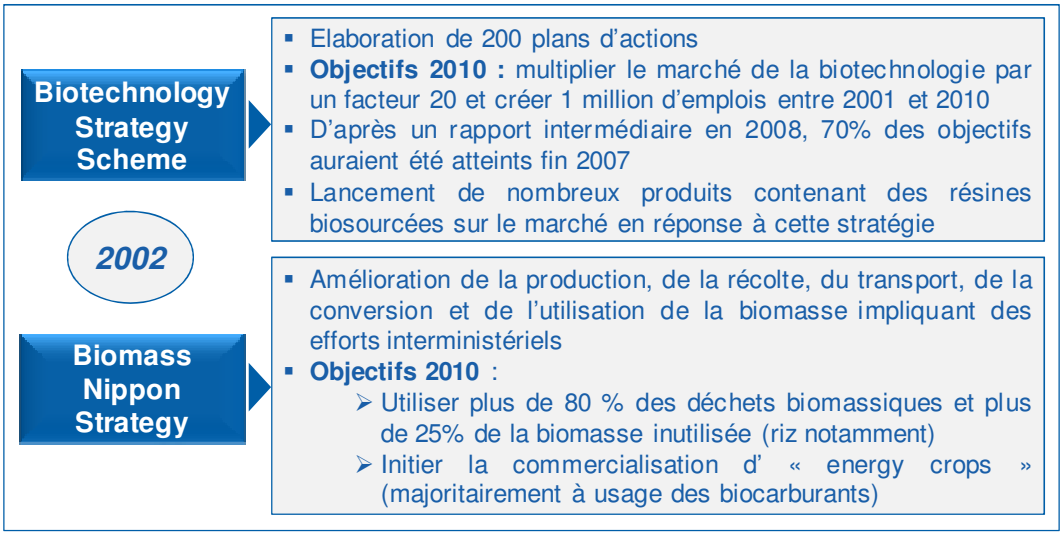
❖ Japon

➔ **Le Japon a mis en place une commande publique verte concourant à l'essor des résines biosourcées, sans toutefois cibler de critères environnementaux spécifiques.**

Le Japon est pionnier en matière de technologies de réduction d'émissions de CO_2, comme en témoigne les nombreux développements effectués dans le domaine des véhicules hybrides. Le Gouvernement Hatoyama s'est engagé dans la lutte contre le changement climatique, des objectifs ambitieux de réduction des émissions de CO_2 ayant été fixés[56]. Suite à la ratification du Protocole de Kyoto en juin 2002, le Gouvernement japonais a mis en place les politiques « Biotechnology Strategy Scheme » et « Biomass Nippon Strategy », dont les principales caractéristiques apparaissent dans la figure 23 :

[56] 2020 : réduction des émissions de 15% par rapport au niveau de 2005 et 2050 : réduction à long terme de 60 à 80%, d'après le rapport « Etude économique du Japon » OCDE, 2009.

Figure 23 : Caractéristiques principales des stratégies japonaises de 2002, relatives aux biotechnologies et à la biomasse



En 2001, six textes de lois contribuant à la réduction des émissions de CO_2 ont été créés. L'un d'eux prône notamment une commande publique plus respectueuse de l'environnement[57], sans que des critères environnementaux précis ait été élaborés. Selon ce texte de loi, les organismes publics doivent sélectionner des produits présentant des données numériques claires, prouvant leur moindre impact sur l'environnement. A défaut, des attributs non chiffrés, contribuant à la réduction de l'impact environnemental, peuvent être utilisés.

En 2006, 17 catégories rassemblant 214 produits sont créées, dont le premier était une enveloppe postale à la fenêtre transparente en plastique biosourcé. Selon un rapport du Ministère de l'Environnement japonais[58], une économie de plus de 45 000 tonnes de CO_2 a été réalisée entre 2000 et 2003 grâce à ce texte et de fortes répercutions sont attendues grâce aux objectifs fixés pour 2010, soit la mise en œuvre de cette loi pour l'ensemble des organismes publics, ainsi que dans 50% des sociétés publiques et 30% des sociétés privées.

[57] « Law concerning the Promotion of Eco-Friendly Goods and Services by the State and Other Entities », votée en avril 2001

[58] « The green purchasing law, and promoting green procurement in Japan », Ministère de l'Environnement du Japon, mars 2006

➔ **La promotion des plastiques biodégradables et biosourcés semble être avant tout le fait de réseaux de promotion, mis en place dès les années 90, et de programmes de certification.**

L'éco-label « Eco Mark »[59] a été établi en 1989 par la « Japan Environment Association » (JEA) et rassemble actuellement 5 000 produits au sein de 42 catégories. Le réseau « Japanese Green Purchasing Network » (GPN)[60] s'est parallèlement développé dès 1996 et compte environ 2 800 membres dont 300 instances gouvernementales, 300 ONG et 2 200 sociétés.

Les certifications et labels correspondants, mis en place par l'association JBPA (Japan BioPlastics Association[61]), créée en 1989, contribuent à l'essor des plastiques biosourcés. JPBA, a permis de véhiculer les objectifs associés à ces matériaux et ainsi de soutenir leur développement. L'objectif consiste à remplacer environ 20% des plastiques conventionnels par des plastiques biosourcés d'ici fin 2010 (2,5 à 3 millions de tonnes par an). En 2006, JBPA a créé un système de certification et de labellisation afin d'augmenter la visibilité des plastiques biosourcés auprès des consommateurs. Il existe ainsi deux certifications :

- La certification GreenPla, attribuée aux produits dont un minimum de 50% des plastiques (en poids ou en volume) est composé de plastiques biodégradables.
- La certification BiomassPla, attribuée aux produits dont les matériaux plastiques sont au minimum biosourcés à hauteur de 25%, au sens de la

[59] Les écolabels officiels (type I - ISO 14024:1999) sont délivrés par un organisme tiers et indépendant après contrôle de la conformité du produit par rapport aux critères exigés par la classification.

[60] Ce réseau a conduit à la création de l' « International Green Purchasing Netwok » en 2005.

[61] La JBPA s'appelait initialement la BPS : Biodegradable Plastics Society. Ces membres permanents au 1er décembre 2010 sont : AICELLO CHEMICAL, ASAHI KASEI CHEMICALS, AJINOMOTO, ARKEMA, IRE CHEMICAL, UBE INDUSTRIES, FP CORPORATION, KAO CORPORATION, KAJIMA CORPORATION, KANEKA CORPORATION, CANON, KURARAY, KUREHA CORPORATION, SHOWA DENKO, ZHEJIANG HISUN, BIOMATERIALS CO, JAPAN LIAISON OFFICE, DAICEL-EVONIK, DAINICHISEIKA COLOR & CHEMICALS, DAI NIPPON PRINTING, CHUO KAGAKU, TEIJIN, DUPONT, TOYO SEIKAN KAISHA, TOYOBO, TORAY, TOPPAN PRINTING, TOYOTA TSUSHO CORPORATION, NAGASE & CO, NISSHINBO TEXTILE, JAPAN CORNSTARCH, THE NIPPON SYNTHETIC CHEMICAL INDUSTRY, JAPAN VAM&POVAL, NIPPON PIGMENT, JAPAN U-PICA, NATUREWORKS JAPAN, NOVAMONT S.P.A / CHEMITECH CO, BASF JAPAN, PURAC JAPAN KABUSHIKI KAISHA, FUJIFILM, MITSUI CHEMICALS, MITSUBISHI PLASTICS, YAHATA & CO, UNITIKA, YOSHINO KOGYOSHO et RISU PACK.

norme ASTM D6866-05. Une liste positive a été établie en se basant sur la certification biomassPLA. Elle rassemble 60 produits au 1er janvier 2009.

Figure 24 : Certifications et labels concourant à l'essor des plastiques biosourcés au Japon

❖ Chine

> ➔ **La Chine, sans système incitatif soutenant le développement des plastiques plus respectueux de l'environnement, laisse l'essor des plastiques biodégradables à l'initiative d'industriels.**

La Chine mise actuellement sur les filières de l'économie verte par le biais d'investissements massifs, notamment dans les énergies renouvelables. Ces investissements en font aujourd'hui l'un des futurs leaders internationaux des économies « Low carbon ».

Selon le « Bio-industry development, Eleventh Five-Year plan », en accord avec les textes nationaux[62], la Chine témoigne en effet d'une volonté d'accélération du développement des « bio-industries », incluant l'ensemble des énergies renouvelables et des matériaux biosourcés. Dans le domaine des plastiques, les industriels s'intéressent avant tout aux plastiques biodégradables, comme le montre l'organisation d'évènements, tels que la « Conférence internationale du plastique biodégradable » du 5 Mai 2010 ou l'existence de comités dédiés « China Degradable Committee of CPPIA[63] ». Cet intérêt est particulièrement notable dans le secteur agricole, ce qui expliquerait que les plastiques à base d'amidon représentent deux tiers des capacités de production chinoises en raison de leurs propriétés de biodégradabilité en sol.

[62] « The People's Republic of China National Economic and Social Development Five-Year Plan », « Long-term Scientific and Technological Development (2006-2020) ».
[63] CPPIA : China Plastics Processing Industries Associations.

Par ailleurs, la Chine utilise les normes et labels étrangers, notamment européens, pour faciliter la pénétration des marchés correspondants.

IV.2.c. Europe

➔ De nombreuses initiatives européennes contribuent au développement des résines biosourcées en agissant sur l'offre.

De nombreux outils incitatifs ont été développés par les Etats Membres afin de soutenir le développement global de produits plus respectueux de l'environnement. Parmi eux, certains sont dédiés aux plastiques et plus spécifiquement à leur origine ou leur fin de vie. Les certifications et labels constituent une première série d'outils incitatifs et jouent un rôle fondamental dans la promotion des caractéristiques des produits et agissent positivement sur l'offre. L'étude, réalisée pour le compte de l'ADEME et du MAAP en 2007[64] portant sur l'évaluation des besoins en labellisation et étiquetage de produits biosourcés, a mis en exergue l'existence de labels officiels véhiculant un caractère écologique assez large, tels que l'ange bleu, le « Nordic Swan » (cygne nordique), NF environnement ou encore la fleur européenne.

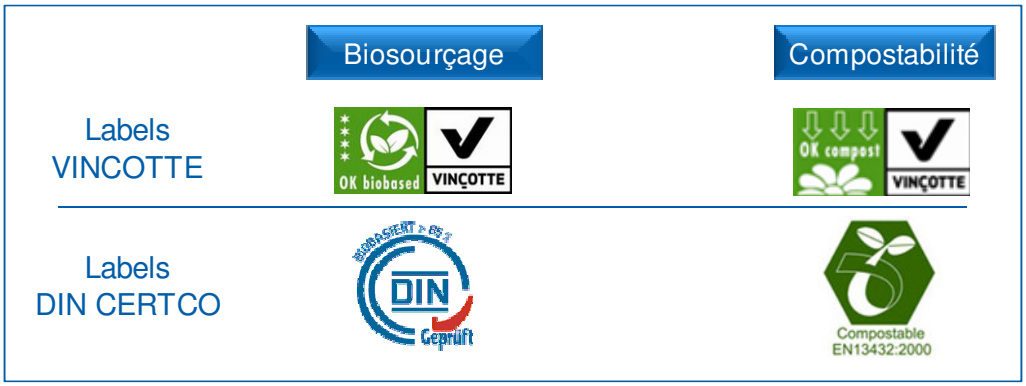
Figure 25 : Exemples de labels EU véhiculant des notions d'écologie

Dans le domaine des matériaux plastiques, des certifications et labels plus ciblés existent également et concernent le biosourçage et / ou la biodégradabilité des plastiques. Les instituts VINÇOTTE et DIN CERTCO ont tous deux développé des certifications et labels basés sur les normes EN

[64] « Evaluation des besoins en labellisation et étiquetage de produits Incorporant des matières d'origine renouvelable et comparaison des méthodes existantes. Promotion des bioproduits et biomatériaux » Bio Intelligence Service, 2007.

13432 pour la biodégradabilité et la norme américaine ASTM D6866 pour l'aspect carbone biosourcé.

Figure 26 : Labels européens relatifs au caractère biosourcé et compostable de plastiques



Une autre initiative entreprise dans ce domaine de la communication et s'appuyant sur les labels existants peut également être évoquée. L'association AssoSCAI a en effet créé une étiquette environnementale se présentant sous la forme d'un affichage multicritères et prenant en compte les recommandations du rapport technique du CEN. Cet affichage écologique, inspiré par la norme ISO 14021 (qui définit la communication environnementale de type II), limite et encadre les informations autorisées et les méthodes d'évaluation et de contrôle associées.

Enfin, un travail sur un label européen est actuellement mené au sein de la Commission Européenne, afin de communiquer de manière efficace et cohérente sur certaines caractéristiques des produits biosourcés. Néanmoins, la tâche n'est pas aisée, les standards européens concernant le contenu biosourcé, l'impact environnemental et les méthodes de mesure associées étant encore en développement.

➔ **De nombreuses initiatives européennes contribuant au développement des résines biosourcées existent également et agissent spécifiquement sur la demande.**

Un deuxième pan d'initiatives développées par les Etats Membres concerne les mesures incitatives visant la demande. L'ensemble de ces dispositifs témoigne de l'intérêt des gouvernements pour les plastiques plus respectueux de l'environnement. Ces systèmes incitatifs économiques visent avant tout la demande, ce qui permet de concentrer le soutien financier sur certains marchés

dont le développement influe positivement sur l'ensemble de la chaîne de production. Quelques mesures phares au sein des Etats membres sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Mesures incitatives phares au sein des Etats Membres

	Mesures incitatives
Allemagne	❖ Depuis 1991 et complétée en 2008, exonération de taxe jusqu'en décembre 2012, pour : - Les emballages certifiés compostables par des instituts indépendants - Les récipients en plastique compostable et biosourcé à 75% minimum ❖ Depuis 1991, et révisée en 2008, l'ordonnance sur les composts permet aux plastiques compostables, au sens de la norme EN 14321, d'être acceptés dans les systèmes de composts. ❖ Depuis 1998, l'ordonnance sur les déchets organiques permet aux plastiques biosourcés à 100% d'être acceptés au sein du système de collection de déchets organiques. La révision actuelle propose de maintenir cette mesure pour les plastiques biosourcés à 50% minimum et certifiés compostables (au sens de la norme EN13432).
Belgique	❖ Depuis 2007, exonération de taxe pour les couverts et sacs plastiques jetables, répondant à la norme EN 13 432. Economies réalisées d'environ 3€/kg.
France	❖ Loi n°2006-11 d'orientation agricole visant à interdire les sacs de caisse plastiques non compostables. Non applicable, les décrets n'ayant pas été validés par la Commission Européenne pour des raisons de distorsion de marché. ❖ Convention signée en 2009 pour l'utilisation des sacs poubelles compostables par Elipso, le Club Bio-plastiques, Plastics Europe, la Fédération du Commerce et de la Distribution, l'Association des Maires de France et le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. ❖ En décembre 2010, adoption dans la PLFR65 (article 47) d'une mesure visant l'application d'une TGAP66 sur les sacs plastiques à usage unique à compter du 01/01/2014, à l'exclusion des sacs en plastiques biosourcés biodégradables.

[65] PLFR : Projet de Loi de Finances Rectificative

[66] TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes

Irlande	❖ Depuis 2002, mise en place de la taxe Plastax de 0,15€ par sac de caisse non biodégradable, dont doit s'acquitter le consommateur. La taxe est reversée au Fond pour l'environnement.
Italie	❖ Depuis avril 2004, mise en place d'un système de classement des plastiques agricoles biodégradables, afin de leur appliquer une TVA au taux réduit de 4%. ❖ Loi de finance du 27 décembre 2010 interdisant la vente et la distribution à titre gratuit de sacs plastiques à usage unique s'ils ne sont pas biodégradables. Loi applicables à partir du 1er janvier 2011. ❖ Décret du 3 décembre 2010 obligeant à collecter la biodéchets orientés vers le compostage dans des sacs répondant à la norme EN 13432.
Lettonie	❖ Depuis 2009, réduction de taxes en fonction des impacts environnementaux des matériaux. On note en particulier une taxe de 0,9€/kg pour les plastiques conventionnels, de 0,64€/kg pour les plastiques oxo-dégradables et de 0,21€/kg pour le bois, papier, carton et plastiques biodégradables, au sens de la norme EN13432.
Pays-Bas	❖ Depuis 2008 et révisée en 2009 et 2010, réduction de taxes en fonction des impacts environnementaux des matériaux. On note en particulier une taxe de 0,4705€/kg pour les plastiques conventionnels et de 0,0795€/kg pour le papier et les plastiques biodégradables, au sens de la norme EN13432.
Roumanie	❖ Depuis 2009, mise en place d'une taxe de 0,4€ par sac plastique non biodégradable, dans le cadre du Fond National pour l'Environnement.

➔ **Les travaux du LMI et du CEN témoignent de la volonté européenne de structurer une démarche commune pour l'essor des produits biosourcés.**

Basée sur la stratégie d'innovation de l'UE en 2006, l'initiative clé du « Lead Market Initiative » (LMI) a été validée en 2008. Concourant au développement des six marchés, le LMI témoigne de la volonté de l'UE d'harmoniser les démarches nationales dans le cadre de la Stratégie 2020 et de limiter leur fragmentation. Dans le domaine des produits biosourcés en particulier, la formation du groupe d'industriels « Ad-hoc Advisory Group for Bio-based

products »[67] a eu pour but d'identifier l'ensemble des points de consensus actuels entre industriels sur cette thématique.

A l'instar du LMI, les travaux réalisés au sein de ce groupe, rendus public en novembre 2009 *via* le rapport « Taking bio-based from promise to market »[68] visent à assurer la cohérence du développement du marché des produits biosourcés au niveau européen. Ces travaux sont issus de trois groupes de travail :

- **WG1 « Impact of legislation and policies »** qui a notamment travaillé sur :
  - L'importance de la coordination et de la cohérence des efforts stratégiques interministériels au niveau européen
  - La nécessité d'adapter les mesures incitatives à chaque grande étape des chaînes de production, afin de stimuler simultanément et de manière pertinente l'ensemble des acteurs.
- **WG2 « Standards, labelling and certification »** qui a travaillé sur les notions de terminologie, de caractérisation des matériaux et sur les outils de communication.
- **WG3 « Market drivers and public procurement »** s'intéressant aux notions d'engagement politique et de **commande publique verte.**

En interaction avec le groupe « Ad-hoc Advisory Group for Bio-based products », des travaux sont menés en parallèle au sein du CEN, notamment au sein du groupe CEN/TC249/WG17 dédié aux polymères biosourcés. Des travaux concernant la terminologie et les principes de caractérisation ont été publiés[69] et le groupe travaille actuellement sur des spécifications techniques précisant les méthodes d'essai pour déterminer la teneur en ^{14}C de matériaux, les résultats devant être publiés en 2011.

[67] Composition : Peter Schintlmeister, chairman de l'Advisory Group for bio-based product ; Dirk Carrez, Fransesco Degli innocenti et Christer Segersteen, chairman des trois groupes de travail.

[68] « Taking bio-based from promise to market » Ad-hoc Advisory Group for Bio-based Products, dans le cadre du Lead Market Initiative, novembre 2009.

[69] « Plastics — Recommendation for terminology and characterisation of biopolymers » CEN TC 249 WG17 N035b

Précisions sur la commande publique

- **Au niveau international :** il est fait mention des marchés publics écologiques dans le « plan de mise en œuvre » du sommet mondial pour le développement durable de Johannesburg (2002). Il est préconisé d'encourager les autorités compétentes à intégrer le développement durable dans les processus de décision et de promouvoir des politiques de passation des marchés publics encourageant le développement et la diffusion de biens et de services respectueux de l'environnement. Les instances internationales mettent ainsi en avant les marchés publics respectueux de l'environnement, les notions de commande publique verte (« Green Public Procurement ») étant intégrées dans une démarche globale de durabilité (« Sustainable Public Procurement »).
- Au niveau de l'Union Européenne : les Etats Membres ont adopté en 2002 une recommandation du Conseil visant à améliorer les performances environnementales des marchés publics. Le cadre réglementaire est fixé par les Directives 2004/18/EC et 2004/17/EC, qui servent de base aux guidelines de commande publique élaborés par la CE. Ces guidelines donnent accès aux bonnes pratiques et initiatives des « Green 7 » constitués des sept Etats membres moteurs en matière de commande publique verte (Autriche, Danemark, Finlande, Pays-Bas, Suède, Royaume-Uni) et dont ne fait pas partie la France. **Le rôle moteur de la commande publique par les « marchés verts » ne joue pas à plein en France**, qui est en retard par rapport aux autres pays européens. L'UE fixe comme objectif 50% de marchés publics verts à compter de 2010, les « Green 7 » ayant une moyenne de 55% du montant total de leurs contrats publics qualifiés de « verts ».

➔ **Les réflexions européennes sont relayées auprès des acteurs français par le biais de structures comme l'Association Chimie du Végétal (ACDV) et la plateforme SUSCHEM France.**

La plateforme européenne SUSCHEM, créée en 2004, a pour ambition de stimuler l'innovation et le développement de la chimie, la biotechnologie et de la recherche en ingénierie chimique. Dans le cadre de la chimie durable, elle participe aux réflexions européennes menées sur des polymères biosourcés. Pour soutenir les ambitions de la plateforme européenne, neuf plateformes technologiques nationales ont été créées.

Initiée en 2006, SUSCHEM France s'est structurée[70] fin 2008 et a participé à la construction de la feuille de route française de la chimie durable, publiée en novembre 2010 (avec la DGCIS). Elle pose les objectifs suivants :

- Inscrire les besoins et attentes de la France en termes de chimie durable dans l'Agenda Stratégique de Recherche de SUSCHEM, lors de la révision de cet agenda stratégique (2010) ; créer un lieu d'échanges et de discussion ; valoriser et veiller à la prise en compte des besoins français au niveau européen, notamment au sein du 7ème PCRD.
- Mettre en réseau les initiatives publiques, associatives et industrielles pour mutualiser les efforts et harmoniser les messages.
- Décloisonner les filières pour la prise en compte des besoins et attentes de chaque secteur client (agro-alimentaire, bâtiment, automobile, TIC, aéronautique, énergie, emballage) et faire jouer les synergies.

Participant aux évolutions actuelles par le biais de SUSCHEM et également en direct, l'Association Chimie du Végétal (ACDV) réunit les acteurs économiques français des agro-industries, de la chimie et de leurs industries clientes en aval, pour accélérer le développement d'une chimie fondée sur l'utilisation de ressources végétales en France et en Europe. A travers l'ACDV, ces acteurs s'engagent afin que la Chimie du Végétal soit l'un des piliers majeurs d'une économie durable, prenant en compte les aspects environnementaux et sociétaux.

Les actions françaises sont donc multiples au niveau national, mais également au niveau régional dans le cadre des pôles de compétitivité ou avec la création des futurs instituts d'excellence dans le cadre des Investissements d'avenir, en particulier les IRT (Instituts de Recherche Technologique) ou encore les IEED (Instituts d'Excellence en Energies Décarbonées).

[70] Le comité de pilotage rassemble les principales parties prenantes : Ministère de l'Industrie, UIC, Association Chimie du Végétal, Fédération Française de la Chimie (FFC), Fédération Gay Lussac (FGL), Axelera, RHODIA, ARKEMA et BASF.

IV.3. Recommandations

IV.3.a. Analyse AFOM

L'analyse AFOM permet d'éclairer le positionnement de la filière française des résines biosourcées, au regard de la situation mondiale. Elle permet d'appréhender les raisons pour lesquelles les acteurs interrogés parlent de cercle vicieux : l'offre ne se développe pas du fait d'une demande des marchés insuffisante et la demande ne se développe pas elle-même du fait du manque d'acteurs, de produits et de niveaux de technicités adéquats.

Atouts	Faiblesses
❖ Des pôles de compétitivité positionnés (Plastipolis, IAR, Xylofutur, Pôle Fibre Grand Est, PEP, etc.) ❖ Une plasturgie française en bonne position sur le plan international et un réseau efficace de compounders ❖ Un potentiel important de mobilisation des surfaces (d'autant plus que l'exploitation potentielle de la lignocellulose peut être considérée sans empiéter sur les espaces à vocation alimentaire) ce qui représente une opportunité d'attirer sur le sol français les producteurs de résines ❖ *Une filière chanvre leader en Europe du point de vue des surfaces et bien structurée autour d'acteurs possédant une large partie des savoir-faire en matière génétique, agronomique et de process*	❖ Une faible articulation des initiatives françaises au niveau européen ❖ Une filière à industrialiser et à structurer : ✓ Un faible transfert des recherches (faible transcription des recherches en développements technologiques) ; un manque d'intégration interdisciplinaire et de coordination ✓ Un niveau de technicité non encore atteint et des compétences en biotechnologie très faibles, notamment pour le développement des alternatives « non food » ✓ Peu de formation spécifique biotechnologies / produits biosourcés dans le système d'enseignement français actuel ✓ Le relatif manque d'implication du monde de la plasturgie dans la modification des outils de production liés à ces nouveaux matériaux, en raison des faibles volumes que représente la demande actuelle ✓ La difficulté pour les PME d'intégrer leurs produits dans le cadre normatif existant, notamment pour les matériaux destinés aux secteurs de la construction et de la rénovation ✓ Des filières non développées pour l'ensemble des voies de valorisation ❖ Aucune réglementation ou incitation ne supportant l'essor des résines biosourcées pour les secteurs d'application hors emballage (construction, isolation, automobile, électronique, téléphonie mobile, etc.) ❖ Un manque de base de données de référence et une difficulté à appréhender leur impact environnemental

Opportunités	Menaces
❖ Une volonté des industriels de diminuer leur impact environnemental ❖ Le développement dès à présent de résines biosourcées sur des gammes de produits à forte valeur ajoutée destinés à de multiples applications (dont l'automobile ou l'aviation) ❖ La diversité de matières premières disponibles pour une utilisation durable des ressources renouvelables pour la production de résines biosourcées ❖ Un développement de l'offre des compounders, tissu essentiellement composé de PME et PMI ❖ Des capacités importantes de production en Europe ❖ Une prise de conscience sociétale ❖ Une exemplarité affirmée de l'Etat au travers de ses commandes publiques ❖ Les Investissements d'avenir dans le cadre du Grand Emprunt, en particulier ceux concentrés au sein des IRT et des IEED	❖ Des coûts plus élevés et des propriétés techniques encore faibles pour la majorité des résines biosourcées ❖ Le débat portant sur les utilisations des ressources agricoles à vocation alimentaire ❖ Une absence de concurrence et un maintien du monopole actuel de leaders étrangers, en particulier par NATUREWORKS (pour le PLA) ❖ Une dépendance vis-à-vis d'autres nations et une importation massive de matériaux biosourcés dans le cas d'une forte demande, rendant impossible le contrôle de l'origine des ressources renouvelables et de la fiabilité du bilan carbone ❖ Une dépendance aux portefeuilles de propriété intellectuelle d'autres nations plus promptes à développer de nouveaux matériaux biosourcés ❖ Une difficulté pour des solutions de substitution à pénétrer des marchés dominés par de grands acteurs ❖ Un manque de soutien à la plasturgie française au regard de la concurrence asiatique

IV.3.b. Synthèse des verrous clés pesant sur la filière française des résines biosourcées

Différentes typologies de verrous ont été identifiées : éléments législatifs, communication, structuration de la filière, compétences technologiques et investissements. Seuls les verrous jugés prioritaires par les membres du Comité de pilotage et les participants de l'atelier sont recensés :

Eléments législatifs	❖ Manque d'objectifs au niveau national ❖ Prise en compte insuffisante des critères environnementaux au sein des appels d'offres émanant de la puissance publique ❖ Manque d'incitations économiques à l'essor de la demande ❖ Manque d'incitations à l'essor de l'offre, notamment au niveau de la disponibilité des matières premières ❖ Manque de prise en compte des nouveaux matériaux lors de la mise à jour des normes de la profession
Communication	❖ Manque d'harmonisation du vocabulaire associé ❖ Manque d'affichage du terme « biosourcé »
Structuration de la filière	❖ Ensemble des filières de valorisation non développées ❖ Relationnel insuffisant entre les institutions publiques et les industriels de l'ensemble de la chaîne de valeur ❖ Manque d'une appréhension globale de la filière : visibilité limitée sur l'adéquation entre l'offre et la demande
Compétences technologiques	❖ Pas de partages des données environnementales et socio-économiques ❖ Verrous technologiques encore nombreux et manque de nouveaux synthons ❖ Manque de compétences en biotechnologies blanches et vertes ❖ Manque de formations adaptées
Investissements	❖ Manque d'aide de transition pour les entreprises (adaptation des outils de transformation notamment) ❖ Manque de démonstrateurs préindustriels ❖ Manque d'aides ciblées à destination des PME (financements courts)

Il est également important de rappeler les verrous liés au manque de gouvernance globale, que nous considérerons dans les recommandations et leviers d'action de la puissance publique.

IV.3.c. Leviers associés et plan d'actions dans l'optique de passer du mythe à la réalité

Les réflexions menées au sein de cette étude ont permis d'aboutir à l'élaboration d'un plan d'actions à court terme visant à développer la filière des résines biosourcées en permettant à la puissance publique d'actionner les leviers nécessaires et de donner l'impulsion à l'essor de la demande et de l'offre.

Ce plan est établi sur une durée de 3 à 5 ans dans l'optique de « passer à l'action » ou « du mythe à la réalité ».

Il a de plus été élaboré au regard des difficultés suivantes :

- La complexité de fixer un cadre normatif, basé sur des standards et méthodes de mesure, pourtant clé à la définition d'objectifs ;
- L'hétérogénéité du groupe de produits formés par les résines biosourcées : **i)** des matières premières différentes, en n'oubliant pas la valorisation potentielle des déchets ou co-produits, ni celle de la ressource sylvicole et **ii)** des résines présentant des caractéristiques, propriétés, fonctionnalités et usages différents ;
- Les nombreux textes réglementaires qui influent aux différents niveaux de la chaîne de valeur, d'autant plus si l'on considère le contexte réglementaire européen des marchés finaux qu'ils peuvent adresser (DEEE, REACH, etc.) ;
- La multiplicité des actions françaises, au niveau national (ACDV, SUSCHEM France, etc.) et régional (dans le cadre des pôles de compétitivité, des futurs IRT et IEED, etc.) ;
- Le fait que certains constats ne sont pas propres aux matériaux biosourcés, notamment la faiblesse française sur le plan des « Green Public Procurement » ou encore sur l'insuffisante structuration des filières de fin de vie et de recyclage.

Les pré-requis et facteurs clés de succès sont les suivants pour la mise en œuvre d'une politique publique :

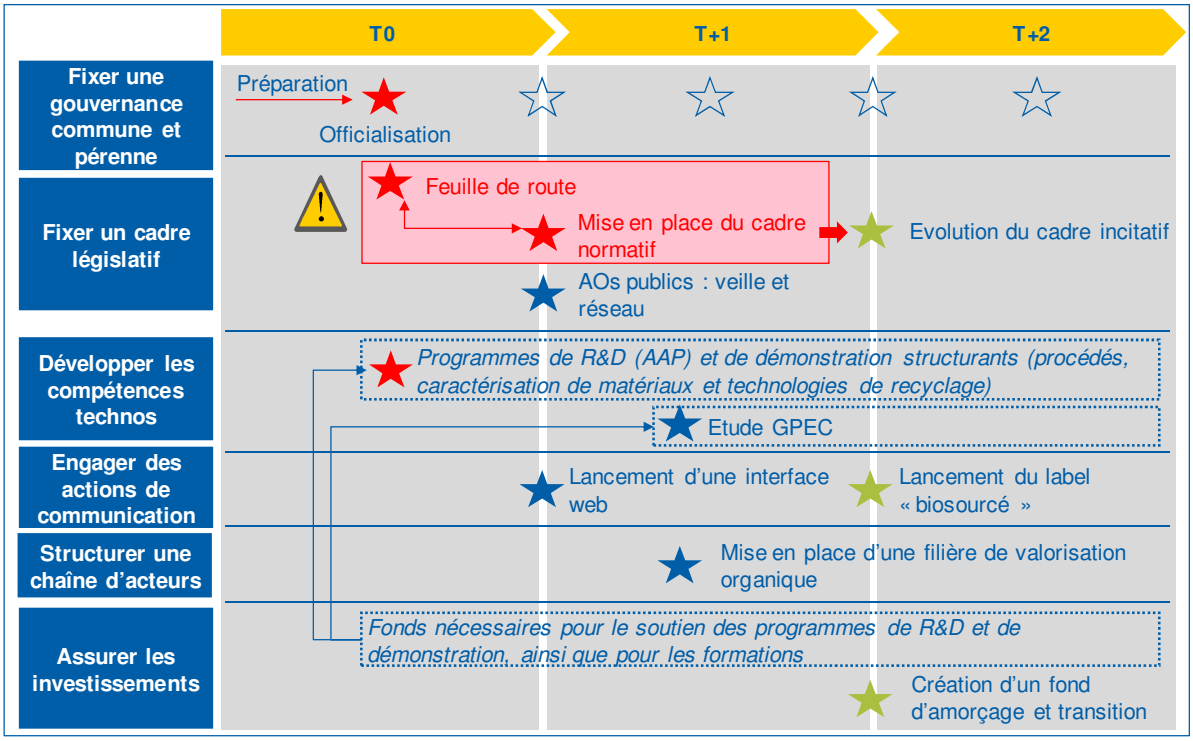
Pré-requis

- Ne pas augmenter la dispersion des ressources publiques aboutissant à un manque de visibilité
- Ne pas financer des maillons isolés et soutenir les projets structurants en créant des partenariats intégrés
- Rendre systématique le process de consultation en rassemblant les différents acteurs, selon une intégration verticale, et en y associant éventuellement des entités académiques de compétences internationales sur le sujet

Facteurs clés de succès

- Un cadre global permettant d'éviter la fragmentation d'initiatives redondantes et en lien avec les initiatives européennes
- Un plan d'actions ambitieux et partagé, doté d'un budget associé pour marquer la volonté publique
- Une implication financière des leaders industriels, de l'amont à l'aval
- Des actions ciblant le soutien des PME et le transfert de technologies
- Une politique d'évaluation *in itinere* et *ex post* rigoureuse et régulière pour s'assurer de la pérennité des actions et du bon investissement de l'argent public

Figure 27 : Plan d'actions pour développer la filière française de résines biosourcées



➔ **Une gouvernance commune et pérenne doit être fixée afin d'éviter la fragmentation et la multiplicité des initiatives.**

Ce levier est primordial car il est nécessaire de coordonner un nombre considérable d'actions et d'en assurer la cohérence et la cohésion. Le succès du plan dépend donc de la capacité à assurer une gouvernance d'ensemble et une rapidité de mise en œuvre en :

- Fédérant l'ensemble des initiatives françaises de telle manière à mobiliser les centres de compétences technologiques, de formation et les industriels de manière coordonnée, y compris les industriels de fin de chaîne (recyclabilité, etc.),
- Mettant en relation l'ensemble des industriels depuis l'amont jusqu'à l'aval avec la puissance publique.

Il est important d'assurer une interface interministérielle avec le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, le MAAP, le MINEFI (notamment pour l'aspect des commandes publiques), sans oublier les comités interministériels[71] (COSEI, PIPAME, etc.), les agences (ADEME, ANR, ANSES et OSEO) et de continuer à rapprocher la gouvernance française de la gouvernance européenne, notamment en visant une présence au sein de l'ensemble des groupes de travail européens, tels que le LMI[72].

Enfin, il serait pertinent de rentrer en interaction avec les pilotes d'initiatives remarquables étrangères pour un échange d'idées et de bonnes pratiques, notamment avec l'équipe du « BioPreferred Program » aux Etats-Unis.

➔ **Des objectifs nationaux doivent être fixés afin que les entreprises investissent et que les consommateurs adoptent les produits contenant des plastiques biosourcés.**

Une **feuille de route** fixant les objectifs en matière d'incorporation de résines biosourcées doit être établie (à l'instar du Japon, par le biais du JPBA), en ciblant les applications prioritaires en lien avec les industriels. Des objectifs chiffrés doivent être fixés, avec des mises en œuvre décalées selon les secteurs d'applications : à court terme pour les marchés les plus matures et à moyen / long terme pour les marchés non matures ou techniques. Concernant les marchés plus matures, comme ceux de l'emballage ou de l'agriculture, il sera nécessaire de cibler de manière spécifique des typologies produits, telles que les sacs poubelle, les sacs fruits & légumes, les sacs de magasin et films de paillage, etc., afin d'ancrer l'évolution souhaitée dans une réalité commerciale.

Il sera également important de fixer des échéances et exigences réalistes en tenant compte des capacités françaises afin de ne pas bloquer le développement des matériaux biosourcés. Par ailleurs, il est important de ne

[71] Ces derniers lancent également leurs actions propres, à l'instar du COSEI, qui mène une réflexion pour la labellisation d'éco-entreprises en partenariat avec l'AFNOR.

[72] Le LMI, sous sa forme actuelle, finalise ses évaluations en 2011, d'où l'importance de suivre les actions et documents en découlant.

pas négliger la dimension de fin de vie des différents produits, afin que l'ensemble de la chaîne se développe de concert.

Dans un deuxième temps, un **cadre normatif[73] et de contrôle adéquat** doit être mis en place. Ce cadre normatif doit permettre d'évaluer la performance environnementale des produits, tout en étant neutre du point de vue technologique. Les affichages pourraient ainsi être proposés par les industriels, sur une base déclarative, l'aspect biosourcé pouvant être contrôlé en se basant sur les méthodes de calcul de la norme ASTM 6866 ou d'une autre méthode qui ne se limiterait pas au taux de carbone renouvelable et qui serait plus proche du niveau réel de biosourçage. Une telle méthode est d'ailleurs actuellement développée et testé par l'ACDV et semble montrer des résultats probants.

Grâce à ce cadre normatif, il serait alors possible de **promouvoir l'incorporation des résines biosourcées dans les Appels d'Offres publics**, en accord avec les Directives Européennes sur le modèle d'un Etat exemplaire. La création de groupes de travail sur les AO publics[74] ainsi que des actions de veille et de réseaux permettraient de :

- Mener une comparaison inter Etats membres de l'intégration d'axes environnementaux dans les AO publics,
- Créer un réseau interministériel d'acheteurs publics en se fixant l'objectif d'effectuer une comparaison inter Etats membres,
- Créer des programmes types d'achats préférentiels, donnant accès à des mallettes d'outils à destination de la Maîtrise d'Ouvrage publique.

A terme, **une réflexion pour faire évoluer le cadre incitatif actuel** devrait être engagée, pour cibler notamment le manque d'incitations économiques à l'essor de la demande et de l'offre, avec de possibles abattements de taxes (comme la TVA) ou d'autres avantages fiscaux. Ce levier est clé, la notion de prix étant décisive dans le marché très compétitif de la plasturgie et des marchés d'usage. Compte-tenu de la réforme de la PAC, des mesures devraient être

[73] Dans cette optique, il est important de se mettre en lien avec les réflexions sur les systèmes de vérification des éco-technologies et éco-entreprises pour une approche globale et coordonnée au niveau européen et français, et avec les groupes de travail au niveau européen. La France doit également se positionner dans le cadre de la Directive sur l'éco-conception, afin de fixer des exigences minimales et d'interdire ou de limiter l'adoption des produits les moins performants d'un point de vue environnemental.

[74] Les AO publics admettent une part de déclaratifs permettant d'intégrer les résines biosourcées.

prises afin d'assurer la disponibilité et la diversité des ressources renouvelables nécessaires à la production de matériaux biosourcés, par exemple en permettant le maintien d'aides couplées à la production pour certaines cultures industrielles, comme celle des pommes de terre féculières.

➔ **Les compétences technologiques françaises doivent être développées afin de faciliter l'essor des résines biosourcées par l'apport de nouvelles molécules et de fonctions maîtrisées.**

Pour répondre aux verrous technologiques et au manque actuel de synthons, il est nécessaire de **renforcer le soutien aux projets collaboratifs de R&D innovants et aux démonstrateurs**, en partenariat avec les donneurs d'ordre et les producteurs français et européens de matériaux. Pour ce faire, des verrous spécifiques doivent être ciblés, en fonction des applications visées et de la ressource exploitée. Les projets à soutenir peuvent être évalués au regard des axes suivants :

- Améliorer la transformation et la mise en œuvre des matériaux, viser le contrôle des propriétés mécaniques, caractériser les matériaux biosourcés en termes de performances techniques, maîtriser les process pour maîtriser les défauts, etc.,
- Innover par l'apport de fonctions et de propriétés nouvelles,
- Mettre au point des processus limitant la destruction des molécules et réduisant le nombre d'étapes de production,
- Permettre l'essor de technologies de recyclage et leur implémentation au niveau local,
- Etc.

Le soutien des projets de recherche axés sur l'utilisation de la ligno-cellulose comme source de glucose (par exemple dans le cadre de la création d'IEED en 2011 portant sur la thématique du bois) constitue un facteur clé concourant au développement des résines biosourcées.

Les compétences en biotechnologies blanches et vertes doivent également être développées en lien avec une Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences (GPEC) dans le domaine de résines biosourcées et à la mise en place de formations initiales et continues, après concertation avec les acteurs sur leurs besoins réels.

➔ **Les actions de communication doivent être engagées à large échelle, en privilégiant un même vocable : « biosourcé ».**

La **création d'un ensemble d'outils de diffusion, neutres et compréhensibles, à destination du public le plus large possible**, est à envisager de manière prioritaire, l'ensemble pouvant être rassemblé au sein d'une interface web unique (base de données produits, contrats types de commande publique, données environnementales et socio-économiques disponibles, etc.). Il existe en effet de nombreuses initiatives dans ce domaine (ADEME, IAR, PLASTICS EUROPE, ELIPSO, etc.) à mutualiser. Une collaboration avec des organisations non gouvernementales (GREENPEACE, WWF, etc.) pourrait également permettre de renforcer certains messages, notamment concernant l'utilisation durable des ressources renouvelables pour la production de résines biosourcées.

Engager des actions spécifiques de communication semble également nécessaire, en différenciant la communication destinée aux entreprises de celle à destination des consommateurs :

- Actions valorisant les produits biosourcés à destination des entreprises (notamment des PME) et en partenariat avec les fédérations, en particulier la Fédération de la Plasturgie, en finançant des campagnes de communication ciblées,
- Actions de communication vis-à-vis des établissements de formations pour les inciter à développer des modules d'enseignements adaptés, par exemple au sein des cursus de développement durable,
- Encourager les entités françaises à se positionner sur le contrôle de conformité aux normes existantes (ex : EN 13432).

Concernant la mise en place d'un label pour les produits biosourcés, il semble prématuré d'en développer un car les standards de durabilité et les méthodes associées sont en cours de développement. De plus, il existe de très nombreux labels et la création d'un label supplémentaire ne doit pas ajouter à la confusion. Néanmoins et en fonction des développements actuels, l'ensemble des acteurs consultés penche sur la création potentielle d'un label à condition que les actions de communication associées soient de large ampleur, que l'efficacité et la cohérence des systèmes européens existants soient évaluées, ainsi que l'intérêt des consommateurs.

➔ **Structurer une chaîne d'acteurs permettra d'industrialiser la filière des résines biosourcées.**

Les leviers concernant le manque de structuration sont les suivants :

- Développer les liens et la communication entre l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur et la puissance publique (d'où la nécessité de groupes de travail se réunissant régulièrement sous un pilotage stable et pérenne, et de restitutions publiques),
- Répondre au manque de visibilité globale de la filière (lié à la longueur de la chaîne de production impliquant les filières : agro-ressources / ressources sylvicoles – chimistes – plasturgistes – marchés utilisateurs), tant du point de vue de son organisation que de celui de l'adéquation offre / demande, grâce à une gouvernance globale,
- Développer les **filières de valorisation** des plastiques en fin de vie. Par exemple, les chaînes de recyclage en place devraient être développées, certaines pistes telles que le tri sur reconnaissance infrarouge ayant été évoquées. Par ailleurs, le développement d'une filière de valorisation organique servirait non seulement la valorisation des résines biosourcées compostables, mais également celle de l'ensemble des déchets organiques.

➔ **Les leviers relatifs aux investissements doivent permettre de soutenir l'émergence de nouvelles opportunités commerciales, de telle manière à stimuler les investissements privés.**

Les investissements devront soutenir l'ensemble des actions de gouvernance, de structuration, de communication ou celles ciblant les verrous de compétences technologiques. Ils seront également nécessaires pour maintenir le **soutien aux démonstrateurs industriels** pour les technologies existantes en lien avec le financement de bioraffineries de nouvelles générations, actuelles (à l'image de BioHub[75]) ou futures.

[75] www.biohub.fr : aidé par Oséo Innovation et porté par ROQUETTE pour le développement de nouveaux produits via conversion chimique (biosolvants : diméthylIsosorbide ; bioplastifiants : diestersd'Isosorbide ; biolubrifiants : esters d'isosorbide ; biomonomères : isosorbide ; biofluxants : diméthylIsosorbide ; biocomplexants) et pour le développement de produits actuels via de nouveaux procédés (ingrédients actifs : L-Méthionine ; intermédiaires chimiques : acide bio-succinique et acide bio-glycolique)

Ce besoin d'investissements doit tenir compte des lignes budgétaires actuelles ou à venir, notamment dans le cadre des investissements d'avenir. En particulier, OSEO dispose dans ce cadre d'1Md€ (action de refinancement d'OSEO) pour du soutien à l'innovation, de la garantie de financement et du cofinancement bancaire des entreprises. OSEO dispose toujours dans ce même cadre de 500M€ pour des prêts bonifiés et des garanties de prêts destinés à favoriser la mise sur le marché de produits favorables à la protection de l'environnement et à la réduction des consommations énergétiques (action « prêts verts »). Pour sa part, l'ADEME dispose dans le cadre de son programme investissements d'avenir et de ses Appels à Manifestation d'Intérêt en chimie du végétal à venir, de fonds destinés à financer des projets d'ampleur sous forme de subventions, d'avances remboursables et également de prises de participation. Il ne s'agit donc pas d'investir de manière décorrélée à ces financements actuels ou à venir.

Par ailleurs et si les actions d'**amorçage** en faveur de la création de nouvelles activités et entreprises doivent continuer à être financées, il est nécessaire que les stratégies publiques **accompagnent et conduisent à la mutation structurelle de nos économies vers leur écologisation**. Le financement de telles actions peut amener à créer de nouveaux appels à projet finançant au sens large l'innovation verte et à la création de fonds dédiés.

Dans ce cadre, la création de fonds d'aide pourrait permettre le développement de résines biosourcées par le financement d'**actions de transition** pour les entreprises souhaitant adapter leurs outils de transformation et assurer la qualification de leurs résines en termes de performances et de sécurité, en particulier à destination des PME / PMI et des compounders. De tels financements courts pourraient par exemple prendre la forme d'éco-prêts à taux zéro dans l'objectif de concilier les objectifs de développement durable (moindre impact sur l'environnement) et de développement économique (création d'emplois).

A ce titre, il est important de considérer que l'apport de « sciences molles », en particulier des Sciences Humaines et Sociales dans les entreprises peut revêtir une importance centrale, en touchant l'organisation du système de production, le développement de nouveaux services, la culture de l'entreprise, le management et les programmes de formation du personnel. Ces financements ne doivent donc pas exclure les actions de formations professionnelles et continues au sein des entreprises, indispensables à ce que les dimensions sociales, culturelles et économiques soient prises en compte tout au long du développement technologique.