

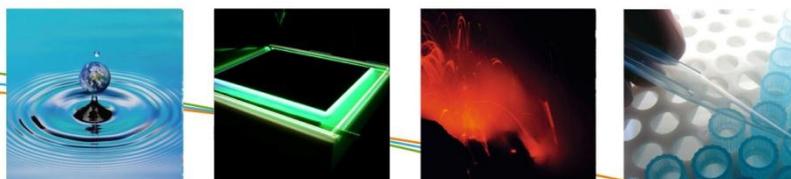
Rapport final

Bioplastiques : Définitions, normes, possibilités d'application, impact sur l'environnement

Véronique Van Hoof et Theo Geerken

Étude menée pour le compte du SPPDD :
2012/TEM/R/4

Janvier 2012



ou en partie dans le cadre de réclamations, de procédures judiciaires, à des fins publicitaires ou antipublicitaires et à des fins de recrutement dans le sens le plus large du terme, sans avoir obtenu l'autorisation écrite préalable de VITO.

LISTE DE DIFFUSION

Jo Versteven, SPPDD
Hamida Idrissi, SPPDD
Veronique Van Hoof, VITO
Theo Geerken, VITO

TABLE DES MATIERES

Liste de diffusion	I
Table des matières	II
Liste des figures	IV
Liste des abréviations	V
Chapitre 1. Quelle définition pour les bioplastiques ?	1
1.1. <i>Matières premières renouvelables (LNE, 2009)</i>	1
1.2. <i>Compostabilité (LNE, 2009)</i>	3
1.3. <i>Bioplastiques et biodégradabilité</i>	4
Chapitre 2. Situation en matière de logos et de certifications	7
2.1. <i>Une norme internationale</i>	7
2.2. <i>Normes européennes</i>	7
2.3. <i>Normes CEN pour produits d'origine biologique</i>	7
2.4. <i>Les logos en Europe</i>	8
2.5. <i>L'arrêté royal (AR) belge</i>	8
Chapitre 3. Les bioplastiques et l'agriculture (LNE, 2009)	11
Chapitre 4. Quel est l'impact des bioplastiques sur l'environnement ?	13
Chapitre 5. Problèmes avec les bioplastiques pendant la phase d'élimination	17
Chapitre 6. Répartition et applications des bioplastiques	19
6.1. <i>Plastiques à base d'amidon</i>	23
6.2. <i>Plastiques à base de cellulose</i>	23
6.3. <i>Polyesters aliphatiques</i>	24
6.3.1. <i>Plastiques en acide polylactique (PLA)</i>	24
6.3.2. <i>»Poly-3-hydroxybutyrate (PHB)</i>	25
6.4. <i>Polyamide 11 (PA 11)</i>	25
6.5. <i>Polyéthylène biodérivé</i>	25
Chapitre 7. Position des autorités	27
7.1. <i>Le Biopreferred program des États-Unis</i>	27
Chapitre 8. Le marché	31
Chapitre 9. Procédures de test	35
9.1. <i>Biodégradabilité - EN 13432, ASTM D6400</i>	35

9.2. Biosource - ASTM D6866	35
9.3. Anaérobiose - ASTM D5511-02 et ASTM D5526	36
Bibliographie	37
Annexe I : Arrêté royal établissant des normes de produits pour la dénomination de matériaux compostables et biodégradables	41
Annexe II: Catégories de produits des produits biosourcés du « Federal Procurement preference program » des USA.	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation du logo OK biobased de Vinçotte (Source : http://www.okcompost.be/data/pdf-document/okr-matf.pdf)	2
Figure 2 : Représentation du logo Seedling d'European Bioplastics (Source : http://en.european-bioplastics.org/standards/labelling/compostability-label/)	2
Figure 3 : Blister à base d'acétate de cellulose, un bioplastique	24
Figure 4: Mulch à base du mélange PLA bio-flex	24
Figure 5: Capture d'écran des catégories BioPreferred de bioproduits de l'USDA (Source : http://www.biopreferred.gov/ProductCategories.aspx)	29
Figure 6 : Logo de l'étiquette USDA certified biobased	29
Figure 7: Croissance mondiale projetée du marché des bioplastiques (tmpa) (Source : European Bioplastics, 2008 in EC DG ENV, 2011)	33

LISTE DES ABREVIATIONS

SMA	Spectrométrie de masse par accélérateur
ASTM	American Society for Testing and Materials
CEN	Comité Européen de Normalisation
COGECA	Comité général de la coopération agricole de l'Union européenne
COPA	Comité des organisations agricoles de l'Union européenne
DIN	Deutsches Institut für Normung
FAO	Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture
PEHD	Polyéthylène haute densité
SMI	Spectrométrie de masse isotopique
ISO	International Organisation for Standardisation
JIS	Japanese Institute for Standardisation
ACV	Analyse du cycle de vie
PEBD	Polyéthylène basse densité
LNE	Département Environnement, Nature et Energie du gouvernement flamand
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PC	Polycarbonate
PCL	Polycaprolactone
PE	Polyéthylène
PET	Polyéthylène téréphtalate
PHA	Polyhydroxyalkanoates
PHB	Polyhydroxybutyrate
PHH	Polyhydroxyhexanoate
PHV	Polyhydroxyvalérate
PLA	Acide polylactique
PP	Polypropylène
UV	Ultraviolet

CHAPITRE 1. QUELLE DÉFINITION POUR LES BIOPLASTIQUES ?

Les notions de « bioplastiques » ou de « biopolymères » ont des significations différentes selon les circonstances dans lesquelles elles sont utilisées (LNE, 2009) :

- le terme bioplastiques réfère parfois à des matières plastiques produites (en partie) à partir de matières premières végétales renouvelables,
- dans certains cas, il réfère à des matières plastiques biodégradables ou compostables.
- dans d'autres cas, il réfère à la combinaison des deux.

Ces concepts existent simultanément et répondent à différentes attentes sociales. Un fabricant peut estimer opportun de souligner le caractère renouvelable des produits tandis qu'un autre va référer à la compostabilité des matériaux.

Il est important de comprendre que les plastiques à base de matières premières végétales ne sont pas toujours biodégradables et que les plastiques biodégradables ne sont pas nécessairement produits à partir de matières premières végétales.

Les bioplastiques décrits dans l'étude LNE/OVAM (2009) correspondent toujours à la première signification et sont donc **toujours produits à partir de matières premières (en partie) renouvelables**. La plupart sont également biodégradables et compostables.

1.1. MATIERES PREMIERES RENOUVELABLES (LNE, 2009)

En matière d'utilisation des ressources, l'attention se porte sur les biopolymères issus de matières renouvelables telles que le sucre, l'amidon, les fibres, l'huile végétale ou la cellulose provenant de différents matières premières alimentaires : le maïs, les pommes de terre, les céréales, la canne à sucre, le bois, etc. mais aussi de déchets comme la bagasse et les épluchures de pommes de terre. Les polymères produits à partir de ces matières premières renouvelables ne sont donc pas nécessairement biodégradables et compostables.

La part de matières premières renouvelables dans les bioplastiques est généralement définie par la **norme ASTM D-6866** : des méthodes de test standard visant à définir le contenu biosourcé de matières premières naturelles grâce à une analyse au carbone 14 et par spectrométrie de masse isotopique - Méthode B: spectrométrie de masse par accélérateur (SMA) et spectrométrie de masse isotopique (SMI) ». Cette méthode est surtout utilisée aux Etats-Unis et au Japon. (Voir aussi CHAPITRE 9 Procédures de test)

De plus, il faut déterminer le pourcentage de matières premières renouvelables qui peut être considéré comme « acceptable ». JPBA au Japon possède depuis juillet 2006 un système de certification « BiomassPla » définissant un pourcentage minimal de 25 % de matières renouvelables pour pouvoir être considéré comme du plastique renouvelable.

Le bureau de certification Vinçotte en Belgique a quant à lui élaboré un logo démontrant le caractère renouvelable de produits, et l'a lancé en 2009 sur le marché. Ce label indique le pourcentage de bio-carbone présent dans le produit (http://www.labelinfo.be/label/lange_fiche/1072/). Pour obtenir le certificat, le produit doit comprendre une fraction de carbone organique d'au moins 30 % (poids à sec), ce afin d'éviter que l'on ajoute un pourcentage trop élevé de matières premières inertes. La teneur en bio-carbone doit en outre être égale ou supérieure à 20 %. Différentes classes (étoiles) sont utilisées : de minimum 20 % de matières premières renouvelables (symbolisé par *) à minimum 80 % de matières

renouvelables (symbolisé par ****) et toutes les classes intermédiaires (avec à chaque fois 20 % de différence). Vinçotte affirme utiliser un système à étoiles pour les différents produits et matériaux afin de simplifier la communication relative à la teneur en bio-carbone mais qu'il ne s'agit aucunement d'un système de classement (<http://www.okcompost.be/data/pdf-document/program-ok-20f-a-ok-biobased.pdf>).



Figure 1 : Représentation du logo OK biobased de Vinçotte (Source : <http://www.okcompost.be/data/pdf-document/okr-matf.pdf>)

Vinçotte souligne en outre que cette spécification technique (Programme OK 20 : Teneur en bio-carbone (biobased content) de produits) concerne uniquement la teneur en bio-carbone et ne fournit aucun jugement au sujet des autres aspects environnementaux comme l'utilisation de l'énergie, le traitement en fin de vie, l'utilisation de l'eau, la teneur en substances dangereuses... (<http://www.okcompost.be/data/pdf-document/program-ok-20f-a-ok-biobased.pdf>).

Le site web <http://www.okcompost.be/fr/produits-deja-certifies/> présente un aperçu à jour des produits certifiés.

European Bioplastics (= association professionnelle e.a. des producteurs de bioplastiques) a également développé **une marque commerciale/un repère « the seedling » (le germe)**.



Figure 2 : Représentation du logo Seedling d'European Bioplastics (Source : <http://en.european-bioplastics.org/standards/labelling/compostability-label/>)

DIN CERTCO l'utilise pour évaluer la conformité des produits. Après avoir obtenu sa certification, le produit entre en ligne de compte pour une labellisation (<http://en.european-bioplastics.org/standards/labelling/compostability-label/>)

bioplastics.org/standards/). La certification associe les normes de test EN 13432/EN 14995 au label de compostabilité protégé (le germe) qui permet d'identifier et de traiter adéquatement les produits compostables sur le marché (<http://en.european-bioplastics.org/standards/certification/>). Le logo du germe d'European Bioplastics et le numéro de certificat indiqué sur le produit aident lors de décisions d'achat et du tri (lors de la mise au rebut).

Sur la base des informations sur les bioplastiques décrits dans l'étude LNE/OVAM de 2009, obtenir un produit 100 % renouvelable s'avère impossible car il y a toujours un faible pourcentage d'additifs non renouvelables qui doit être ajouté (notamment pour en améliorer les propriétés techniques). Une teneur de 80 % semble déjà relativement ambitieuse car une grande partie des bioplastiques se composent d'amidon thermoplastique qui se compose à son tour de 60 % de matières premières renouvelables en moyenne. Les autres composants (non renouvelables) sont nécessaires pour accroître la flexibilité et réduire la sensibilité à l'eau.

La plupart des bioplastiques ne se composent pas entièrement de matériaux renouvelables. Des polymères et des additifs synthétiques sont en effet régulièrement ajoutés en petites quantités, d'une part pour améliorer les caractéristiques du produit fini et d'autre part pour élargir les possibilités d'application du produit final.

1.2. COMPOSTABILITE (LNE, 2009)

Lorsque l'on parle de produits compostables, il apparaît vite que **la terminologie utilisée prête à confusion**. Cette confusion s'explique en partie par les diverses significations accordées à un même mot dans différentes langues. Cette confusion est d'ailleurs entretenue volontairement par certains. Vous trouverez ci-dessous une *explication de certains termes régulièrement utilisés*.

La **désintégration, ou biodésintégration ou biofragmentation**, est utilisée pour une décomposition qui ne se produit qu'à un niveau physique ou visuel. L'emballage ou le plastique se désintègre ou se fragmente en toutes petites particules qui peuvent ne plus être visibles à l'œil nu. Ces petites particules peuvent naturellement être du CO₂ et de l'eau (lors d'une décomposition complète ou biodégradation, voir la définition de biodégradation) mais également de petites particules de plastique invisibles à l'œil nu mais qui ne se décomposent plus.

La **biodégradation, ou décomposition biologique**, peut être considérée comme une décomposition au niveau moléculaire, chimique, étant entendu qu'une molécule organique est transformée en molécules organiques toujours plus petites et finalement en matières minérales (CO₂ et H₂O; dont se compose la molécule organique), en sels et en biomasse ou en humus. Étant donné que la molécule organique est transformée en éléments minéraux, on parle aussi souvent de minéralisation.

Compostabilité ne doit pas être utilisé comme synonyme de biodégradabilité. La compostabilité dépasse la notion de biodégradabilité. La compostabilité suppose en effet une biodégradation dans des conditions spécifiques mais impose aussi des exigences supplémentaires en matière de désintégration dans un délai défini et en matière de qualité du compost.

Les principales normes internationales relatives à la biodégradation et à la compostabilité ont été développées pour le compte de l'ISO (International Organisation for Standardisation), du CEN (Comité Européen de Normalisation), de l'ASTM (American Society for Testing and Materials), du DIN (Deutsches Institut für Normung) et du JIS (Japanese Institute for Standardisation). La plupart des normes ne précisent que les procédures à respecter pour effectuer les tests visant à évaluer une caractéristique définie. Les procédures de test sont entre autres décrites dans les normes internationales ISO 14855, ISO 14851 et ISO 14852. En matière de compostabilité, on a même été

plus loin et les critères auxquels un matériau doit satisfaire pour pouvoir être appelé compostable ont été normalisés.

Les exigences ne concernent pas le matériau en tant que tel mais la forme sous laquelle il est utilisé. Les gobelets en PLA ne sont par exemple pas désintégrant/compostables mais bien si vous les broyez auparavant en constituants plus petits.

Comme nous l'avons dit, les exigences auxquelles les produits compostables doivent satisfaire sont définies dans différentes normes nationales et internationales portant sur les matériaux biodégradables et compostables (telles que EN 13432, ASTM D 6400, ASTM D6868). Pour de plus amples détails, veuillez consulter le CHAPITRE 9 Procédures de test.

Une grande partie des plastiques compostables certifiés se composent actuellement de matériaux renouvelables. Toutefois, il existe également des polymères synthétiques à base de matières premières fossiles, et donc non renouvelables, qui sont compostables conformément aux normes susmentionnées. Une combinaison de matières premières renouvelables et non renouvelables peut également mener à du plastique compostable.

Il n'existe actuellement aucune définition internationale des bioplastiques. Nous en trouvons toutefois une ébauche dans l'AR du 9 septembre 2008 (voir paragraphe 1.8 ainsi que le texte complet à l'Annexe 1). European Bioplastics, l'association professionnelle e.a. des producteurs de bioplastiques, privilégie actuellement une combinaison de deux aspects distincts : l'utilisation de matières premières renouvelables est d'une part soulignée et la compostabilité est d'autre part recherchée (European Bioplastics, www.european-bioplastics.org dans LNE, 2009).

Un groupe de travail ad hoc du CEN (= Comité Européen de Normalisation) se penche actuellement sur un document qui reprendrait des recommandations pour l'utilisation (et la définition) du terme bioplastiques (voir aussi 2.3 Normes CEN pour produits d'origine biologique). Il a été opté de ne pas utiliser le terme bioplastiques mais de le scinder en « biomassbased » (= renouvelable) et en « biodégradable/compostable ». En ce qui concerne les informations à transmettre au consommateur, il est suggéré de toujours mentionner le traitement final (possibilité de composter ou non), ce qui indiquerait clairement au consommateur si le produit est, malgré une teneur élevée en matières premières renouvelables, compostable ou non (LNE, 2009).

1.3. BIOPLASTIQUES ET BIODEGRADABILITE

La terminologie utilisée dans le secteur des bioplastiques est parfois trompeuse. La plupart des industriels utilisent le terme bioplastique pour un plastique produit à partir d'une matière première biologique. L'un des plastiques les plus anciens, le (film de) cellulose, est fabriqué à partir de la cellulose du bois. Tous les plastiques (bio et à base de pétrole) sont techniquement biodégradables, ce qui signifie qu'ils peuvent être décomposés par des microorganismes dans des conditions adéquates. Néanmoins, nombre d'entre eux se décomposent si lentement qu'ils doivent être considérés comme non biodégradables. Certains plastiques pétrochimiques sont considérés comme biodégradables et peuvent être utilisés comme additifs pour améliorer les performances de nombreux bioplastiques commerciaux.

Les bioplastiques non biodégradables sont dits durables (résistants, permanents, inusables). Le niveau de biodégradation varie en fonction de la température, de la stabilité des polymères et de la teneur en oxygène. La plupart des bioplastiques seront donc décomposés dans les conditions strictement contrôlées d'unités de compostage industriel. Laissés dans des tas de compost ou simplement dans le sol ou l'eau, la plupart des bioplastiques ne se dégradent pas (les PH par ex.), à l'exception des bioplastiques à base d'amidon¹. **Une norme internationale, l'EN13432, définit la**

¹ EOS magazine, octobre 2009 cité sur wikipedia

vitesse à laquelle et la mesure dans laquelle un plastique doit se décomposer dans des conditions de compostage commercial pour pouvoir être dit biodégradable.

Publiée par l'International Organisation for Standardisation (ISO), cette norme est reconnue dans de nombreux pays dont toute l'Europe, le Japon et les Etats-Unis. La norme a toutefois été conçue pour les conditions « agressives » des installations de compostage commercial. Il n'existe encore aucune norme applicable aux conditions de compostage domestique (<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic>).

Vinçotte propose la certification OK compost HOME qui est maintenant la base requise pour l'enregistrement « compostable à domicile » pour l'organisation britannique « Association pour le recyclage des matières organiques » au Royaume-Uni.

Le terme « plastique biodégradable » est également utilisé par des producteurs de plastiques pétrochimiques modifiés qui semblent se biodégrader². Les producteurs de sacs en plastique « biodégradables » qui ont présenté abusivement la biodégradabilité de leur produit s'exposent à des poursuites juridiques dans l'Etat américain de Californie pour utilisation abusive des termes biodégradable ou compostable³. Les plastiques traditionnels tels que le polyéthylène se décomposent grâce à la lumière ultraviolette (UV) et à l'oxygène. Pour éviter ce processus, les fabricants ajoutent des produits chimiques de stabilisation. Cependant, l'ajout d'un initiateur de dégradation au plastique permet d'arriver à un processus de désintégration UV/oxydation contrôlé. On peut référer à ce type de plastique par le terme plastique dégradé, plastique oxydégradable ou plastique photodégradable parce que le processus n'est pas initié par une action microbienne.

Bien que certains producteurs de plastiques dégradables argumentent que les résidus du plastique décomposé seront attaqués par des microbes, **ces matériaux ne répondent pas aux exigences de la norme de compostage commercial EN13432**. L'industrie des bioplastiques dénigre les plastiques oxo-biodégradables, l'association du secteur affirme qu'ils ne répondent pas à ses exigences. Les plastiques oxo-biodégradables, connus sous le nom d'« oxos », sont des matériaux pétrochimiques traditionnels comprenant une série d'additifs qui initient la dégradation. **La norme ASTM utilisée par les producteurs d'oxos est une simple directive qui n'exige pas plus de 60 % de biodégradation**. Le Dr Blatus de l'Agence nationale de l'Innovation affirme qu'il n'existe aucune preuve que les bio-organismes sont véritablement capables de consommer et de biodégrader des plastiques oxo (<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic>).

² <http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/perf-go-green-biodegradable-plastics-update-not-so-biodegradable-after-all.html> cité sur wikipedia

³ http://www.leginfo.ca.gov/pub/09-10/bill/sen/sb_1451-1500/sb_1454_vt_20100928.html cité sur wikipedia

CHAPITRE 2. SITUATION EN MATIÈRE DE LOGOS ET DE CERTIFICATIONS

1.4. UNE NORME INTERNATIONALE

La norme **ISO 17088**⁴ « Spécifications pour les plastiques compostables » a récemment été publiée (avril 2008), permettant en théorie la création d'un logo global. Le **contenu** de cette norme ISO est **analogue celui de la norme EN 13432** mais sa portée est plus vaste vu qu'il s'agit d'une norme internationale et que la norme EN se limite au marché européen (LNE, 2009).

1.5. NORMES EUROPEENNES

L'Europe dispose des normes **EN (European Norm) 13432**: « Emballage – Exigences relatives aux emballages valorisables par compostage et biodégradation – Programme d'essai et critères d'évaluation de l'acceptation finale des emballages »⁵ et **EN 14995**: « Matières plastiques – Evaluation de la compostabilité – Programme d'essai et spécifications » (LNE, 2009).

1.6. NORMES CEN POUR PRODUITS D'ORIGINE BIOLOGIQUE⁶

Le Comité Européen de Normalisation (CEN), l'organisation responsable de la création de normes pour les matériaux utilisés ou produits en Europe, a commencé à développer des normes pour les biopolymères comme les bioplastiques (et les biolubrifiants) en 2008. Cette initiative a abouti à :

(1) prCEN/TR⁷ 15932: « Recommandation pour la terminologie et la caractérisation des bioplastiques »

⁴ L'ISO 17088:2008 spécifie les procédures et les exigences relatives à l'identification et à l'étiquetage des plastiques et des produits faits de plastiques qui sont aptes à être récupérés par compostage aérobie. Les quatre aspects suivants sont traités : (1) la biodégradation, (2) la désintégration pendant le compostage, (3) les effets négatifs sur le processus et les installations de compostage, (4) les effets négatifs sur la qualité du compost obtenu, notamment la présence de teneurs élevées en métaux réglementés et en autres composants nocifs. Ces spécifications visent à établir les exigences relatives à l'étiquetage des produits et des matériaux en plastiques, notamment des emballages fabriqués en plastique, comme « compostables » ou « compostables dans des installations de compostage municipales ou industrielles » ou « biodégradables par compostage » (aux fins de cette norme internationale, ces trois expressions sont jugées équivalentes). De plus, l'étiquetage devra être conforme à tous les règlements internationaux, régionaux ou locaux (http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail.htm?csnumber=43373).

⁵ Les principaux homologues de l'EN 13432 sont l'**ASTM D 6400** « Spécification standard pour plastiques compostables » et l'**ASTM D6868** « Spécification standard pour plastiques biodégradables utilisés comme revêtements sur papier et autres substrats compostables », deux normes américaines au contenu très similaire à l'EN 13432 (LNE, 2009).

⁶ Source : <http://www.betalabservices.com/biobased/europe-standards.html> et normes CEN/TC 249 en développement (<http://www.cen.eu/CEN/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/WP.aspx?param=6230&title=CEN%2FTC+249>) et normes CEN/TC 19 en développement (<http://www.cen.eu/CEN/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/WP.aspx?param=6003&title=CEN%2FTC+19>)

(2) la spécification technique du CEN sur les biopolymères, notamment sur leur teneur en biocarbone. La spécification est toujours en développement au sein du CEN/TC 249/WG 17 et devrait être disponible en 2012.

Le comité technique 249 du CEN a la direction de toutes les normes en matière de plastiques. L'un de ses groupes de travail, le **WG 17, est responsable du développement de normes destinées aux biopolymères**. Le WG17 a été constitué en octobre 2008 et est actif depuis janvier 2009.

Le WG17 publiera probablement un rapport technique sur les recommandations pour la terminologie et la caractérisation des bioplastiques / biopolymères. Le CEN / TC 249/WG 17 examine également (1) la définition du contenu d'origine biologique des bioplastiques sur la base de l'ASTM D6866 et des normes CEN concernées et (2) le format et les exigences pour les options basées sur les caractéristiques sélectionnées des biopolymères. Les spécifications techniques ont déjà été publiées en 2010 tandis que les normes européennes concernées devraient être publiées en 2012.

1.7. LES LOGOS EN EUROPE

En Europe, plusieurs **logos de certification** coexistent, **selon le pays**. Aucune situation de monopole ne peut donc apparaître et les différentes instances de certification sont tenues de mettre à jour leur système et de suivre de près le marché. Cette situation pose toutefois problème pour les producteurs de bioplastiques étant donné qu'ils sont forcés de contacter différentes instances pour que leur produit soit considéré comme « compostable » dans toute l'Europe. La multitude de logos est également problématique sur le plan de la communication. Un logo unique serait profitable pour la communication mais plusieurs logos sont profitables à la concurrence et à l'absence de monopole (LNE, 2009).

European Bioplastics (= association professionnelle des producteurs de bioplastiques) a également développé une marque commerciale/un repère « the seedling » (le germe). DIN CERTCO l'utilise pour évaluer la conformité des produits. Après avoir obtenu sa certification, le produit entre en ligne de compte pour une labellisation (<http://en.european-bioplastics.org/standards/>). La certification associe les normes de test EN 13432/EN 14995 au label de compostabilité protégé (le germe) qui permet d'identifier et de traiter adéquatement les produits compostables sur le marché (<http://en.european-bioplastics.org/standards/certification/>). Le logo du germe d'European Bioplastics et le numéro de certificat indiqué sur le produit aident lors de décisions d'achat et du tri (lors de la mise au rebut).

1.8. L'ARRETE ROYAL (AR) BELGE

En Belgique, un Arrêté royal (AR) établissant des normes de produits pour la dénomination de matériaux compostables et biodégradables a été publié le 9 septembre 2008⁸. Cet AR est en vigueur depuis le mois d'août 2009.

⁷ Technical Report (rapport technique)

⁸ Aucune modification à ce texte de loi n'a été publiée depuis. Le texte est donc toujours d'actualité.

http://www.emis.vito.be/sites/default/files/actuele_wetgeving/sb241008-3.pdf

Pour le texte complet, voir l'Annexe 1.

Pour la première fois, un pays européen a voté un arrêté royal fixant des règles pour l'utilisation et l'invocation de notions telles que la compostabilité (e.a. une biodégradation de 90 % sur 6 mois), la compostabilité domestique (e.a. une biodégradation de 90 % sur 12 mois) et la biodégradabilité (e.a. une biodégradation de 90 % sur 24 mois) (LNE, 2009).

Ce type de matériaux peut dès lors être intégré dans des schémas de traitement alternatifs comme la décomposition biologique dans le sol, le compostage (industriel ou domestique) et éventuellement la fermentation (biométhanisation) (LNE, 2009).

Il n'est en outre plus autorisé de dire d'un emballage qu'il est biodégradable. *Un emballage peut encore uniquement être dit compostable s'il satisfait à la norme EN 13432* (LNE, 2009).

L'annexe I de l'AR fixe les « exigences générales concernant les matériaux biodégradables et compostables ». Outre la disposition fixant le contenu en matière organique à plus de 50 % du poids de la matière sèche, l'annexe stipule sous le titre 2 « Limitation des matériaux lourds et autres substances dangereuses » des valeurs limites (exprimées en ppm sur MS) pour les éléments chimiques considérés (Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Hg, Cr, Mo, Se, As et F) qui ne pourront pas être dépassées.

CHAPITRE 3. LES BIOPLASTIQUES ET L'AGRICULTURE (LNE, 2009)

Le secteur de l'agriculture joue un rôle important dans la problématique éventuelle des bioplastiques.

Cet élément a été souligné en 2008 lors des critiques de plus en plus vives concernant les biocarburants et leur lien éventuel avec l'augmentation des prix des produits alimentaires.

Il existe cependant des différences notables entre l'utilisation de produits agricoles pour la production de biocarburants et leur utilisation pour la production de bioplastiques. La principale différence concerne les **volumes produits et utilisés**. La production de biocarburants atteint en effet un multimillion de tonnes au sein de l'Union européenne. La production européenne de bioplastiques s'élève quant à elle à seulement ± 100.000 tonnes par an. Les volumes utilisés par les différentes applications sont en effet différents : 87 % de l'ensemble du mazout sont utilisés pour le transport, le chauffage, la production d'énergie et 4 % sont destinés à la production de plastiques (http://www.bpf.co.uk/Press/Oil_Consumption.aspx).

Selon l'étude européenne « Faisabilité techno-économique d'une production à grande échelle de biopolymères en Europe », même si l'on supposait une forte croissance à l'horizon 2020, seuls 15,4 % de la surface agricole disponible seraient consacrés à la production de bioplastiques (IPTS, 2005 in LNE, 2009).

D'autres études prennent d'autres éléments en ligne de compte. La FAO (l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) estime à 4,2 milliards d'hectares la surface disponible pour l'agriculture. Hors, on en utilise actuellement que 1,5 billion d'hectares. Il est par conséquent **encore toujours possible d'augmenter la production agricole, que ce soit pour la culture vivrière ou pour les bioplastiques** (FAO in LNE, 2009).

On pense toutefois que la concurrence va s'accroître entre les différentes applications de biomasse : énergie, alimentation et matériaux.

En outre, certains groupes de bioplastiques (à base de fibres et de cellulose) ne se basent pas sur des cultures vivrières ou utilisent déjà des déchets (ex. : Solanyl® fabriqué à partir d'épluchures de pommes de terre) comme des sources d'amidon. La **possibilité d'utiliser des déchets (agricoles ou autres) pour la production de bioplastiques est également à l'étude**.

Une étude récemment réalisée par l'université de Wageningen à la demande du ministère néerlandais de l'agriculture, de la nature et de la qualité alimentaire, a démontré que **l'augmentation actuelle des prix alimentaires n'est pas due à la spéculation ou aux biocarburants** (Biopact, 2008 in LNE, 2009).

À la lumière de cette problématique, il est capital pour le « développement durable » d'arriver à la « deuxième génération de bioplastiques » produits à partir de matières premières qui ne jouent aucun rôle dans la chaîne alimentaire et issues de préférence de déchets.

CHAPITRE 4. QUEL EST L'IMPACT DES BIOPLASTIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT ?

L'étude LNE (2009) « Possibilités et limites des bioplastiques » (qui a été suivie par l'OVAM) présente une série d'ACV existantes pour les 10 bioplastiques sélectionnés.

Ces analyses du cycle de vie n'offrent toutefois aucune réponse claire à la question « Le bioplastique est-il plus écologique que le plastique conventionnel ? ». Plusieurs bioplastiques se caractérisent par des avantages notables sur le plan environnemental mais il existe aussi diverses limites.⁹

La production et l'utilisation de bioplastiques sont généralement considérées comme des activités durables en comparaison avec la production de plastiques à partir de pétrole (pétroplastiques) car elles dépendent moins de combustibles fossiles comme source de carbone et induisent moins de gaz à effet de serre net lors de la biodégradation. Elles réduisent considérablement la quantité de déchets dangereux produits par les plastiques dérivés du pétrole, qui eux conservent leur forme des centaines d'années, et ouvrent une nouvelle ère dans la technologie et l'industrie de l'emballage (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11).

Cependant, la production de ces matériaux bioplastiques dépend encore souvent du pétrole comme source d'énergie et de matières premières. Il s'agit notamment de l'énergie nécessaire aux machines agricoles ainsi qu'à l'irrigation des cultures, à la production d'engrais et de pesticides, au transport des récoltes et des produits végétaux vers des usines de transformation, à la transformation des matières premières et enfin à la production de bioplastiques. Des énergies renouvelables peuvent cependant être utilisées pour arriver à une indépendance pétrolière (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-13).

Le fabricant italien de bioplastiques Novamont indique dans son propre audit environnemental que la production d'un kilo de son produit à base d'amidon utilise 500 g de pétrole et consomme près de 80 % de l'énergie nécessaire pour produire un polymère de polyéthylène traditionnel. Les données environnementales de NatureWorks, le seul fabricant commercial de plastiques PLA (acide polylactique), montrent que la fabrication de son matériau plastique permet une économie de 25 à 68 pour cent de combustible fossile par rapport au polyéthylène, notamment par son achat de certificats d'énergie renouvelable pour son usine de production (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-13).

Une étude détaillée, réalisée par Franklin Associates et publiée par l'institut Athéna sur les processus de fabrication d'une série d'emballages quotidiens en plastiques et PLA traditionnels, démontre que certains bioplastiques engendrent moins de dégâts pour l'environnement mais que d'autres en engendrent plus¹⁰. Cette étude ne tient cependant pas compte de la fin de vie des

⁹ Plus de détails p. 21 et suivantes LNE, 2009

¹⁰ Athena Institute International (2006). Inventaire du cycle de vie de cinq produits à base d'acide polylactique (APL) et de résines pétrochimiques. Rapport technique préparé pour l'Athena Institute International par Franklin Associates. Cité sur http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-13.

produits et ignore donc les éventuelles émissions de méthane des plastiques biodégradables qui peuvent survenir dans une décharge (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-13).

L'étude de 4 types de gobelets du VITO conforme à l'ISO et réalisée pour le compte de l'OVAM a comparé le PLA, un bioplastique, aux gobelets en papier recouverts de PP, PC réutilisable et PE et n'a démontré aucune différence significative entre les 4 types de gobelets. (VITO, 2006)

Alors que la production de la plupart des bioplastiques émet moins de CO₂ que les alternatives traditionnelles, il existe des préoccupations réelles sur le fait que la création d'un réseau mondial de bioéconomie pourrait contribuer à une accélération du taux de déforestation s'il n'est pas géré efficacement. Il existe également des préoccupations liées à l'impact sur l'approvisionnement en eau et l'érosion des sols.

D'autres études ont démontré que les bioplastiques conduisent à une réduction de 42 % de l'empreinte carbone.

Cependant, les bioplastiques peuvent aussi être issus de sous-produits agricoles ou de bouteilles en plastique et autres emballages usagés grâce à l'intervention de micro-organismes (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11).

La modification génétique est un autre défi pour l'industrie du bioplastique. Aucun des plastiques considérés être de la première génération n'utilise de plantes génétiquement modifiées bien que le maïs GM est la matière première standard.

À plus long terme, une partie des technologies de fabrication de bioplastiques de la deuxième génération en développement utilise le modèle « fabrique d'usine » à l'aide de cultures génétiquement modifiées ou de bactéries génétiquement modifiées afin d'optimiser l'efficacité (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11).

L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) DES BIOPLASTIQUES (Source : EC DG ENV, 2011)

Une série d'avantages potentiels sont avancés pour les bioplastiques. Le premier est la **réduction de la dépendance à l'égard du pétrole** : on estime à 4 % environ la demande en pétrole comme matière première pour les plastiques. L'utilisation de produits plastiques fabriqués à partir de matières premières renouvelables réduit l'utilisation de combustibles fossiles et libère les produits du prix élevé et volatile des combustibles fossiles, bien que cette relation soit entravée par le fait que les produits plastiques utilisent des sous-produits du raffinage.

Le **deuxième est la réduction des déchets à la source** : les bioplastiques peuvent améliorer l'efficacité des processus de production¹¹. En outre, les bioplastiques biodégradables sont moins persistants dans l'environnement que les plastiques non dégradables, étant entendu qu'ils ont besoin d'un traitement spécifique en fin de vie pour maximiser cet avantage. Les bioplastiques biodégradables peuvent être compostés, ce qui permet de réduire la quantité de déchets qui doit être jetée.

Le **troisième est la réduction des émissions de gaz à effet de serre** : certains affirment que les émissions de CO₂ en fin de vie des bioplastiques (par combustion, décomposition et autres) sont compensées par l'absorption de CO₂ pendant la croissance de la plante.

¹¹ Barker, M. and Safford, R. (2009) *Industrial uses for crops: markets for bioplastics*, HGCA. In EC DG ENV, 2011

Ces avantages potentiels doivent cependant être évalués avec précaution. Les résultats des ACV existantes diffèrent significativement (voir tableau 27 à la page 109-110 dans EC GD ENV, 2011) selon les méthodes et les limites utilisées, les impacts considérés et l'année (les bases de données sont constamment mises à jour). Le terme « bioplastiques » englobe un large éventail de matériaux aux propriétés différentes et il serait donc idéal de disposer d'une ACV pour chaque application mais ce n'est malheureusement pas toujours le cas. L'approche du cycle de vie est surtout importante pour les bioplastiques car ces derniers pourraient avoir un impact notable sur l'environnement lié à la production de matières premières : perte de la biodiversité, déforestation potentielle, modifications de l'affectation des terres, adaptation du sol, culture de plantes génétiquement sélectionnées ou modifiées à rendement élevé, consommation d'eau, utilisation d'engrais et de pesticides, etc.

Selon une revue¹², **la plupart des ACV montrent que les bioplastiques sont plus avantageux que les pétroplastiques pour l'impact sur la consommation d'énergies fossiles et l'émission de gaz à effet de serre, mais ce n'est pas toujours le cas pour l'eutrophisation ou l'acidification.** Des profils environnementaux favorables sont signalés pour de nombreuses applications des bioplastiques : ils n'ont besoin que de peu d'énergie pendant la production, ont un statut CO₂ « neutre » (une hypothèse basée sur la teneur en carbone organique) et des avantages en fin de vie s'ils sont compostés, recyclés ou brûlés. Plus le marché des bioplastiques s'étend, plus des avantages financiers et écologiques à grande échelle peuvent être atteints. Une série d'ACV (15 % de celles qui ont été examinées dans l'étude réalisée pour l'EC DG ENV, 2011) indiquent cependant que les pétroplastiques ont moins d'impacts sur l'environnement que les bioplastiques, si l'on s'en tient aux données sur le nombre réel de boucles de recyclage, la consommation énergétique pendant la production et la fin de vie (génération de méthane dans les décharges).

À la lumière des études ACV sur les bioplastiques, l'étude de l'EC DG ENV (2011) conclut que l'impact environnemental d'une utilisation croissante des bioplastiques est difficile à prévoir. La gestion en fin de vie est déterminante : le recyclage des bioplastiques peut par exemple être une option tout aussi efficace que le compostage. L'utilisation croissante des bioplastiques combinée aux systèmes de collecte modernes peut entraver le recyclage de pétroplastiques, ce qui démontre la nécessité de développer un tri à la source et des systèmes de collecte efficaces. Et bien que certains bioplastiques soient biodégradables, le processus de compostage de bon nombre d'entre eux comme les PLA doit avoir lieu dans des installations industrielles. Si les bioplastiques étaient « déchargés » dans l'environnement par le public, qui pense à tort qu'ils se biodégradent rapidement, ils pourraient avoir les mêmes conséquences que celles rencontrées actuellement avec les pétroplastiques (ex. : nocivité pour la vie marine, absorption de polluants qui pourraient remonter la chaîne alimentaire).

Alvarez-Chaveza et al. (paraîtra en mars 2012) conclut également dans son analyse qu'aucun des bioplastiques d'origine biologique actuellement sur le marché ou en développement n'est entièrement « durable ». Chacun des bioplastiques examinés utilise des organismes génétiquement modifiés pour la production de matières premières alimentaires et/ou des produits chimiques toxiques dans le processus de production, ou les génère comme sous-produits, ou encore des copolymères de ressources non renouvelables.

¹² Murphy, R. and I. Bartle (2004) *Biodegradable Polymers and Sustainability: insights from Life Cycle Assessment*, on behalf of the National Non-Food Crops Centre. In EC DG ENV, 2011

CHAPITRE 5. PROBLÈMES AVEC LES BIOPLASTIQUES PENDANT LA PHASE D'ÉLIMINATION

Le principal problème au niveau de la transformation des bioplastiques compostables se situe sur le plan du cadre légal. Actuellement, la Flandre interdit une collecte simultanée de ces bioplastiques et des déchets de légumes, de fruits et de jardin. Ce entre autres afin de limiter la présence de polluants dans les déchets organo-biologiques collectés. **On craint en effet qu'en acceptant la fraction organo-biologique des bioplastiques (qui sont compostables), des plastiques non compostables soient ajoutés.** C'est la raison pour laquelle les bioplastiques, bien que compostables, ne sont généralement pas inclus dans ce flux (LNE, 2009).

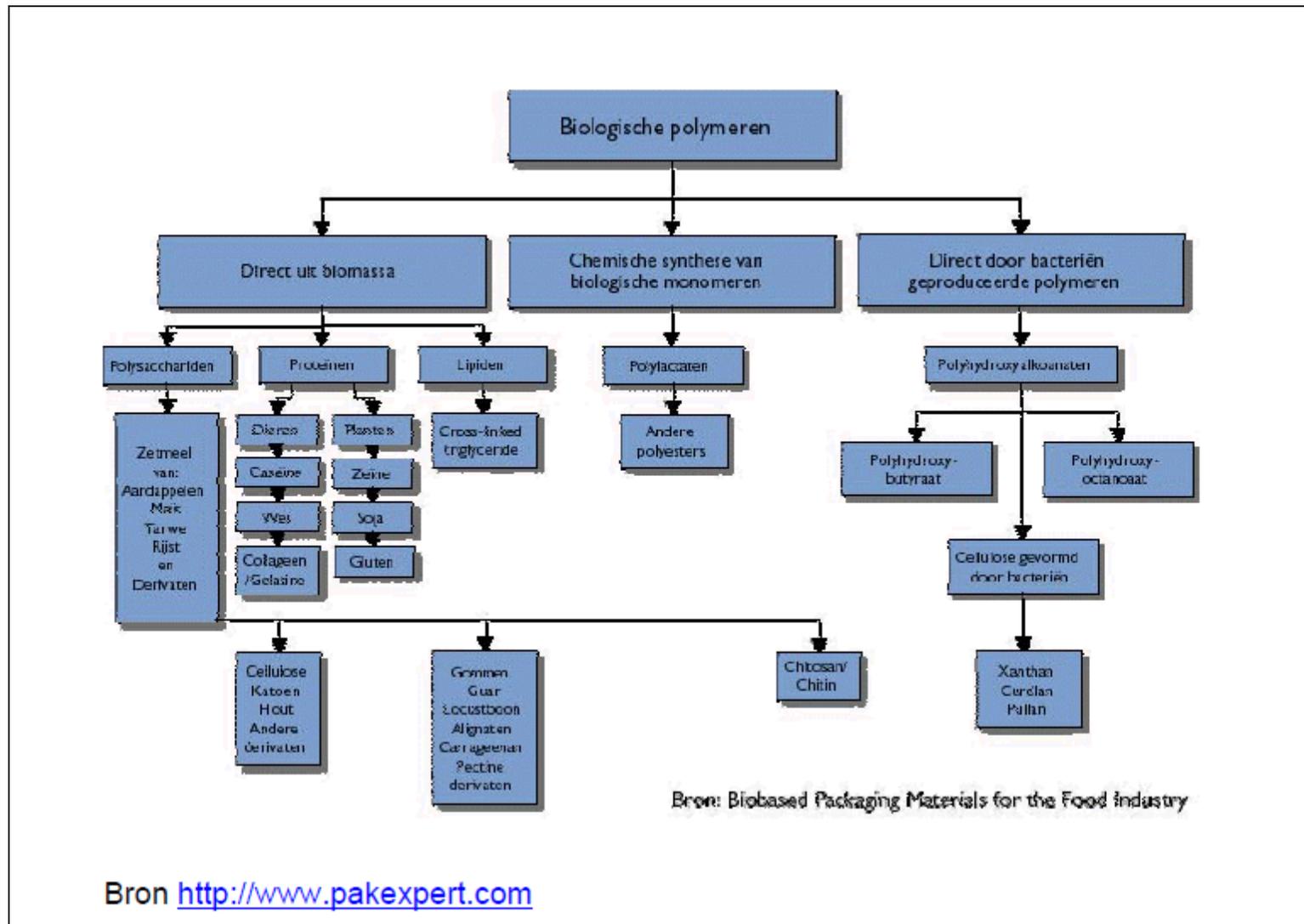
Certains **craignent également que les bioplastiques mettent en danger les projets de recyclage existants.** Les emballages tels que les bouteilles de lait en PEHD et les bouteilles d'eau et de boissons en PET sont facilement identifiables et donc la mise en place d'une infrastructure de recyclage a été un succès dans de nombreuses parties du globe, bien que seuls 27 % de tous les plastiques sont réellement recyclés¹³, le reste finissant dans les décharges et les océans¹⁴. Toutefois, les plastiques comme le PET ne peuvent pas être mélangés avec le PLA, ce qui rend le PET inutilisable si les consommateurs ne parviennent pas à distinguer les deux lors du tri. Le problème pourrait être surmonté en créant des types de bouteilles différenciés ou en investissant dans la technologie de tri appropriée. La première piste est toutefois peu fiable et la deuxième est onéreuse (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11).

¹³ <http://earth911.com/recycling/plastic/plastic-bottle-recycling-facts/> cité sur wikipedia

¹⁴ <http://www.tbd.com/the-list/2011/01/what-happens-when-plastic-bags-end-up-in-the-chesapeake-bay-.html> cité sur wikipedia

CHAPITRE 6. RÉPARTITION ET APPLICATIONS DES BIOPLASTIQUES

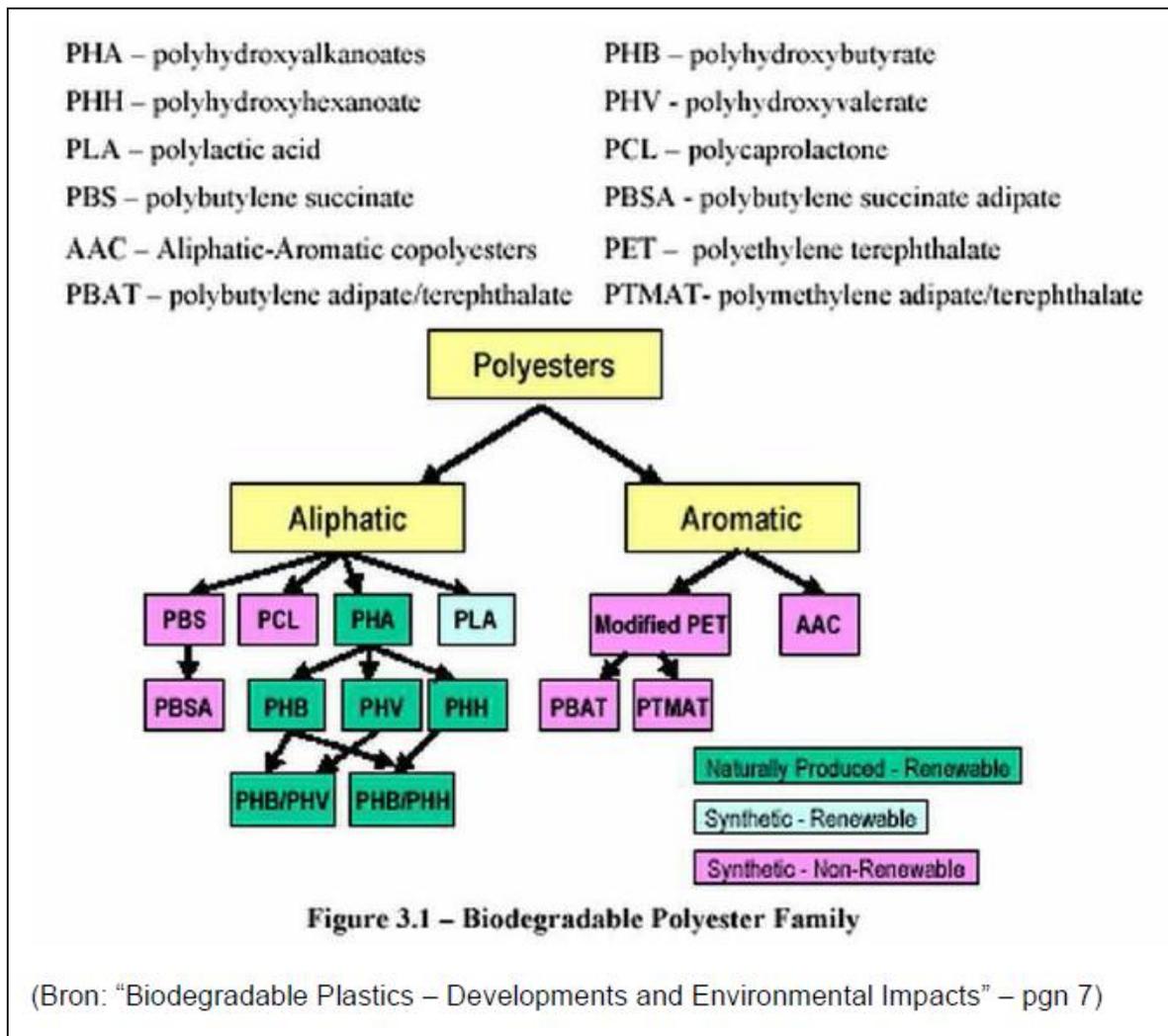
Les produits de la biotechnologie blanche sont appelés « biopolymères ». Ils sont subdivisés en groupes comme le montre l'aperçu suivant (OVAM, 2006).



Les groupes sont :

1. Les polymères naturels ou biopolymères, qui sont **directement extraits de la biomasse** (bois, maïs, blé, riz et pommes de terre). L'amidon et la cellulose en sont des exemples. L'amidon peut être extrait de différents produits agricoles et peut être modifié pour que les biopolymères de cette matière première soient transformés en plastiques.
2. Les biopolymères qui sont transformés par **synthèse chimique** en partant de monomères issus de matières premières agricoles. On les appelle également biopolyesters car ils ont de nombreuses caractéristiques communes avec les polyesters courants. Le principal groupe de biopolyesters inclut les polylactides (PLA), produits par synthèse chimique de l'acide lactique qui est extrait de produits agricoles comme la pomme de terre, le blé et autres mais aussi de déchets de l'industrie alimentaire comme la mélasse ou le petit-lait.
3. Les biopolymères **produits directement par des bactéries, des levures ou des plantes**. À savoir les polyhydroxyalkanoates (PHA), dont le polyhydroxybutyrate (PHB) peut en principe être utilisé pour les emballages.
4. Les polyesters synthétiques compostables à base de pétrole. La PCL ou poly(caprolactone) en est un exemple. Ils sont **compostables mais ne sont pas composés de matières premières renouvelables**.

L'image suivante du deuxième groupe, les biopolyesters, fournit un aperçu des applications les plus importantes dans cette étude.



Dans l'étude LNE (2009) « Possibilités et limites des bioplastiques », les bioplastiques sont subdivisés en 5 catégories basées sur les **différents types de matériaux de base** :

- Les bioplastiques à base de fibre (e.a. miscanthus, bagasse)
- Les bioplastiques à base d'amidon
- Les bioplastiques à base de cellulose
- Les bioplastiques issus de la synthèse chimique (dont le PLA et le bio-PDO, le 1,3-propanediol , le PE « vert »)
- Les bioplastiques produits à partir de bactéries (e.a. les PHA)

Les bioplastiques biodégradables sont utilisés pour les articles jetables comme les emballages et les produits de la restauration (services, couverts, pots, plats, pailles). Les bioplastiques biodégradables sont aussi souvent utilisés pour les sacs poubelles organiques car ils peuvent être compostés avec la nourriture ou les déchets verts. Une série de plateaux et de conteneurs pour les légumes, les fruits, les œufs et la viande, les bouteilles de boisson et de produits laitiers et les films de blisters de fruits et légumes sont fabriqués à partir de bioplastiques (<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic>).

Le mélange de flux de matériaux biodégradables avec des flux de matériaux éventuellement recyclables n'est pas souhaitable. Dès lors, il est important d'utiliser des matériaux biodégradables dans des situations qui vont de toute évidence aboutir dans un flux compostable.

Les applications non jetables (pour les bioplastiques) incluent des boîtiers/habillages pour téléphones mobiles, des fibres de tapis, des intérieurs automobiles, des conduits de carburant et des tubes en plastiques et de nouveaux bioplastiques électro-actifs qui pourront conduire le courant électrique sont à l'étude¹⁵. Dans ces domaines, l'objectif n'est pas la biodégradabilité mais la création de produits à partir de ressources durables (<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic>).

Les principales applications seront probablement les sachets en plastique et les emballages jetables. Le marché des bioplastiques connaîtra probablement une forte croissance pour des applications comme l'emballage des denrées alimentaires, de services et couverts, de logements électroniques, de médias enregistrables comme les DVD et de pièces de voiture.

Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11) distingue les types de plastiques suivants :

1.9. PLASTIQUES A BASE D'AMIDON

L'amidon thermoplastique comme le matériau de Plastarch représente environ 50 pour cent du marché des bioplastiques et est actuellement **le bioplastique le plus utilisé**.

L'amidon pur a la caractéristique d'absorber l'humidité et est donc utilisé pour la production de gélules de médicament dans le secteur pharmaceutique. Des agents flexibilisants et plastifiants tels que le sorbitol et la glycérine sont ajoutés pour que l'amidon puisse également subir un traitement thermoplastique. En variant la quantité de ces additifs, il est possible d'adapter les caractéristiques du matériau en fonction des besoins spécifiques (également appelé « amidon thermoplastique »). Il est possible de fabriquer du plastique simple à base d'amidon chez soi¹⁶.

Au niveau industriel, les bioplastiques à base d'amidon sont souvent mélangés avec des polyesters biodégradables. Ces mélanges sont notamment l'amidon/la polycaprolactone¹⁷ ou l'amidon/Ecoflex¹⁸ (polybutylène adipate-co-téréphtalate produit par BASF¹⁹). Ces mélanges restent compostables. D'autres producteurs tels que Roquette ont développé une autre stratégie basée sur des mélanges amidon/polyoléfine. Ces mélanges ne sont plus biodégradables, mais ont une empreinte carbone plus faible que les pétroplastiques correspondants²⁰.

1.10. PLASTIQUES A BASE DE CELLULOSE

Les bioplastiques de cellulose sont notamment les esters cellulosiques (dont l'acétate de cellulose et la nitrocellulose) et leurs dérivés, y compris le celluloid.

¹⁵ Suszkiw, Jan (décembre 2005). "[Electroactive Bioplastics Flex Their Industrial Muscle](#)". *News & Events. USDA Agricultural Research Service*. <http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/dec05/plastic1205.htm>. Retrieved 2011-11-28. cité sur wikipedia

¹⁶ [Make Potato Plastic!](#). Instructables.com (2007-07-26). Extrait le 14-08-2011 cité sur wikipedia

¹⁷ <http://bioplasticsonline.net/2010/06/starch-based-bioplastic-manufacturers-and-suppliers/> cité sur wikipedia

¹⁸ http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-8106328/Enhancing-biopolymers-additives-are-needed.html cité sur wikipedia

¹⁹ <http://bioplastic-innovation.com/2008/04/22/basf-announces-major-bioplastics-production-expansion/> cité sur wikipedia

²⁰ <http://bioplastic-innovation.com/2010/10/16/roquette-nouvel-acteur-sur-le-marche-des-plastiques-lance-gaialene%C2%AE-une-gamme-innovante-de-plastique-vegetal/> cité sur wikipedia



Figure 3 : Blister à base d'acétate de cellulose, un bioplastique

1.11. POLYESTERS ALIPHATIQUES

Les biopolyesters aliphatiques sont notamment les polyhydroxyalkanoates (PHA) tels que l'acide poly-3-hydroxybutyrique (PHB), le polyhydroxyvalérate (PHV) et le polyhydroxyhexanoate (PHH).

1.11.1. PLASTIQUES EN ACIDE POLYLACTIQUE (PLA)

L'acide polylactique (PLA) est un plastique transparent produit à partir du sucre de canne ou du glucose. Non seulement il ressemble aux plastiques de masse pétrochimiques conventionnels (comme le PE ou le PP) dans ses caractéristiques mais il peut aussi être transformé sur les machines standard utilisées pour la production de plastiques conventionnels. Le PLA et les mélanges de PLA existent généralement sous la forme de granulés aux différentes propriétés et sont utilisés dans l'industrie de transformation du plastique pour la production de film, de moules, de gobelets et de bouteilles.



Figure 4: Mulch à base du mélange PLA bio-flex

Le PLA (acide polylactique) est un bioplastique, un plastique fabriqué à partir de matières renouvelables. Ce nouveau plastique a un grand potentiel car il peut être utilisé pour de **nombreux produits** : gobelets jetables, matériaux d'emballage à la place de plastiques conventionnels (comme le polycarbonate ou le polypropylène), matériau de cuisine, GSM, pièces de voiture, vêtements, langes... Les possibilités d'utilisation sont quasi infinies. L'un des principaux atouts du PLA par rapport aux autres bioplastiques est la complète transparence du matériau (OVAM, 2006).

1.11.2. POLY-3-HYDROXYBUTYRATE (PHB)

Le biopolymère poly-3-hydroxybutyrate (PHB) est un polyester produit par certaines bactéries qui transforment le glucose, l'amidon de maïs²¹ ou les eaux résiduelles²². Les caractéristiques du PHB sont similaires à celles du polypropylène pétroplastique. L'industrie sud-américaine du sucre par exemple, a décidé d'élargir la production de PHB à une échelle industrielle. Le PHB se distingue principalement par des caractéristiques physiques. Il produit un film transparent à un point de fusion supérieur à 130°C et se biodégrade sans résidu.

1.12. POLYAMIDE²³ 11 (PA 11)

Le PA 11 est un biopolymère **dérivé de l'huile naturelle**. Il est également connu sous la marque Rilsan B commercialisée par Arkema. Le PA 11 appartient à la famille des polymères techniques et n'est **pas biodégradable**. Il est utilisé dans des applications hautes performances telles que les conduites de carburants moteur, les tubes de freins pneumatiques, les habillages antitermites de câbles électriques, des conduites de pétrole et de gaz flexibles, les chaussures de sport, les éléments de systèmes électroniques et les cathéters.

1.13. POLYETHYLENE BIODERIVE

L'élément de base (monomère) du polyéthylène est l'éthylène, à un petit pas chimique seulement de l'éthanol qui peut être produit par fermentation de matières premières agricoles comme la canne à sucre ou le maïs. Le polyéthylène biodérivé est chimiquement et physiquement identique au polyéthylène traditionnel : **il n'est pas biodégradable mais peut être recyclé**. Il peut en outre réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre. Le groupe chimique brésilien Braksem affirme que l'utilisation de son processus d'éthanol de canne à sucre pour produire une tonne de polyéthylène capture 2,5 tonnes de CO₂ tandis que le processus pétrochimique traditionnel aboutit à des émissions de près de 3,5 tonnes.

Braskem envisage d'introduire en 2010 des quantités commerciales de son premier polyéthylène haute densité biodérivé, qui est utilisé dans des emballages tels que des bouteilles et des tonneaux, et a développé une technologie pour produire du butène biodérivé, nécessaire pour atteindre des polyéthylènes à basse densité linéaire destinés à la production de film²⁴.

²¹ <http://bioplastic-innovation.com/2011/06/08/mirel-phas-grades-for-rigid-sheet-and-thermoforming/> cité sur wikipedia

²² <http://bioplastic-innovation.com/2011/07/29/micromidas-is-using-carefully-constructed-populations-of-bacteria-to-convert-organic-waste-into-bio-degradable-plastics/> cité sur wikipedia

²³ Un **polyamide** est un polymère contenant des monomères d'amides liés par des liaisons peptidiques. Ils peuvent apparaître naturellement ou artificiellement, les protéines comme la laine et la soie en étant un exemple, et peuvent être créés artificiellement par polymérisation par étapes ou synthèse sur phase solide comme les nylons, les aramides et le polyaspartate de sodium. Les polyamides sont généralement utilisés dans les secteurs textile, automobile, du tapis et des vêtements de sport étant donné leur durabilité et leur robustesse extrêmes.

La véritable star de l'industrie plastique des années 1930 a été le polyamide (PA)²³, mieux connu sous sa dénomination commerciale, le **nylon**.

Carothers et son équipe ont synthétisé plusieurs polyamides dont le polyamide 6.6 et 4.6, ainsi que des polyesters. Les polyamides 6, 10, 11, et 12 ont été développés à partir de monomères cycliques; ex. le caprolactame.

²⁴ http://www.prw.com/subscriber/index.html?ID_Site=818&ID_Article=24484&mode=1&curpage=0 cité sur wikipedia

CHAPITRE 7. POSITION DES AUTORITÉS

Reste à savoir quelle doit être la position des autorités. En effet, bien que le PLA soit fabriqué par une multinationale et que le produit ait le vent en poupe au niveau mondial, les autorités pourraient jouer un rôle stimulant.

À l'étranger, plusieurs pistes ont été examinées (OVAM, 2006) :

- aux **Pays-Bas**, la collecte de déchets biodégradables a été assouplie : les bioplastiques avec le logo du germe sont autorisés mais pas encouragés;

PIANOo, le centre d'expertise en adjudications (dont la mission de professionnaliser les achats et les adjudications de toutes les administrations) nous apprend que les bioplastiques ne sont actuellement pas inclus dans les critères des achats durables (Com. de presse Take Padding, PIANOo, 23/11/2011)²⁵.

- en **Allemagne**, ils sont exemptés des contributions point vert, ce qui renforce considérablement la position concurrentielle des bioplastiques;

- aux **Etats-Unis**, les bioplastiques sont stimulés par une politique d'achat préférentielle : lorsque les autorités doivent acheter un plastique dont il existe une version bio aux qualités fonctionnelles identiques, elles optent pour les bioplastiques. Le programme « public procurement », le FB4P, a été lancé en 2005.

Ces pistes ne peuvent pas être appliquées telles quelles en Belgique. L'OVAM indique par exemple dans son rapport « Dossier PLA et autres bioplastiques » (2006) que la Flandre est non seulement leader en matière de collecte sélective mais aussi de compostage domestique. Le PLA a un grand inconvénient dans ce contexte : il n'est pas compostable à domicile (contrairement à la majorité des autres bioplastiques) (OVAM, 2006). Étant donné l'incertitude scientifique et le contexte pratique de la Flandre, l'OVAM n'a encore émis aucune préférence explicite pour les plastiques bio(dégradables) dans sa ligne politique.

1.14. LE BIOPREFERRED PROGRAM DES ÉTATS-UNIS

Aux Etats-Unis, les bioplastiques sont stimulés par une politique d'achat préférentielle : lorsque les agences doivent acheter un plastique dont il existe une version bio aux qualités fonctionnelles identiques, elles optent pour les bioplastiques²⁶. Le programme « public procurement », le FB4P, a été lancé en 2005 (LNE, 2009).

Les « biopreferred procurement requirements » implique que les agences fédérales sont **tenues** d'utiliser des produits repris dans la liste biopreferred (www.biopreferred.gov). Le caractère biosourcé est défini par groupe de produits (plus de 1) et tout produit présentant un pourcentage minimal supérieur à la limite peut être repris dans la liste (comme Cereplast qui est repris dans la catégorie Housewares and Cleaning du catalogue en ligne <http://www.biopreferred.gov/Catalog.aspx>) (LNE, 2009).

²⁵ « Je suppose que ce débat porte notamment sur les emballages. Pour l'instant, le développement de critères démontre que l'impact des emballages sur l'environnement est suffisamment maîtrisé par la législation néerlandaise (l'arrêté gestion des emballages papier et carton). Le problème des emballages sera peut-être mieux souligné lors d'un futur développement de critères. Aucune prévision ne peut être faite. »

²⁶ Bioplastics magazine, volume 3 (2008) in LNE, 2009

Les produits à base des résines Compostables™ de Cereplast répondent donc à **ces nouvelles « US federal procurement guidelines » portant sur la part de matières premières renouvelables. Ces directives (guidelines) ont été introduites en juin 2008 par le département de l'agriculture des Etats-Unis.** Toutes les entreprises qui utilisent les résines Compostables™ de Cereplast sont dès lors reprises sur le site web « BioPreferred ». Les produits « BioPreferred » (spécifiques entre autres aux applications de la restauration) **jouissent de la préférence** des départements administratifs globaux (services fédéraux) qui sont responsables de l'achat de milliards de dollars de produits. Concrètement, il s'agit d'un stimulant important pour l'utilisation de résines Compostables™ de Cereplast par les entreprises de transformation.

Le programme BioPreferred a été créé par le « Farm Security and Rural Investment Act » de 2002 (Farm Bill de 2002), complété par le « Food, Conservation, and Energy Act » de 2008 (Farm Bill de 2008). L'objectif était d'augmenter l'achat et l'utilisation de bioproduits. Le ministère américain de l'agriculture gère le programme, et identifie et cherche de nouveaux marchés pour les produits d'origine biologique.

Le programme BioPreferred de l'USDA comprend 2 éléments importants :

- le **Federal Procurement Preference** : un programme d'achat préférentiel pour les agences fédérales et leurs contractants, et
- Un **programme d'étiquetage volontaire** pour le marketing consommateur de bioproduits à grande échelle.

Dans son programme d'achat, BioPreferred indique les **catégories de bioproduits²⁷** exigées pour tout achat des agences gouvernementales et de leurs entrepreneurs. L'USDA identifie donc des catégories de produits dont le choix est judicieux à l'achat. Les catégories de bioproduits ont été examinées sur la base de la performance et de la disponibilité. Le **niveau minimal requis de contenu biosourcé (par catégorie de produits)** est indiqué (voir Annexe 2). Actuellement, 64 catégories (comprenant 8900 produits) de produits ont été définies.

²⁷ L'USDA identifie des catégories de produits dont le choix est judicieux à l'achat. Les catégories de bioproduits ont été examinées sur la base de la performance et de la disponibilité.

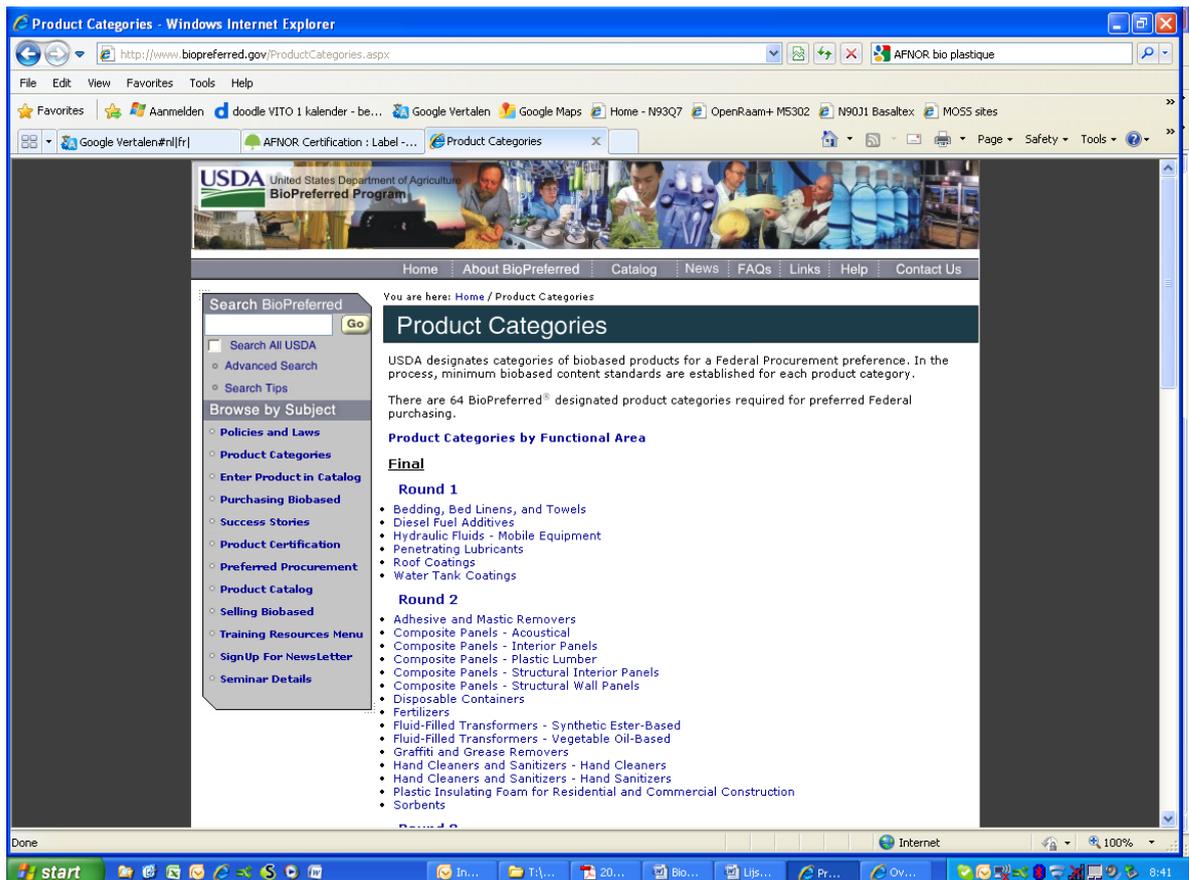


Figure 5: Capture d'écran des catégories BioPreferred de bioproduits de l'USDA (Source : <http://www.biopreferred.gov/ProductCategories.aspx>)

Dans le cadre du **programme d'étiquetage volontaire**, les bioproduits qui satisfont aux exigences du programme BioPreferred reçoivent une étiquette claire pour être plus facilement identifiés par le consommateur (Source : <http://www.biopreferred.gov/aboutus.aspx>). Lancé en février 2011, le « USDA certified biobased label » indique en toute impartialité le contenu biosourcé. Un partenariat de certification « third party » indépendant a été établi avec ARTM International. Le label illustre le soleil, la mer et la terre, indique s'il s'agit d'un produit ou d'un emballage, le pourcentage en contenu biosourcé et FP (inclus dans le Federal Procurement Preference Program).



Figure 6 : Logo de l'étiquette USDA certified biobased

CHAPITRE 8. LE MARCHÉ

Étant donné le **morcellement du marché et les définitions ambiguës**, il est **difficile d'inventorier l'ensemble du marché des bioplastiques** mais selon certaines estimations, la capacité de production mondiale s'élèverait à 327.000 tonnes²⁸. Par contre, la consommation mondiale de tous les emballages flexibles est estimée à 12,3 millions de tonnes²⁹ (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11).

Le COPA (Comité des organisations agricoles de l'Union européenne) et le COGECA (Comité général de la coopération agricole de l'Union européenne) ont, en 2001, évalué le **potentiel de remplacement des bioplastiques (biodégradables) dans différents secteurs** (LNE, 2009) :

- Produits de restauration : 450.000 tonnes/an
- Sacs poubelles organiques : 100.000 tonnes/an
- Mulch : 130.000 tonnes/an
- Langes : 320.000 tonnes/an
- Films d'emballage : 400.000 tonnes/an
- Autres emballages : 400.000 tonnes/an
- Élément de pneus : 200.000 tonnes/an
- Total : 2.000.000 tonnes/an

Cela représentait donc **moins de 10 %** pour une production totale de quelque 30 millions de tonnes de plastiques en Europe en 2001.

L'étude européenne publiée en 2005 « Faisabilité techno-économique d'une production à grande échelle de biopolymères en Europe » évalue toutefois le **potentiel maximal absolu de substitution technique des bioplastiques (renouvelables et/ou biodégradables) à 33 % de la production totale actuelle de polymères³⁰**. Avec une production totale actuelle de polymères de quelque 50 millions de tonnes en Europe, on arrive à un potentiel de substitution de 16,5 millions de tonnes. Notons qu'il s'agit d'une valeur indicative qui inclut de nombreuses estimations (LNE, 2009).

Selon une étude réalisée par Frost & Sullivan en 2007, le **marché européen des bioplastiques est en pleine croissance**. Comme les quantités et la diversité des bioplastiques qui arrivent sur le marché ne cessent de croître, il sera surtout important de différencier les domaines d'application envisageables. **Actuellement, de nombreux films (ex. : sachets des supermarchés, emballages) en PEBD sont remplacés par des bioplastiques**. En Europe, la production de PEBD s'élevait à 4430 kilotonnes en 2006. Voilà qui donne déjà une belle indication du potentiel de remplacement³¹.

De 2000 à 2008, la consommation mondiale de plastiques biodégradables à base d'amidon, de sucre et de cellulose, jusqu'ici les trois principales matières premières, a augmenté de 600 %³². Le NNFCC³³ estime que la capacité annuelle mondiale va plus que sextupler pour atteindre 2,1 millions

²⁸ <http://www.nnfcc.co.uk/publications/nnfcc-renewable-polymers-factsheet-bioplastics>

²⁹ <http://www.plasticsnews.com/fyi-charts/index.html?id=1132774806>

³⁰ IPTS (2005). Techno-economic Feasibility of Large-scale Production of Biobased Polymers in Europe in LNE, 2009

³¹ Correspondence Frost&Sullivan (9/01/2008) in LNE, 2009

³² <http://www.ceresana.com/en/market-studies/plastics/bioplastics/> cité sur wikipedia

³³ Le centre national américain pour les énergies, les combustibles et les matériaux biorenouvelables, cité sur wikipedia

de tonnes en 2013³⁴. BCC Research prévoit une croissance moyenne de plus de 17 % en 2012 pour le marché mondial des polymères biodégradables. **Pourtant, les bioplastiques ne resteront qu'une petite niche du marché global des plastiques** (qui devrait s'élever à 220 millions de tonnes par an dans le monde en 2010) (http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-bioplastics24.com-11).

Selon un rapport récent, le marché des polymères biodégradables a augmenté dans chacune des principales régions consommatrices (Europe, Amérique du Nord et Asie) en 2009. En Europe, la croissance du marché variait entre 5 et 10 % en 2009³⁵. L'Europe représente près de la moitié de la consommation mondiale tandis que l'Amérique du Nord et l'Asie (y compris le Japon) représentent chacun près d'un quart. Cette différence peut s'expliquer par le fait que l'Europe possède déjà une capacité de compostage à grande échelle, ce qui rend ce matériau pour l'instant économiquement plus attrayant qu'aux Etats-Unis (EC DG ENV, 2011).

Le marché mondial des bioplastiques croît à une vitesse estimée de près de 20 % par an³⁶. En 2008, European Bioplastics³⁷ a estimé que le marché mondial des bioplastiques allait sextupler, passant de 0,26 tonne par an en 2007 à quelque 1,5 tonne par an en 2011³⁸:

- Les **bioplastiques non biodégradables biosourcés (matières premières renouvelables)** devraient augmenter leur part de marché de 12 % en 2007 à 38 % en 2011, avec une augmentation de la production de 0,03 tonne par an en 2007 à 0,575 tonne par an en 2011.
- Pour la production de **bioplastiques biodégradables biosourcés**, la part de marché devrait baisser de 80 % en 2007 à 59 % en 2011 malgré une augmentation de la production de quelque 0,21 tonne par an en 2007 à 0,885 tonne par an en 2011.
- Pour les **pétroplastiques biodégradables (synthétiques)**, la part de marché devrait augmenter de 8 % en 2007 à 28 % en 2011 avec une augmentation de la production de 0,022 tonne par an à 0,042 tonne par an.

Les **pétroplastiques biodégradables (synthétiques)** devraient augmenter leur part de marché de 8 % en 2007 à 28 % en 2011 avec une augmentation de la production de 0,022 tmpa à 0,042 tmpa (**Figure 7: Croissance mondiale projetée du marché des bioplastiques (tmpa)** (Source : *European Bioplastics, 2008 in EC DG ENV, 2011*)).

³⁴ <http://www.nnfcc.co.uk/publications/nnfcc-renewable-polymers-factsheet-bioplastics>

³⁵ SRI Consulting (2010) *Biodegradable polymers*. Disponible sur : www.sriconsulting.com/CEH/Public/Reports/580.0280/ In EC DG ENV, 2011

³⁶ Voir <http://pakbec.blogspot.com/2009/09/slow-down-needed-on-biodegradable.html>. In EC DG ENV, 2011

³⁷ European Bioplastics est l'association au niveau européen représentant les industriels, les transformateurs et les utilisateurs de bioplastiques ainsi que les polymères biodégradables (BDP) et leurs produits dérivés.

³⁸ European Bioplastics (2008) *Proceedings of the Third European Bioplastics Conference*. Disponible sur : www.european-bioplastics.org/index.php?id=621. In EC DG ENV, 2011

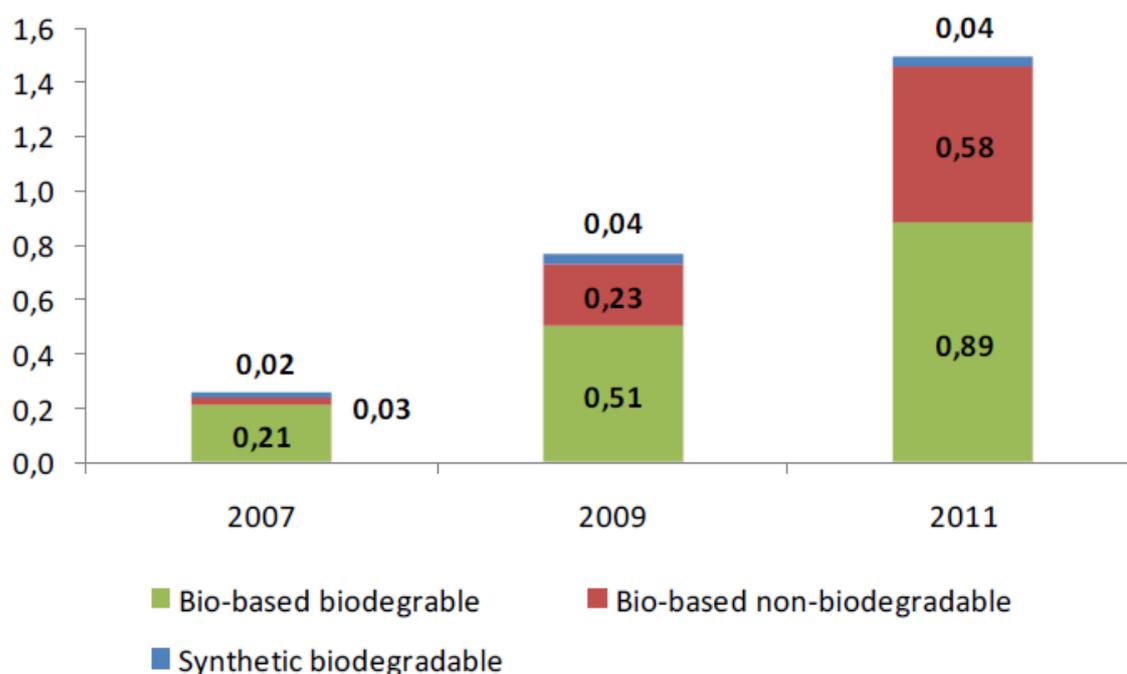


Figure 7: Croissance mondiale projetée du marché des bioplastiques (tmtpa) (Source : European Bioplastics, 2008 in EC DG ENV, 2011)

L'une des barrières décrites dans le rapport « Déchets plastiques dans l'environnement' (EC DG ENV, 2011) est que l'industrie du bioplastique devrait réduire ses **coûts de production** pour accroître sa pénétration du marché³⁹. En 2006, les bioplastiques étaient 1,5 à 4 fois plus chers que les matériaux plastiques conventionnels. Le prix du pétrole brut est un facteur important. Les bioplastiques vont devenir plus concurrentiels au fur et à mesure que le prix du pétrole augmente, même si le prix de la production de bioplastiques est lui-même lié au prix du pétrole. Cependant, les prix élevés des céréales peuvent aussi entraver le développement du marché des bioplastiques et ceux-ci ont été très variables ces dernières années (EC DG ENV, 2011).

³⁹ Barker, M. and Safford, R. (2009) *Industrial uses for crops: markets for bioplastics*, HGCA. In EC DG ENV, 2011

CHAPITRE 9. PROCÉDURES DE TEST

1.15. BIODEGRADABILITE - EN 13432, ASTM D6400

La norme industrielle EN 13432 est probablement la norme ayant l'orientation la plus internationale et son respect est nécessaire pour pouvoir affirmer qu'un produit est compostable sur le marché européen. En deux mots, la norme exige une biodégradation de 90 % des matériaux en 180 jours dans un labo. La norme ASTM 6400 (le cadre réglementaire aux Etats-Unis) stipule quant à elle un seuil de 60 % de biodégradabilité seulement dans les 180 jours, à nouveau dans des conditions de compostage commercial.

De nombreux plastiques à base d'amidon, plastiques à base de PLA et certains composés en polyester aliphatique-aromatique tels que les succinates et les adipates ont obtenu ces certificats. Les « plastiques additivés » vendus comme photodégradables ou oxo-biodégradables ne satisfont **pas** à cette norme sous leur forme actuelle.

1.16. BIOSOURCE - ASTM D6866

La méthode ASTM D6866 a été développée pour certifier le contenu biologique des bioplastiques. Le rayonnement cosmique qui se heurte à l'atmosphère signifie qu'une partie du carbone est du carbone 14, un isotope radioactif. Le CO₂ de l'atmosphère est utilisé par les plantes durant la photosynthèse et le nouveau matériau végétal va donc comprendre du C-14 et du C-12. Dans les circonstances adéquates et au fil des époques géologiques, le restant des organismes vivants peut être transformé en carburants fossiles. Après 100.000 ans environ, tout le C-14 présent dans le matériau organique initial aura perdu sa radioactivité et il ne restera plus que le C-12. Un produit issu de la biomasse aura un taux relativement élevé de C-14 tandis qu'un produit pétrochimique n'aura pas de C-14. Le pourcentage de carbone renouvelable d'un matériau (liquide ou solide) peut être mesuré par un spectromètre de masse^{40 41}.

Il existe une différence notable entre la biodégradabilité et le contenu biosourcé. Un bioplastique tel que le polyéthylène à haute densité (PEHD)⁴² peut être entièrement biosourcé (et donc contenir 100 % de carbone renouvelable), mais ne pas être biodégradable. Ces bioplastiques tels que le PEHD jouent toutefois un rôle important dans la réduction des gaz à effet de serre, notamment lorsqu'ils sont brûlés pour produire de l'énergie. La partie biosourcée de ces bioplastiques est considérée comme ayant un bilan carbone neutre car elle provient de la biomasse.

⁴⁰ <http://www.astm.org/Standards/D6866.htm> cité sur wikipedia

⁴¹ <http://www.nnfcc.co.uk/publications/nnfcc-newsletter-issue-16-understanding-bio-based-content> cité sur wikipedia

⁴² <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Braskem-United-States> cité sur wikipedia

1.17. ANAEROBIOSE - ASTM D5511-02 ET ASTM D5526

L'ASTM D5511-02 et l'ASTM D5526 sont des méthodes de test qui satisfont à des normes internationales telles que l'ISO DIS 15985.

BIBLIOGRAPHIE

Alvarez-Chavez et al. (paraît en mars 2012). Sustainability of bio-based plastics: general comparative analysis and recommendations for improvement. Journal of cleaner production, Volume 23, issue 1, mars 2012, p. 47-56.

ASTM <http://www.astm.org/Standards/D6866.htm> cité sur wikipedia

Athena Institute International (2006). Life cycle inventory of five products produced from polylactide (PLA) and petroleum-based resins. Rapport technique prepare pour l'Athena Institute International par Franklin associates. Cité sur http://en.wikipedia.org/wiki/Bioplastic#cite_note-13

Barker, M. and Safford, R. (2009) Industrial uses for crops: markets for bioplastics, HGCA. In EC DG ENV, 2011

Betalabservices (2011). <http://www.betalabservices.com/biobased/europe-standards.html>, consulté en décembre 2011

BFP (2011) http://www.bpf.co.uk/Press/Oil_Consumption.aspx, consulté en décembre 2011

Biopact (2008). Wageningen UR: Biofuels not to blame for high food prices; decline in world food prices to continue. Trouvé sur <http://biopact.com/2008/06/wageningen-ur-biofuels-not-to-blame-for.html>. In LNE, 2009.

Bioplastic innovation <http://bioplastic-innovation.com/2008/04/22/basf-announces-major-bioplastics-production-expansion/> cité sur wikipedia

Bioplastic innovation <http://bioplastic-innovation.com/2010/10/16/roquette-nouvel-acteur-sur-le-marche-des-plastiques-lance-gaialene%C2%AE-une-gamme-innovante-de-plastique-vegetal/> cité sur wikipedia

Bioplastic innovation <http://bioplastic-innovation.com/2011/06/08/mirel-phas-grades-for-rigid-sheet-and-thermoforming/> cité sur wikipedia

Bioplastic innovation <http://bioplastic-innovation.com/2011/07/29/micromidas-is-using-carefully-constructed-populations-of-bacteria-to-convert-organic-waste-into-bio-degradable-plastics/> cité sur wikipedia

Bioplastics magazine, volume 3 (2008) in LNE, 2009

Bioplasticsonline <http://bioplasticsonline.net/2010/06/starch-based-bioplastic-manufacturers-and-suppliers/> cité sur wikipedia

BiopREFERRED (2011) www.biopREFERRED.gov et <http://www.biopREFERRED.gov/Catalog.aspx> et <http://www.biopREFERRED.gov/aboutus.aspx>, consulté en décembre 2011

Braskem <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Braskem-United-States> cité sur wikipedia

CEN

<http://www.cen.eu/CEN/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/WP.aspx?param=6230&title=CEN%2FTC+249>

CEN/TC 19 – Normes en développement
(<http://www.cen.eu/CEN/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/WP.aspx?param=6003&title=CEN%2FTC+19>)

Ceresana <http://www.ceresana.com/en/market-studies/plastics/bioplastics/> cité sur wikipedia

Correspondance Frost&Sullivan (9/01/2008) in LNE, 2009

Earth911 <http://earth911.com/recycling/plastic/plastic-bottle-recycling-facts/> cité sur wikipedia

EOS magazine (2009). Octobre 2009 cité sur wikipedia

European Bioplastics (2008) *Proceedings of the Third European Bioplastics Conference*. Disponible sur : www.european-bioplastics.org/index.php?id=621. In EC DG ENV, 2011

European Bioplastics, www.european-bioplastics.org in LNE, 2009.

European Bioplastics (2011) <http://en.european-bioplastics.org/standards/>, consulté en décembre 2011

European Bioplastics (2011) <http://en.european-bioplastics.org/standards/certification/>, consulté en décembre 2011

European Commission DG ENV (2011). Plastic waste in the environment.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org in LNE, 2009

Goliath ecnext http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-8106328/Enhancing-biopolymers-additives-are-needed.html cité sur wikipedia

IPTS, 2005. Techno-economic feasibility of large-scale production of bio-based polymers in Europe. In LNE, 2009

ISO (2011) http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=43373 consulté en décembre 2011

Arrêté royal (AR) établissant des normes de produits pour la dénomination de matériaux compostables et biodégradables (2008)
http://www.emis.vito.be/sites/default/files/actuele_wetgeving/sb241008-3.pdf

Labelinfo (2011) http://www.labelinfo.be/label/lange_fiche/1072/), consulté en décembre 2011

Leginfo http://www.leginfo.ca.gov/pub/09-10/bill/sen/sb_1451-1500/sb_1454_vt_20100928.html
cité sur wikipedia

LNE (2009). Mogelijkheden en beperkingen van bioplastics. Rapport final (partie accessible au public). Etude réalisée par l'OWS et suivie par l'OVAM

[Make Potato Plastic!](#). Instructables.com (2007-07-26). Extrait le 14-08-2011 sur wikipedia

Murphy, R. and I. Bartle (2004) *Biodegradable Polymers and Sustainability: insights from Life Cycle Assessment*, pour le compte du National Non-Food Crops Centre. In EC DG ENV, 2011

NNFC (2011) <http://www.nnfcc.co.uk/publications/nnfcc-renewable-polymers-factsheet-bioplastics>, cité sur wikipedia et consulté en décembre 2011

NNFC <http://www.nnfcc.co.uk/publications/nnfcc-newsletter-issue-16-understanding-bio-based-content> cité sur wikipedia

Okcompost (2011) (<http://www.okcompost.be/data/pdf-document/program-ok-20n-a-ok-biobased.pdf>), consulté en décembre 2011

Okcompost (2011) <http://www.okcompost.be/nl/vind-gecertificeerd-product/>, consulté en décembre 2011

OVAM (2006). Dossier "PLA en andere bioplastics"

Packaging Gateway (2007). Bioplastics: Time to act (<http://www.packaging-gateway.com/features/feature1357/>)

Pakbec <http://pakbec.blogspot.com/2009/09/slow-down-needed-on-biodegradable.html>. In EC DG ENV, 2011

Plastic News <http://www.plasticsnews.com/fyi-charts/index.html?id=1132774806>

Prw

http://www.prw.com/subscriber/index.html?ID_Site=818&ID_Article=24484&mode=1&curpage=0
cité sur wikipedia

SRI Consulting (2010) *Biodegradable polymers*. Disponible sur : www.sriconsulting.com/CEH/Public/Reports/580.0280/ In EC DG ENV, 2011

Suszkiv, Jan (décembre 2005). "[Electroactive Bioplastics Flex Their Industrial Muscle](#)". *News & Events*. [USDA Agricultural Research Service](http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/dec05/plastic1205.htm). <http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/dec05/plastic1205.htm>. Retrieved 2011-11-28. cité sur wikipedia

Tbd <http://www.tbd.com/the-list/2011/01/what-happens-when-plastic-bags-end-up-in-the-chesapeake-bay-.html> cité sur wikipedia

Treehugger <http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/perf-go-green-biodegradable-plastics-update-not-so-biodegradable-after-all.html> cité sur wikipedia

UK's National Centre for Biorenewable Energy, Fuels and Materials, cité sur wikipedia

Vandermeulen, V., Prins, W., Nolt, S. en Van Huylebroeck, G. (2011). How to measure the size of a bio-based economy: Evidence from Flanders. In *Biomass and bioenergy* 35 (2011) 4368-4375

Vandermeulen, V., Nolte, S., Van Huylbroeck, G. (2010) Hoe biobased is de Vlaamse economie?, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie, UGent, Bruxelles, 132 p.

Wikipedia (2011) <http://nl.wikipedia.org/wiki/Bioplastic> et http://en.wikipedia.org/wiki/Biodegradable_plastic, consulté en décembre 2011

ANNEXE I : ARRETE ROYAL ETABLISSANT DES NORMES DE PRODUITS POUR LA DENOMINATION DE MATERIAUX COMPOSTABLES ET BIODEGRADABLES

SERVICE PUBLIC FÉDÉRAL SANTÉ PUBLIQUE, SÉCURITÉ DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENT

N. 2008 — 3784 [C – 2008/24387]

9 SEPTEMBRE 2008. — Arrêté royal établissant des normes de produits pour la dénomination de matériaux compostables et biodégradables

ALBERT II, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, Salut.

Vu la loi du 21 décembre 1998 relative aux normes de produits ayant pour but la promotion de modes de production et de consommation durables et la protection de l'environnement et de la santé, notamment l'article 5, § 1^{er}, premier alinéa, 1°, 3° et 10°;

Vu l'arrêté royal du 25 mars 1999 portant fixation de normes de produits pour les emballages, notamment l'article 7, inséré par l'arrêté royal du 21 octobre 2005;

Vu l'avis du Conseil fédéral du Développement durable, donné le 28 février 2007;

Vu l'avis du Conseil supérieur d'Hygiène, donné le 7 février 2007;

Vu l'avis du Conseil de la Consommation, donné le 15 mars 2007;

Vu l'avis du Conseil central de l'Economie, donné le 15 mars 2007;

Vu l'association des gouvernements des Régions à l'élaboration du présent arrêté;

Vu la notification à la Commission européenne, donné le 4 mai 2007;

Vu l'avis de l'Inspecteur des Finances, donné le 24 avril 2008;

Vu l'avis 44.628/3 du Conseil d'Etat, donné le 17 juin 2008, en application de l'article 84, § 1^{er}, premier alinéa, 1°, des lois coordonnées sur le Conseil d'Etat;

Considérant l'apparition de matériaux dits compostables et biodégradables sur le marché;
Considérant les possibilités d'inclure les matériaux compostables dans les circuits de collecte sélective de déchets organiques;

Considérant la possibilité de dégradation dans le sol des matériaux biodégradables;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Environnement,

Nous avons arrêté et arrêtons :

CHAPITRE I^{er}. - *Objet et champ d'application*

Article 1^{er}. § 1^{er}. Le présent arrêté vise à spécifier les conditions d'accès au marché que doivent remplir les matériaux solides se proclamant biodégradables et compostables.

§ 2. Sont exclus du champ d'application du présent arrêté les matériaux biodégradables conçus pour être dégradés en milieu aquatique.

CHAPITRE II. - *Définitions*

Art. 2. Aux fins du présent arrêté, on entend par :

1° Constituant (d'un matériau) : tous les produits et substances chimiques purs qui composent le matériau.

2° Élément de produit : partie d'un produit pouvant être séparé manuellement ou à l'aide de moyens physiques simples.

3° Désintégration : décomposition physique du matériau en très petits fragments.

4° Biodégradation : décomposition d'un matériau sous l'action des micro-organismes.

CHAPITRE III. - *Exigences techniques concernant les matériaux compostables à domicile, compostables et biodégradables*

Art. 3. § 1^{er}. Seuls les matériaux correspondant aux spécifications des annexes I et II peuvent porter l'appellation compostable ou évoquer de telles caractéristiques.

§ 2. Seuls les matériaux correspondant aux spécifications des annexes I et III peuvent porter l'appellation compostable à domicile, « home compostable » ou évoquer de telles caractéristiques.

§ 3. Seuls les matériaux correspondant aux spécifications des annexes I et IV peuvent porter l'appellation biodégradable ou évoquer de telles caractéristiques.

§ 4. Un matériau compostable à domicile est supposé être compostable.

§ 5. L'annexe V reprend les références et titres des différentes normes et tests auxquels il est fait référence dans le présent arrêté.

CHAPITRE IV. - *Marquage et combinaison des matériaux visés par le présent arrêté*

Section 1^{re}. - Dispositions générales

Art. 4. Si un élément du produit porte un marquage évoquant une des caractéristiques évoquées au chapitre 3, tous les éléments du produit doivent répondre aux mêmes caractéristiques.

Section 2. - Dispositions spécifiques pour les emballages

Art. 5. Les emballages répondant aux exigences de la norme NBN EN 13432 sont présumés conformes aux exigences relatives aux matériaux compostables.

Tous les logos indiquant que les emballages sont conformes à la norme NBN EN 13432 peuvent être utilisés pour autant que les conditions exposées au chapitre 3 soient remplies.

En aucun cas un emballage, ou un élément d'emballage, ne pourra se proclamer biodégradable.

Pour les emballages, les caractéristiques physico-chimiques du contenu ne peuvent pas faire obstacle au mode de traitement en fin de vie auquel le matériau d'emballage prétend.

CHAPITRE V. - *Démonstration de conformité*

Art. 6. § 1^{er}. Les matériaux mis sur le marché sont présumés conformes aux dispositions du présent arrêté.

§ 2. Le fabricant du matériau ou son mandataire ou la personne responsable de la mise sur le marché de celui-ci communique à leur demande aux agents chargés du contrôle un dossier comportant :

1° une déclaration écrite attestant de la conformité du matériau aux exigences définies à l'article 3;
2° une documentation technique relative à la conception et à la fabrication du matériau, contenant les éléments nécessaires à l'évaluation de la conformité de ce matériau aux exigences mentionnées ci-dessus tels que :

- une description générale du matériau, y compris ses constituants;
- des dessins de conception et de fabrication ainsi que les descriptions et explications nécessaires à la compréhension de ces dessins;
- la liste des normes, mentionnées dans les annexes correspondantes, appliquées entièrement ou en partie, et les résultats des calculs de conception et des contrôles effectués dans le cadre de ces normes;

3° la liste de laboratoires ayant réalisé les essais nécessaires;

4° les références des laboratoires permettant de démontrer qu'ils ont une expérience probante en la matière.

§ 3. Les laboratoires ayant réalisé les différents essais doivent pouvoir démontrer leur expérience probante en la matière.

§ 4. En cas de contrôle, le fabricant du matériau ou son mandataire ou, à défaut, la personne responsable de la mise sur le marché doit être en mesure de présenter cette déclaration de conformité et la documentation technique qui l'accompagne, dans les quinze jours, aux agents qui en sont chargés.

§ 5. Le fabricant du matériau ou son mandataire ou la personne responsable de la mise sur le marché de celui-ci doit pouvoir démontrer que le matériau mis sur le marché a bien les mêmes caractéristiques que le matériau pour lequel il fournit la documentation spécifiée au §2.

CHAPITRE VI. - *Dispositions d'abrogation et finales*

Art. 7. L'article 7 de l'arrêté royal du 25 mars 1999 portant fixation de normes de produits pour les emballages, inséré par l'arrêté royal du 21 octobre 2005, est abrogé.

Art. 8. Le présent arrêté entre en vigueur le premier jour du neuvième mois suivant sa publication.

Art. 9. Notre Ministre qui a l'Environnement dans ses attributions, est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Athènes le 9 septembre 2008.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre du Climat et de l'Energie,

P. MAGNETTE

Annexe I

Exigences générales concernant les matériaux biodégradables et compostables

1. Contenu en matière organique :

Le contenu en matière organique doit être supérieur à 50% du poids de la matière sèche. Le contenu en matière organique est défini comme étant la fraction volatile solide après calcination à 550°C jusqu'à poids constant. La matière sèche (MS) est définie après séchage à 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant.

2. Limitation des métaux lourds et autres substances dangereuses

Les valeurs reprises dans le tableau ci-dessous ne pourront pas être dépassées pour les différents éléments chimiques considérés. Les valeurs considérées sont en part par million (ppm) et doivent être calculées sur base de la matière sèche.

Elément	ppm (sur MS)	Elément	ppm (sur MS)
Zn	< 150	Cr	< 50
Cu	< 50	Mo	< 1
Ni	< 25	Se	< 0,75
Cd	< 0,5	As	< 5
Pb	< 50	F	< 100
Hg	< 0,5		

Les substances reprises à l'Annexe III de l'AR du 17/7/2002 modifiant l'arrêté royal du 24 mai 1982 réglementant la mise sur le marché de substances pouvant être dangereuses pour l'homme ou son environnement, ou toute substance répondant aux conditions de l'article 1^{er}, 2^o de l'AR du 17/7/2002 modifiant l'arrêté royal du 24 mai 1982 réglementant la mise sur le marché de substances pouvant être dangereuses pour l'homme ou son environnement, ne peuvent pas être utilisées en tant que constituant pour la fabrication des matériaux.

3. Exemption pour les tests de biodégradabilité mentionnés aux annexes II, III et IV

1. Les constituants de matériaux d'origine naturelle qui n'ont pas été modifiés par des méthodes chimiques doivent être reconnus comme satisfaisant aux tests de biodégradation (annexe II.2, annexe III.2, annexe IV.2) sans être soumis à essais. Ils doivent cependant être caractérisés chimiquement et être conformes aux critères de désintégration et de qualité du compost, ou, dans le cas de l'annexe IV (matériaux biodégradables) de qualité physico-chimique et écotoxicologique.

2. Les constituants organiques non-significatifs, pour autant que la somme de leurs poids n'excède pas 5% du poids de la matière sèche de l'élément considéré, et que le poids de chacun n'excède pas 1% du poids de la matière sèche de l'élément considéré.

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 9 septembre 2008 établissant des normes de produits pour les matériaux compostables et biodégradables.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre du Climat et de l'Énergie,

P. MAGNETTE

Annexe II

Exigences spécifiques concernant les matériaux compostables

Les matériaux répondant aux exigences de l'annexe III sont présumés être conformes à cette annexe et ne doivent donc plus être testés à nouveau.

Pour les matériaux compostables, toutes les exigences suivantes doivent être respectées :

1. Contenu en matière organique, limitation des métaux lourds et autres substances dangereuses

Les exigences de l'annexe I ou, alternativement, les exigences relatives aux caractéristiques chimiques de la norme NBN EN 13432

2. Biodégradation

La biodégradation devra être testée suivant une des normes suivantes : NBN EN ISO 14855, NBN EN ISO 14851, NBN EN ISO 14852 ou NBN EN ISO 17556.

Les pré-traitements à la chaleur ou à la lumière ne sont pas autorisés. La durée maximum du test est de 6 mois. La biodégradation doit correspondre au minimum à 90% de la valeur théorique de l'échantillon ou à 90% de la valeur d'un échantillon de cellulose microcristalline de référence.

3. Désintégration

La désintégration devra être testée soit dans des installations pilotes de compostage, soit dans des installations de compostage à taille réelle. Les essais à échelle pilote se feront à l'aide d'installations pilotes de compostage répondants à la norme ISO 16929 ou à l'aide d'une installation équivalente. La durée du test est de 12 semaines. Le compost produit est alors soumis à un essai de tamisage au travers d'une maille de 2 mm de vide. La fraction ne passant pas au travers du tamis doit être inférieure à 10% du poids de l'élément considéré. Les poids à considérer pour cet essai sont les poids de matière sèche. L'essai de désintégration doit mentionner l'épaisseur du matériau testé. Cette épaisseur est considérée comme étant l'épaisseur maximum pour laquelle la désintégration est assurée.

4. Qualité du compost

La qualité du compost sera évaluée par la détermination des paramètres suivants :

o la masse volumique ou densité

o la teneur totale en solides secs

o la teneur en solides volatils

o la teneur en sel

o le pH

o le contenu en azote total, en azote ammoniacal, en phosphore en magnésium et en potassium

L'écotoxicité est testée sur deux plantes supérieures. Les espèces de plantes à considérer pour ce test doivent être choisies parmi deux des trois catégories mentionnées dans « Terrestrial Plant Test:208: Seedling Emergence and Seedling Growth Test » de l'OCDE; alternativement, une des espèces utilisées peut être l'orge d'été (*Hordeum vulgare*). Comme spécifié dans la norme ISO 16929, le compost à tester utilisé pour ces essais doit être produit à partir de matières premières connues auxquelles au moins 10% du matériau à tester (sur base du poids en matière fraîche) ont été ajoutés. La période de compostage doit être de 12 semaines. Un échantillon de référence, élaboré avec les mêmes matériaux de base mais sans addition du matériau à tester, doit également être testé durant 12 semaines. Le calcul et les interprétations des résultats doivent se faire conformément à la dernière édition de la norme NBN EN 13432. Tant le taux de germination que la biomasse des plantes testées doivent présenter des valeurs correspondant au moins à 90% de celles observées avec l'échantillon de référence. Les analyses physico-chimiques du compost à tester ne doivent pas être significativement différentes, dans un sens négatif, de celles du compost de référence. En particulier, le contenu en sel ne peut augmenter.

Annexe I : Arrêté royal établissant des normes de produits pour la dénomination de matériaux compostables et biodégradables

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 9 septembre 2008 établissant des normes de produits pour les matériaux compostables et biodégradables.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre du Climat et de l'Energie,

P. MAGNETTE

Annexe III

Exigences spécifiques concernant les matériaux compostables à domicile

Les exigences décrites ci-dessous sont valables pour tout type de compostage à domicile, à l'exception du vermicompostage (compostage à l'aide de vers de terre).

1. Contenu en matière organique, limitation des métaux lourds et autres substances dangereuses
L'annexe I est d'application.

2. Biodégradation

La biodégradation devra être testée à température ambiante (entre 20°C et 30°C) suivant une des normes suivantes : NBN EN ISO 14855, NBN EN ISO 14851, NBN EN ISO 14852 ou NBN EN ISO 17556. La température doit être maintenue en dessous de 30°C durant toute la durée des essais. Les pré-traitements à la chaleur ou à la lumière ne sont pas autorisés. La durée maximum du test est de 12 mois. La biodégradation doit correspondre au minimum à 90% de la valeur théorique de l'échantillon ou à 90% de la valeur d'un échantillon de cellulose microcristalline de référence.

3. Désintégration

La désintégration doit être testée à température ambiante, soit entre 20°C et 30°C.

Le test de désintégration doit spécifier l'épaisseur maximum pour laquelle le matériau a été testé et approuvé. Cette épaisseur est l'épaisseur maximum pour laquelle la désintégration est assurée.

Si la désintégration du matériau a déjà été testée quantitativement à température élevée (60°C +/- 5°C) suivant la norme ISO 16929 (comme requis pour tester l'acceptation dans des installations de compostage industriel), la désintégration peut alors être déterminée de manière qualitative (1) à température ambiante. Dans ce cas, la procédure décrite dans la norme NBN EN ISO 20200 doit être utilisée, en spécifiant bien que le test a été effectué à des températures comprises entre 20°C et 30°C. La durée maximum de ce test est de 6 mois et une balance de masse précise n'est pas nécessaire. Les observations visuelles et les rapports des essais sont suffisants.

Si la désintégration à température élevée n'a pas été déterminée, la désintégration à température ambiante doit être déterminée suivant la procédure décrite par la norme ISO 16929 adaptée de la manière suivante. La température tout au long de l'essai ne peut pas être supérieure à 30°C et la durée des tests doit être de 6 mois.

Après six mois, le compost est passé au travers d'un tamis avec un vide de maille de 2mm. La désintégration doit alors être supérieure à 90%; ce qui implique que moins de 10% en poids du matériel à tester ne passe pas au travers du tamis avec un vide de maille de 2 mm.

4. Qualité du compost

Les matériaux conformes à l'Annexe II/4 du présent arrêté sont présumés conformes aux exigences de qualité du compost de cette annexe.

La qualité du compost sera évaluée par la détermination des paramètres suivants :

o la masse volumique ou densité

o la teneur totale en solides secs

o la teneur en solides volatils

o la teneur en sel

o le pH

o le contenu en azote total, en azote ammoniacal, en phosphore, en magnésium et en potassium.

L'écotoxicité est testée sur deux plantes supérieures. Les espèces de plantes à considérer pour ce test doivent être choisies parmi deux des trois catégories mentionnées dans « Terrestrial Plant Test:208: Seedling Emergence and Seedling Growth Test » de l'OCDE; alternativement, une des espèces utilisées peut être l'orge d'été (*Hordeum vulgare*). Comme spécifié dans la norme ISO 16929, le compost à tester utilisé pour ces essais doit être produit à partir de matières premières connues auxquelles au moins 10% du matériau à tester (sur base du poids en matière fraîche) ont

été ajoutés. La période de compostage doit être de 12 semaines. Cette période peut être étendue à 6 mois si la température de compostage a été maintenue en dessous de 30°C durant toute la durée de l'essai. Un échantillon de référence, élaboré avec les mêmes matériaux de base mais sans addition du matériau à tester, doit également être composté dans les mêmes conditions durant 12 semaines. Le calcul et les interprétations des résultats doivent se faire conformément à la dernière édition de la norme NBN EN 13432. Tant le taux de germination que la biomasse des plantes testées doivent présenter des valeurs correspondant au moins à 90% de celles observées avec l'échantillon de référence.

Les analyses physico-chimiques du compost à tester ne doivent pas être significativement différentes, dans un sens négatif, de celles du compost de référence. En particulier, le contenu en sel ne peut augmenter.

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 9 septembre 2008 établissant des normes de produits pour les matériaux compostables et biodégradables.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre du Climat et de l'Énergie,

P. MAGNETTE

Notes

- (1) Une évaluation quantitative implique la détermination d'une balance de masse précise après compostage, tamisage et tri. Une évaluation qualitative n'implique qu'une observation visuelle et des documents.

Annexe IV

Exigences spécifiques concernant les matériaux biodégradables

Les matériaux conformes à la norme AFNOR NF U 52-001 (Matériaux biodégradables pour l'agriculture et l'horticulture - Produits de paillage - Exigences et méthodes d'essai) sont supposées répondre aux exigences de cette annexe.

1. Contenu en matière organique, limitation des métaux lourds et autres substances dangereuses : L'annexe I est d'application.

2. Biodégradation

La biodégradation devra être testée à température ambiante (entre 20°C et 30°C) suivant une des normes suivantes : NBN EN ISO 17556, NBN EN ISO 14851, NBN EN ISO 14852 ou NBN EN ISO 14855.

Les pré-traitements à la chaleur ou à la lumière ne sont pas permis. La durée maximum du test est de 24 mois. L'évaluation de la biodégradation doit se baser soit sur la conversion en CO₂ et le bilan de masse, soit sur la consommation d'oxygène et le bilan de masse.

La biodégradation doit être de minimum 90% de la valeur théorique de l'échantillon ou de 90% par rapport à de la cellulose microcristalline de référence.

La biodégradation, dans ce cas, peut aussi être considérée comme satisfaisante si, lors de tests de biodégradation à température ambiante pendant une période de 12 mois, elle atteint 60% en masse et si, pour le même matériel, au moins 90% est biodégradé (dans l'absolu ou en comparaison avec de la cellulose microcristalline de référence) lors d'un test à température plus élevée (maximum 58°C +/- 1°C comme spécifié dans la norme NBN EN ISO 14855) effectué sur une période de 6 mois.

3. Qualité physico-chimiques et écotoxicologiques

Les matériaux respectant les exigences du point 4. de l'annexe III (Qualité du compost) sont présumés conformes et ne doivent plus faire l'objet des essais mentionnés ci-dessous.

Si ces essais n'ont pas été réalisés, un test de toxicité pour les plantes terrestres doit être réalisé suivant les prescriptions du test OECD 208 (Terrestrial Plant Test: 208 : Seedling Emergence and Seedling Growth Test) avec les modifications telles que décrites dans la norme NBN EN 13432.

L'échantillon de matériau à tester est mélangé avec de la terre. La concentration de matériau à tester doit être de 3%. Ce mélange est ensuite incubé dans les conditions suivantes :

- température : 20 à 30°C
- condition aérobie (mélange au moins une fois par semaine)
- absence de lumière

Un échantillon de référence, constitué de la même terre auquel a été ajouté 3% de cellulose microcristalline, est incubé dans les mêmes conditions.

Au terme de 3 mois d'incubation, les paramètres suivants sont analysés sur les deux échantillons :

- o la masse volumique ou densité
- o la teneur totale en matière sèche
- o la teneur en solides volatils
- o la teneur en sel
- o le pH

o le contenu en azote total, en azote ammoniacal, en phosphore, en magnésium et en potassium
Ces analyses des deux échantillons ne peuvent pas montrer de différences significatives. En particulier, le contenu en sel ne peut augmenter.

Les mêmes échantillons sont ensuite repris pour le test OCDE 208 d'écotoxicité sur les plantes terrestres. Aucun autre matériau ne peut y être ajouté. Les espèces de plantes à considérer pour ce test doivent être choisies parmi deux des trois catégories; alternativement, une des espèces utilisées peut être l'orge d'été (*Hordeum vulgare*). Le taux de germination et la biomasse des

plantes ayant poussé sur le sol contenant le matériau à tester doivent être au moins égales à 90% des valeurs observées sur le sol de référence.

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 9 septembre 2008 établissant des normes de produits pour les matériaux compostables et biodégradables.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre du Climat et de l'Énergie,

P. MAGNETTE

Annexe V

Références et titres des différents normes et tests auxquels cet arrêt fait référence

NBN EN ISO 14855-1:2007 Evaluation de la biodégradabilité aérobie ultime des matériaux plastiques dans des conditions contrôlées de compostage - Méthode par analyse du dioxyde de carbone libéré - Partie 1 : Méthode générale (NBN EN ISO 14855-1:2005)

NBN EN ISO 14851:2004 Evaluation de la biodégradabilité aérobie ultime des matériaux plastiques en milieu aqueux - Méthode par détermination de la demande en oxygène dans un respiromètre fermé (NBN EN ISO 14851:1999)

NBN EN ISO 14852:2004 Evaluation de la biodégradabilité aérobie ultime des matériaux plastiques en milieu aqueux - Méthode par analyse du dioxyde de carbone libéré (NBN EN ISO 14852:1999)

NBN EN ISO 17556:2005 Plastiques - Détermination de la biodégradabilité aérobie ultime dans le sol par mesure de la demande en oxygène dans un respiromètre ou de la teneur en dioxyde de carbone libéré (NBN EN ISO 17556:2003)

ISO 16929 Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test

NBN EN ISO 20200:2500 Plastiques - Détermination du degré de désintégration de matériaux plastiques dans des conditions de compostage simulées lors d'un essai de laboratoire (NBN EN ISO 20200:2004)

NBN EN 13432:2001 Emballage - Exigences relatives aux emballages valorisables par compostage et biodégradation - Programme d'essai et critères d'évaluation de l'acceptation finale des emballages

Vu pour être annexé à Notre arrêté du 9 septembre 2008 établissant des normes de produits pour les matériaux compostables et biodégradables.

ALBERT

Par le Roi :

Le Ministre du Climat et de l'Energie,

P. MAGNETTE

ANNEXE II: CATEGORIES DE PRODUITS DES PRODUITS BIOSOURCES DU “FEDERAL PROCUREMENT PREFERENCE PROGRAM” DES USA

Round 1

- [Bedding, Bed Linens, and Towels](#) : (1) Bedding is that group of woven cloth products used as coverings on a bed. Bedding includes products such as blankets, bedspreads, comforters, and quilts. (2) Bed linens are woven cloth sheets and pillowcases used in bedding. (3) Towels are woven cloth products used primarily for drying and wiping.
 - 12% - Minimum Biobased Content
- [Diesel Fuel Additives](#) : (1) Any substance, other than one composed solely of carbon and/or hydrogen, that is intentionally added to diesel fuel (including any added to a motor vehicle's fuel system) and that is not intentionally removed prior to sale or use. (2) Neat biodiesel, also referred to as B100, when used as an additive. Diesel fuel additive does not mean neat biodiesel when used as a fuel or blended biodiesel fuel (e.g., B20).
 - 90% - Minimum Biobased Content
- [Hydraulic Fluids - Mobile Equipment](#) : Hydraulic fluids formulated for general use in nonstationary equipment, such as tractors, end loaders, or backhoes.
 - 44% - Minimum Biobased Content
- [Penetrating Lubricants](#) : Products formulated to provide light lubrication and corrosion resistance in close tolerant internal and external applications including frozen nuts and bolts, power tools, gears, valves, chains, and cables.
 - 68% - Minimum Biobased Content
- [Roof Coatings](#) : Coatings formulated for use in commercial roof deck systems to provide a single-coat monolith coating system.
 - 20% - Minimum Biobased Content
- [Water Tank Coatings](#) : Coatings formulated for use in potable water storage systems.
 - 59% - Minimum Biobased Content

Round 2

- [Adhesive and Mastic Removers](#) : Solvent products formulated for use in removing asbestos, carpet, and tile mastics as well as adhesive materials, including glue, tape, and gum, from various surface types.
 - 58% - Minimum Biobased Content
- [Composite Panels - Acoustical](#) : Engineered products designed for use as structural and sound deadening material suitable for office partitions and doors.
 - 37% - Minimum Biobased Content
- [Composite Panels - Interior Panels](#) : Engineered products designed specifically for interior applications and providing a surface that is impact-, scratch-, and wear-resistant and that does not absorb or retain moisture.
 - 55% - Minimum Biobased Content
- [Composite Panels - Plastic Lumber](#) : Engineered products suitable for non-structural outdoor needs such as exterior signs, trash can holders, and dimensional letters.
 - 23% - Minimum Biobased Content
- [Composite Panels - Structural Interior Panels](#) : Engineered products designed for use in structural construction applications, including cabinetry, casework, paneling, and decorative panels.
 - 89% - Minimum Biobased Content
- [Composite Panels - Structural Wall Panels](#) : Engineered products designed for use in structural walls, curtain walls, floors and flat roofs in commercial buildings.
 - 94% - Minimum Biobased Content

- [Disposable Containers](#) : Products designed to be used for temporary storage or transportation of materials including, but not limited to, food items.
 - 72% - Minimum Biobased Content
- [Fertilizers](#) : Products formulated or processed to provide nutrients for plant growth and/or beneficial bacteria to convert nutrients into plant usable forms. Biobased fertilizers, which are likely to consist mostly of biobased components, may include both biobased and chemical components.
 - 71% - Minimum Biobased Content
- [Fluid-Filled Transformers - Synthetic Ester-Based](#) : Electric power transformers that are designed to utilize a synthetic ester-based dielectric (non-conducting) fluid to provide insulating and cooling properties.
 - 66% - Minimum Biobased Content
- [Fluid-Filled Transformers - Vegetable Oil-Based](#) : Electric power transformers that are designed to utilize a vegetable oil-based dielectric (nonconducting) fluid to provide insulating and cooling properties.
 - 95% - Minimum Biobased Content
- [Graffiti and Grease Removers](#) : Industrial solvent products formulated to remove automotive, industrial, or kitchen soils and oils, including grease, paint, and other coatings, from hard surfaces.
 - 34% - Minimum Biobased Content
- [Hand Cleaners and Sanitizers - Hand Cleaners](#) : Products formulated for personal care use in removing a variety of different soils, greases, and similar substances from human hands with or without the use of water.
 - 64% - Minimum Biobased Content
- [Hand Cleaners and Sanitizers - Hand Sanitizers](#) : Products formulated for personal care use in removing bacteria from human hands with or without the use of water. Personal care products that are formulated for use in removing a variety of different soils, greases and similar substances and bacteria from human hands with or without the use of water are classified as hand sanitizers for the purposes of this rule.
 - 73% - Minimum Biobased Content
- [Plastic Insulating Foam for Residential and Commercial Construction](#) : Spray-in-place plastic foam products designed to provide a sealed thermal barrier for residential or commercial construction applications.
 - 7% - Minimum Biobased Content
- [Sorbents](#) : Materials formulated for use in the cleanup and automotive, industrial, or kitchen soils and oils, including grease, paint, and other coatings, from hard surfaces.
 - 89% - Minimum Biobased Content

Round 3

- [2-Cycle Engine Oils](#): Lubricants designed for use in 2-cycle engines to provide lubrication, decreased spark plug fouling, reduced deposit formation, and/or reduced engine wear.
 - 34% - Minimum Biobased Content
- [Carpet and Upholstery Cleaners - General Purpose](#): Cleaning products formulated specifically for use in cleaning carpets and upholstery, through a dry or wet process, found in locations such as houses, cars, and workplaces. Carpet and upholstery cleaners formulated for use in cleaning large areas such as the carpet in an entire room or the upholstery on an entire piece of furniture.
 - 54% - Minimum Biobased Content
- [Carpet and Upholstery Cleaners - Spot Removers](#) : Cleaning products formulated specifically for use in cleaning carpets and upholstery, through a dry or wet process, found

in locations such as houses, cars, and workplaces. Carpet and upholstery cleaners formulated for use in removing spots or stains in a small confined area.

- 7% - Minimum Biobased Content
- [Carpets](#) : Floor coverings composed of woven, tufted, or knitted fiber and a backing system.
 - 7% - Minimum Biobased Content
- [Disposable Cutlery](#) : Hand-held, disposable utensils designed for one-time use in eating food.
 - 48% - Minimum Biobased Content
- [Dust Suppressants](#) : Products formulated to reduce or eliminate the spread of dust associated with gravel roads, dirt parking lots, or similar sources of dust, including products used in equivalent indoor applications.
 - 85% - Minimum Biobased Content
- [Films - Non-Durable](#) : Products that are used in packaging, wrappings, linings, and other similar applications. Films that are intended for single use for short-term storage or protection before being discarded. Non-durable films that are designed to have longer lives when used are included in this item.
 - 85% - Minimum Biobased Content
- [Films - Semi-Durable](#) : Products that are used in packaging, wrappings, linings, and other similar applications. Films that are designed to resist water, ammonia, and other compounds, to be re-used, and to not readily biodegrade. Products in this item are typically used in the production of bags and packaging materials.
 - 45% - Minimum Biobased Content
- [Glass Cleaners](#) : Cleaning products designed specifically for use in cleaning glass surfaces, such as windows, mirrors, car windows, and computer monitors.
 - 49% - Minimum Biobased Content
- [Greases](#) : Lubricants composed of oils thickened to a semisolid or solid consistency using soaps, polymers or other solids, or other thickeners. Greases that are not otherwise covered by the other grease subcategories.
 - 75% - Minimum Biobased Content
- [Greases - Food Grade](#) : Lubricants composed of oils thickened to a semisolid or solid consistency using soaps, polymers or other solids, or other thickeners. Lubricants that are designed for use on food-processing equipment as a protective anti-rust film, as a release agent on gaskets or seals of tank closures, or on machine parts and equipment in locations in which there is exposure of the lubricated part to food.
 - 42% - Minimum Biobased Content
- [Greases - Multipurpose](#) : Lubricants composed of oils thickened to a semisolid or solid consistency using soaps, polymers or other solids, or other thickeners. Lubricants that are designed for general use.
 - 72% - Minimum Biobased Content
- [Greases - Rail Track](#) : Lubricants that are designed for use on food-processing equipment as a protective anti-rust film, as a release agent on gaskets or seals of tank closures, or on machine parts and equipment in locations in which there is exposure of the lubricated part to food. Lubricants that are designed for use on railroad tracks or heavy crane tracks.
 - 30% - Minimum Biobased Content
- [Greases - Truck](#) : Lubricants composed of oils thickened to a semisolid or solid consistency using soaps, polymers or other solids, or other thickeners. Lubricants that are designed for use on the fifth wheel of tractor trailer trucks onto which the semi-trailer rests and pivots.
 - 71% - Minimum Biobased Content

- [Hydraulic Fluids - Stationary Equipment](#) : Fluids formulated for use in stationary hydraulic equipment systems that have various mechanical parts, such as cylinders, pumps, valves, pistons, and gears, that are used for the transmission of power (and also for lubrication and/or wear, rust, and oxidation protection).
 - 44% - Minimum Biobased Content
- [Lip Care Products](#) : Personal care products formulated to replenish the moisture and/or prevent drying of the lips.
 - 82% - Minimum Biobased Content

Round 4

- [Bathroom and Spa Cleaners](#) : Products that are designed to clean and/or prevent deposits on surfaces found in bathrooms and spas including, but not necessarily limited to, bath tubs and spas, shower stalls, shower doors, shower curtains, and bathroom walls, floors, doors, and counter and sink tops. Products in this item may be designed to be applied to a specific type of surface or to multiple surface types. They are available both in concentrated and ready-to-use forms.
 - 74% - Minimum Biobased Content
- [Concrete and Asphalt Release Fluids](#) : Products that are designed to provide a lubricating barrier between the composite surface materials (e.g., concrete or asphalt) and the container (e.g., wood or metal forms, truck beds, roller surfaces).
 - 87% - Minimum Biobased Content
- [De-Icers - General Purpose](#) : Chemical products (e.g., salt, fluids) that are designed to aid in the removal of snow and/or ice, and/or in the prevention of the buildup of snow and/or ice, in general use applications by lowering the freezing point of water. Specialized de-icer products, such as those used to de-ice aircraft and airport runways, are not included.
 - 93% - Minimum Biobased Content
- [Firearm Lubricants](#) : Lubricants that are designed for use in firearms to reduce the friction and wear between the moving parts of a firearm, and to keep the weapon clean and prevent the formation of deposits that could cause the weapon to jam.
 - 49% - Minimum Biobased Content
- [Floor Strippers](#) : Products that are formulated to loosen waxes, resins, or varnishes from floor surfaces. They can be in either liquid or gel form, and may also be used with or without mechanical assistance.
 - 78% - Minimum Biobased Content
- [Laundry Products - General Purpose](#) : Products that are designed to clean, condition, or otherwise affect the quality of the laundered material. Such products include but are not limited to laundry detergents, bleach, and fabric softeners. These are laundry products used for regular cleaning activities.
 - 34% - Minimum Biobased Content
- [Laundry Products - Pretreatment/Spot Removers](#) : Products that are designed to clean, condition, or otherwise affect the quality of the laundered material. Such products include but are not limited to laundry detergents, bleach, stain removers, and fabric softeners. These are laundry products specifically used to pretreat laundry to assist in the removal of spots and stains during laundering.
 - 46% - Minimum Biobased Content
- [Metalworking Fluids - General Purpose Soluble, Semi-Synthetic, and Synthetic Oils](#) : Fluids that are designed to provide cooling, lubrication, corrosion prevention, and reduced wear on the contact parts of machinery used for metalworking operations such as cutting, drilling, grinding, machining, and tapping. Metalworking fluids formulated for use in a recirculating fluid system to provide cooling, lubrication, and corrosion prevention when applied to metal feedstock during normal grinding and machining operations.

- 57% - Minimum Biobased Content
- [Metalworking Fluids - High Performance Soluble, Semi-Synthetic, and Synthetic Oils](#) : Fluids that are designed to provide cooling, lubrication, corrosion prevention, and reduced wear on the contact parts of machinery used for metalworking operations such as cutting, drilling, grinding, machining, and tapping. Metalworking fluids formulated for use in a recirculating fluid system to provide cooling, lubrication, and corrosion prevention when applied to metal feedstock during grinding and machining operations involving unusually high temperatures or corrosion potential.
 - 40% - Minimum Biobased Content
- [Metalworking Fluids - Straight Oils](#) : Fluids that are designed to provide cooling, lubrication, corrosion prevention, and reduced wear on the contact parts of machinery used for metalworking operations such as cutting, drilling, grinding, machining, and tapping. Metalworking fluids that are not diluted with water prior to use and are generally used for metalworking processes that require lubrication rather than cooling.
 - 66% - Minimum Biobased Content
- [Wood and Concrete Sealers - Membrane Concrete Sealers](#) : Products that are penetrating liquids formulated to protect wood and/or concrete, including masonry and fiber cement siding, from damage caused by insects, moisture, and decaying fungi and to make surfaces water resistant. Concrete sealers that are formulated to form a protective layer on the surface of the substrate.
 - 11% - Minimum Biobased Content
- [Wood and Concrete Sealers - Penetrating Liquids](#) : Products that are penetrating liquids formulated to protect wood and/or concrete, including masonry and fiber cement siding, from damage caused by insects, moisture, and decaying fungi and to make surfaces water resistant. Wood and concrete sealers that are formulated to penetrate the outer surface of the substrate.
 - 79% - Minimum Biobased Content

Round 5

- [Chain and Cable Lubricants](#) : Products designed to provide lubrication in such applications as bar and roller chains, sprockets, and wire ropes and cables. Products may also prevent rust and corrosion in these applications.
 - 77% - Minimum Biobased Content
- [Corrosion Preventatives](#) : Products designed to prevent metals from wearing away due to a chemical reaction. These may also include products that prevent ceramics and polymers from degrading under environmental factors or chemicals.
 - 53% - Minimum Biobased Content
- [Food Cleaners](#) : Anti-microbial products designed to clean the outer layer of various food products, such as fruit, vegetables, and meats.
 - 53% - Minimum Biobased Content
- [Forming Lubricants](#) : Products designed to provide lubrication during metalworking applications that are performed under extreme pressure. Such metalworking applications include tube bending, stretch forming, press braking, and swaging.
 - 68% - Minimum Biobased Content
- [Gear Lubricants](#) : Products, such as greases or oils, that are designed to reduce friction when applied to a toothed machine part (such as a wheel or cylinder) that meshes with another toothed part to transmit motion or to change speed or direction.
 - 58% - Minimum Biobased Content
- [General Purpose Household Cleaners](#) : Products designed to clean multiple common household surfaces. This designated item does not include products that are formulated

for use as disinfectants. Task-specific cleaning products, such as spot and stain removers, upholstery cleaners, bathroom cleaners, glass cleaners, etc., are not included in this item.

- 39% - Minimum Biobased Content
- [Industrial Cleaners](#) : Products used to remove contaminants, such as adhesives, inks, paint, dirt, soil, and grease, from parts, products, tools, machinery, equipment, vessels, floors, walls, and other production-related work areas. The cleaning products within this item are usually solvents, but may take other forms. They may be used in either straight solution or diluted with water in pressure washers, or in hand wiping applications in industrial or manufacturing settings, such as inside vessels. Task-specific cleaners used in industrial settings, such as parts wash solutions, are not included in this definition.
 - 41% - Minimum Biobased Content
- [Multipurpose Cleaners](#) : Products used to clean dirt, grease, and grime from a variety of items in both industrial and domestic settings. This designated item does not include products that are formulated for use as disinfectants.
 - 56% - Minimum Biobased Content
- [Parts Wash Solutions](#) : Products that are designed to clean parts in manual or automatic cleaning systems. Such systems include, but are not limited to, soak vats and tanks, cabinet washers, and ultrasonic cleaners.
 - 65% - Minimum Biobased Content

Round 6

- [Disposable Tableware](#) : Products made from, or coated with, plastic resins and used in dining, such as drink ware and dishware, including but not limited to cups, plates, bowls, and serving platters, and that are designed for one-time use. This item does not include disposable cutlery, which is a separate item.
 - 72% - Minimum Biobased Content
- [Expanded Polystyrene \(EPS\) Foam Recycling Products](#) : Products formulated to dissolve EPS foam to reduce the volume of recycled or discarded EPS items.
 - 90% - Minimum Biobased Content
- [Heat Transfer Fluids](#) : Products with high thermal capacities used to facilitate the transfer of heat from one location to another, including coolants or refrigerants for use in HVAC applications, internal combustion engines, personal cooling devices, thermal energy storage, or other heating or cooling closed-loops.
 - 89% - Minimum Biobased Content
- [Ink Removers and Cleaners](#) : Chemical products designed to remove ink, haze, glaze, and other residual ink contaminants from the surfaces of equipment, such as rollers, used in the textile and printing industries.
 - 79% - Minimum Biobased Content
- [Mulch and Compost Materials](#) : Products designed to provide a protective covering placed over the soil, primarily to keep down weeds and to improve the appearance of landscaping. Compost is the aerobically decomposed remnants of organic materials used in gardening and agriculture as a soil amendment, and commercially by the landscaping and container nursery industries.
 - 95% - Minimum Biobased Content
- [Multipurpose Lubricants](#) : Products designed to provide lubrication under a variety of conditions and in a variety of industrial settings to prevent friction or rust. Greases, which are lubricants composed of oils thickened to a semisolid or solid consistency using soaps, polymers or other solids, or other thickeners, are not included in this item. In addition, task-specific lubricants, such as chain and cable lubricants and gear lubricants, are not included in this item.
 - 88% - Minimum Biobased Content

- [Topical Pain Relief Products](#) : Products that can be balms, creams and other topical treatments used for the relief of muscle, joint, headache, and nerve pain, as well as sprains, bruises, swelling, and other aches.
 - 91% - Minimum Biobased Content
- [Turbine Drip Oils](#) : Products that are lubricants for use in drip lubrication systems for water well line shaft bearings, water turbine bearings for irrigation pumps, and other turbine bearing applications.
 - 87% - Minimum Biobased Content

Round 7

- [Animal Repellents](#) : Products used to aid in deterring animals that cause destruction to plants and/or property.
 - 79% - Minimum Biobased Content
- [Bath Products](#) : Personal hygiene products including bar soaps, liquids, or gels that are referred to as body washes, body shampoos, or cleansing lotions, but excluding products marketed as hand cleaners and/or hand sanitizers.
 - 61% - Minimum Biobased Content
- [Bioremediation Materials](#) : Dry or liquid solutions (including those containing bacteria or other microbes but not including sorbent materials) used to clean oil, fuel, and other hazardous spill sites.
 - 86% - Minimum Biobased Content
- [Compost Activators and Accelerators](#) : Products in liquid or powder form designed to be applied to compost piles to aid in speeding up the composting process and to ensure successful compost that is ready for consumer use.
 - 95% - Minimum Biobased Content
- [Concrete and Asphalt Cleaners](#) : Chemicals used in concrete etching as well as to remove petroleum-based soils, lubricants, paints, mastics, organic soils, rust, and dirt from concrete, asphalt, stone and other hard porous surfaces. Products within this item include only those marketed for use in commercial or residential construction or industrial applications.
 - 70% - Minimum Biobased Content
- [Cuts, Burns, and Abrasions Ointments](#) : Products designed to aid in the healing and sanitizing of scratches, cuts, bruises, abrasions, sun damaged skin, tattoos, rashes and other skin conditions.
 - 84% - Minimum Biobased Content
- [Dishwashing Products](#) : Soaps and detergents used for cleaning and clean rinsing of tableware in either hand washing or dishwashing.
 - 58% - Minimum Biobased Content
- [Erosion Control Materials](#) : Woven or non-woven fiber materials manufactured for use on construction, demolition, or other sites to prevent wind or water erosion of loose earth surfaces, which may be combined with seed and/or fertilizer to promote growth.
 - 77% - Minimum Biobased Content
- [Floor Cleaners and Protectors](#) : Cleaning solutions for either direct application or use in floor scrubbers for wood, vinyl, tile, or similar hard surface floors. Products within this item are marketed specifically for use on industrial, commercial, and/or residential flooring.
 - 77% - Minimum Biobased Content
- [Hair Care Products - Conditioners](#) : Personal hygiene products specifically formulated for hair cleaning and treating applications, including conditioners. These are products whose primary purpose is treating hair to improve the overall condition of hair.
 - 78% - Minimum Biobased Content

- [Hair Care Products - Shampoos](#) : Personal hygiene products specifically formulated for hair cleaning and treating applications, including shampoos. These are products whose primary purpose is cleaning hair. Products that contain both shampoos and conditioners are included in this subcategory because the primary purpose of these products is cleaning the hair.
 - 66% - Minimum Biobased Content
- [Interior Paints and Coatings - Latex and Waterborne Alkyd](#) : Pigmented liquids, formulated for use indoors, that dry to form a film and provide protection and added color to the objects or surfaces to which they are applied.
 - 20% - Minimum Biobased Content
- [Interior Paints and Coatings - Oil-based and Solventborne Alkyd](#) : Pigmented liquids, formulated for use indoors, that dry to form a film and provide protection and added color to the objects or surfaces to which they are applied.
 - 67% - Minimum Biobased Content
- [Oven and Grill Cleaners](#) : Liquid or gel cleaning agents used on high temperature cooking surfaces such as barbecues, smokers, grills, stoves, and ovens to soften and loosen charred food, grease, and residue.
 - 66% - Minimum Biobased Content
- [Slide Way Lubricants](#) : Products used to provide lubrication and eliminate stick-slip and table chatter by reducing friction between mating surfaces, or slides, found in machine tools.
 - 74% - Minimum Biobased Content
- [Thermal Shipping Containers - Durable](#) : Insulated containers designed for shipping temperature-sensitive materials. These are thermal shipping containers that are designed to be reused over an extended period of time.
 - 21% - Minimum Biobased Content
- [Thermal Shipping Containers - Non-Durable](#) : Insulated containers designed for shipping temperature-sensitive materials. These are thermal shipping containers that are designed to be used once.
 - 82% - Minimum Biobased Content