

Les polymères oxo-biodégradables

Le 16 novembre 2007

Il est courant de penser que le polyéthylène, parce qu'il est issu de ressources fossiles ne peut être biodégradable et que seules les matières à base de ressources végétales le sont. En le mélangeant avec un additif adéquat il le devient, de nombreux scientifiques européens l'on démontré : la biodégradation d'un matériau dépend de sa structure chimique et non de son origine.

Les additifs de dégradation du type d2w[®] développés et commercialisés par Symphony Environmental sont des sels de métaux, oligo-éléments issus du milieu naturel et introduits à des concentrations très faibles (quelques %) lors de la fabrication du film standard.

Un produit oxo-biodégradable à l'inverse d'un produit hydro biodégradable (mélange amidon-polyester) combine 2 modes de dégradation.

En présence d'oxygène sous l'effet de la chaleur, et des UV, dans l'environnement, il perd sa résistance mécanique, se fragmente, **disparaît visuellement** puis se **biodégrade**. Ce phénomène résulte de la rupture des liaisons carbone et de la baisse du poids moléculaire de la matière.

La matière oxydée, en présence de micro-organismes est alors convertie en CO₂, H₂O et en biomasse selon un processus de biodégradation identique à celui des matières naturelles (feuilles, pailles..)

Notre société britannique, Symphony Environmental, apporte ainsi une solution novatrice, sûre et bon marché, de dégradation des plastiques **tout en conservant leurs propriétés mécaniques initiales**.

L'introduction dans le mélange maître d'un sel de métal agent catalyseur de thermo et photo dégradation déclenche l'oxo biodégradation elle conduit à l'oxydation et à la biodégradation du polymère.

Il existe à ce jour plusieurs formulations de d2w[®] en fonction des applications

Telle que :

- ✓ sacherie
- ✓ films à usage agricole
- ✓ films pour mailing
- ✓ films étirables
- ✓ films rétractables
- ✓ films à bulles
- ✓ emballages PE/PP
- ✓ blisters
- ✓ thermoformage/injection



Les additifs entrant dans la composition des films plastiques ont subi des tests sévères par différents laboratoires européens spécialisés dans leur domaine afin de garantir l'absence d'effets nocifs sur l'environnement.

Alternative plastics : 13 bis avenue de la Grange 94100 St Maur des Fosses

Tél. : 0142830748 fax : 0148892186 Web : www.degradable.fr Email : info.alternativeplastics@orange.fr

✓

Conformité (écotoxicité EN 13432)
Qualité alimentaire FDA directive 2002/72/ EC et amendement
Recyclable, biodégradable (guide ASTM 6954 et tests selon standard
ISO)

Tests de biodégradabilité .Rapport **Pyxis** 2005

Ce test montre que les micro-organismes, les bactéries présentes dans le sol colonisent la surface du film, s'en nourrissent et le détruit pour aboutir à une bio assimilation.

Tests d'écotoxicité Rapport **OWS** (Gent Belgique 2005 selon la norme EN 13432).

Ce test montre que les particules qui se dégradent dans le sol sont sans effets toxiques sur la faune et la flore .Ce test est conforme à la norme Européenne pour la détermination de l'écotoxicité et la phytotoxicité des produits biodégradables destinés au compostage et à l'enfouissement dans le sol EN 13432

Certification de contact alimentaire Rapport **RAPRA**. 2005 Directive européenne EC 2002/72/ certification FDA

Cette certification indique qu'il n'y a aucun composant toxique dans la composition des additifs et qu'ils peuvent être utilisés dans les emballages au contact des denrées alimentaires.

Tests sur www.degradable.fr

Questions fréquemment posées

Question

Les caractéristiques d'un film oxo bio dégradables sont elles différentes d'un film polyéthylène standard ?

Réponse

Les caractéristiques des films oxo biodégradables sont en tout point identique à celle d'un film traditionnel L'épaisseur, les couleurs, la texture et la solidité ne subissent aucunes modifications.

Question

Le temps de dégradation peut-il être contrôlé ?

Réponse

La vitesse de dégradation et le temps de dégradation sont contrôlés par la formulation de l'additif utilisé lors de la fabrication du film. La vitesse propre de dégradation est aussi très largement influencée par un ensemble de variables environnementales telles que la chaleur, la lumière, l'agitation par le vent. Plus ces éléments sont forts plus la vitesse de dégradation sera forte, mais quelque soit la force de ces éléments la dégradation peut-être ralentie mais jamais stoppée. Typiquement un film standard se dégradera entre 14 et 16 mois suivant la date de fabrication. En fonction de l'utilisation il est possible de modifier ces paramètres. La dégradation physique du matériau, sa disparition visuelle est inéluctable elle est suivie de la biodégradation.

Question

Les produits finis, sacs, films, doivent-ils être stockés ou manipulés avec des précautions particulières ? Sont ils sensibles à l'humidité ?

Réponse

Le bon sens conduit à protéger les produits finis de la lumière, de la chaleur excessive, lors du stockage. Il est donc préférable de les stocker dans un endroit ombragé à un endroit en plein soleil exposé au vent. En dehors de ces précautions de bon sens, aucune précaution particulière n'est à prendre. Il est à noter que ces produits ne craignent pas l'humidité.

Question

La biodégradation est-elle le résultat final de la dégradation ?

Réponse

Dans le cas des additifs d₂w® la réponse est oui. La dégradation oxydative des polyéthylènes d₂w® conduit à une cassure et un raccourcissement de la chaîne moléculaire constituant ces plastiques.

La chaîne moléculaire devenant plus courte les fragments dégradés deviennent hydrophiles permettant la formation d'un bio film qui le rend attaquant et assimilable par les micro-organismes présents dans le sol qui sont les acteurs de tout phénomène de biodégradation.

Les feuilles d'arbres, la paille, (les lignines, lignocellulose) mettent un certain temps à se bio dégrader dans la nature. Leur bio dégradation lente participe à l'enrichissement du sol. Le phénomène de biodégradation du polyéthylène oxydé est similaire à celui de la lignocellulose. Il est irréversible.

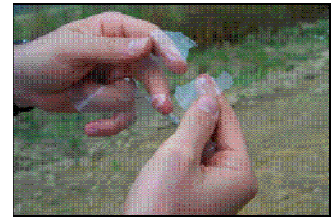
Question

Les résidus de plastiques disparaissent-ils totalement ?

Réponse

Oui. Ultimement lorsque les micro-organismes auront absorbé les particules désintégrées il restera de l'eau, du CO₂, et une petite quantité de biomasse. La biodégradation déclenche l'émission de CO₂ sur des périodes longues de quelques mois à 2 ans et celui-ci reste en majorité piégé dans le sol ce qui est préférable du point de vue de l'enrichissement du sol et du point de vue environnemental et de l'effet de serre.

Paradoxalement c'est cette caractéristique qui empêche les oxo biodégradables de satisfaire à la **norme O.K. compost**, qui impose une conversion rapide de la matière en CO₂, ce qui n'a du point de vue environnemental absolument aucune logique et qui ne participe en aucune façon à l'enrichissement de la biomasse. Les plastiques oxo biodégradables dont le mode de biodégradation est plus lent conduit à un compost enrichi à l'opposé d'autre produit dont la dégradation est terminée en 180 jours voire moins. Une norme anglaise BSI 8742 est en cours de discussion, une norme sur le paillage agricole oxo-biodégradable est publiée par l'AFNOR en juillet 2007.



Question

Comment les micro-organismes peuvent-ils absorber du plastique ?

Réponse

Normalement les micro-organismes ne peuvent pas accéder au carbone et à l'hydrogène présent dans le plastique car la chaîne moléculaire est trop longue. Le poids des chaînes moléculaires d'un matériau est indiqué en daltons celle d'un polyéthylène est d'environ 300 000. Il est scientifiquement pratiquement démontré que lorsque le poids de la chaîne moléculaire d'un polyéthylène descend en dessous de 40 000, par oxydation, le matériau devient hydrophile et permet la création d'un bio film. Ce bio film devient le support de nombreuses bactéries, qui vont se nourrir du carbone et de l'hydrogène constituant les fragments de plastique oxydé.

Question

Le plastique d₂w® émet-il du méthane lors de sa dégradation en décharge ?

Réponse

Non. Le méthane est produit lors d'une dégradation anaérobie (dans un environnement privé d'oxygène) principalement par les produits à base d'amidon. Privé d'oxygène, au cœur d'un compost par exemple lorsque le carbone ne peut se combiner qu'avec l'hydrogène, un produit à base d'amidon produira du méthane gaz 23 fois plus polluant que le CO₂. Le film oxo-biodégradable non.

Question

Le plastique d₂w® est-il recyclable ?

Réponse

Oui. La présence d'additif ne nuit en aucun cas à la recyclabilité des sacs et films. Dans le circuit du recyclage, le fabricant utilisant du plastique recyclé va procéder à une fusion des films d₂w® récupérés. Lors de la fabrication de nouveaux films un nouvel additif devra si on le souhaite être introduit.

Question

Le plastique d2w® est-il compostable ?

Réponse

Oui certains plastiques d2w® sont compostables dans des conditions industrielles. C'est-à-dire qu'ils satisfont les tests de désintégration de la norme EN 13 432 pour des températures n'étant pas inférieures à 60°. Ceci correspond avec les pratiques industrielles pour la sanitisation des composts comportant des produits organiques (élimination des germes pathogènes des produits carnés vers 70° C). Les composts industriels ne fonctionnant pas sur ces températures seront interdits.

Question

Utiliser des films en polyéthylène biodégradable ne va-t-il par à l'encontre du développement durable en consommant du pétrole ?

Réponse

Les produits pétroliers utilisés pour la fabrication des sacs et emballages représentent seulement 4 % de l'ensemble de la consommation du pétrole mondial.

De plus le produit pétrolier utilisé pour la fabrication du polyéthylène est un produit dérivé du pétrole le Naphta qui s'il n'était pas utilisé pour fabriquer du polyéthylène serait brûlé dans l'atmosphère.

Question

Qu'elles sont les évolutions possibles et le futur des plastiques oxo biodégradables dans le cas d'une pénurie de pétrole ?

Réponse

Le polyéthylène peut tout à fait être fabriqué à partir de produits à base de ressources renouvelables du type bio éthanol. En effet la déshydratation de l'éthanol conduit à de l'éthylène qui en reprenant le système standard de cracking peut être transformé en polyéthylène. Ce même polyéthylène peut ensuite être additivé, devenir oxo biodégradable tout en conservant les performances des matériaux traditionnellement connus.

Cette technologie est connue depuis de nombreuses années et a été appliquée en Inde notamment, mais n'est pas aujourd'hui répandue car le bilan économique n'était à ce jour pas favorable. Il est évident que sous peu ce mode de fabrication du polyéthylène se développera et permettra de s'affranchir en partie des contraintes liées au prix du pétrole. Les additifs pour l'oxo biodégradation prendront alors une nouvelle importance.

Publications scientifiques disponibles sur la (bio)dégradation des polymères (liste abrégée)

1. G.Scott, *Atmospheric Oxidation and Antioxdants*, Elsevier, 1965.
2. G.Scott in *Degradability, Renewability and Recycling, 5th International Scientific Workshop on biodegradable Plastics and Polymers, Macromolecular Symposia 144*, Eds., A-C. Albertsson, E. Chiellini, J. Feijen, G. Scott and M.Vert, Wiley-VCH, 1999,113-125.
3. A. Linos, M.M. Berekaa, R. Reichelt, U.Keller, J.Schmidtt, H-C.Flemming, R.M.Kroppenstedt and A. Steinbüchel, *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**. 1639-1645 (2000).
4. A. Linos, R. Reichelt, U. Keller, and A. Steinbüchel, *FEMS Microbiol. Lett.*, **182**, 155-161(2000)
5. H. Hirai, R.Kondo and K.Sakai, *Mokzua Gakkaishii*, **40** 980-986 (1994).
6. N. Katagiri, Y.Tsutsumi and T.Nishida, *Appl. Environm. Microbiol.*, 61, 617-622 (1995).

Alternative plastics : 13 bis avenue de la Grange 94100 St Maur des Fosses

Tél. : 0142830748 fax :0148892186 Web : www.degradable.fr Email : info.alternativeplastics@orange.fr

7. M.G. Paice, I.D.Reid, R.Bourbonnais, F.S. Archibald and L. Jurasek, *Appl. Environm Microbiol.* **59**, 260-265. (1993).
8. L. Janssen in *The use of isotopes in soil organic matter studies*, Report of the FEO/IAEA Technical Meeting, Sept, Pergamon Press (1963).
9. CEN TC 249/WG9 N120 Plastics – Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items (ISO/PDTR: 2004)
10. *ISO TC 1-94*.
11. A-C. Albertsson, C. Barenstedt, S. Karlsson and T. Lindburg, *Polymer*, 1995, **36**, 3075-3083.
12. M. Weiland, A.Daro and C. David, *Polym. Deg. Stab.*, **48**, 275-289 (1995).
13. I.Jakubowicz, *Polym. Deg. Stab.*, **80**, 39-43 (2003).
14. E. Chiellini, A.Corti and G.Swift, *Polym. Deg. Stab.*, **81**, 341-351 (2003).
15. B.Lee, A.I.Pometto, A.Fratzke and T.B.Bailey *App. Env. Microbiol.*, **57**, 678-685 (1991).
16. J.K Pandey. and R.P. Singh, *Biomacromolecules*, **2**, 880-885 (2001).
17. Arnaud, P.Dabin, J. Lemaire, S. Al-Malaika, S. Chohan, M. Coker, G. Scott, A. Fauve and M. Maaroufi, *Polym. Deg. Stab.*, **1994**, 46, 211-224.
18. S.Bonhomme, A.Cuer, A-M.Delort, J.Lemaire, M.Sancelme and G.Scott, *Polym. Deg. Stab.*, **81**, 441-452 (2003)
19. G.Scott in *Degradable Polymers: Principles and Applications*, 1st Edition, Editors, G.Scott and D.Gilead, Chapman & Hall (Kluwer), 1995, Chapters 1,9.
20. G.Scott in *Degradable Polymers: Principles and Applications*, 2nd Edition, ed. G.Scott, Kluwer, 2002, Chapter 3.
21. G.Scott and D.M.Wiles in *Degradable Polymers: Principles and Applications*, 2nd Edition, ed. G.Scott, Kluwer, 2002, Chapter 13.
22. G.Scott, *Trends in Polymer Science*, **5**, 361-368 (1997).
23. G.Scott, *Polymers and the Environment*, Royal Society of Chemistry, 1999, Chapter 5.
24. D.Gilead in *Degradable Polymers: Principles and Applications*, 1st Edition, Editors, G.Scott and D.Gilead, Chapman & Hall (Kluwer), 1995, Chapter 10.
25. A.Fabbri in *Degradable Polymers: Principles and Applications*, 1st Edition, Editors, G.Scott and D.Gilead, Chapman & Hall (Kluwer), 1995, Chapter 11.
26. G.Scott, *Polymers and the Environment*, Royal Society of Chemistry, 1999, Chapter 4.
27. J.G.L. Griffin on *Chemistry and Technology of Biodegradable Polymers*, Chapman & Hall, 1994, Chapter 3
28. A.G.Sadun, T.F.Webster and B.Commoner, *Breaking down the degradable plastics scam*, A Report prepared for Greenpeace Washington DC, 1990.
29. D.Gilead and G.Scott, *Developments in polymer stabilization-5*, Editor, G. Scott, App.Sci. Publ., 1982, Chapter 4.
30. J.Guillet, in *Degradable Polymers: Principles and Applications*, 1st Edition, Editors, G.Scott and D.Gilead, Chapman & Hall (Kluwer), 1995, Chapter 12.

31. G.Scott and D.M.Wiles, *Biomacromolecules*, **2**, 615-622 (2001).
32. S-R.Yang and C-h.Wu in *Degradability, Renewability and Recycling, 5th International Scientific Workshop on biodegradable Plastics and Polymers, Macromolecular Symposia 144*, Eds., A-C. Albertsson, E. Chiellini, J. Feijen, G. Scott and M. Vert., Wiley-VCH, 1999, 101-112.
33. D.M. Wiles, J-F. Tung, B.E. Cermak, C. W. J. Hare and, J.G. Gho, *Proceedings of the Biodegradable Plastics 2000 Conference*, Frankfurt, June 6 & 7 (1990).
34. G.Cassalicchio, A.Bretoluzza and A.Fabbri, *Plasticulture*, **86**, 21-28 (1990).
35. H.O.W.Eggins, J.Mills, A.Holt and G.Scott in *Microbial Aspects of Pollution*, Editors, G.Sykes and F.A. Skinner, Academic Press, 1971, pp 267-277.
36. G. Scott, *Antioxidants in science, technology, medicine and nutrition*, Albion Publishing, 1997
37. Food Standards Agency Expert Group on Vitamins and Minerals (2003), *Risk Assessment*.