

En utilisant la biomasse comme source primaire d'énergie, la production de bioplastique dépendrait moins des ressources fossiles. Si l'on brûlait l'ensemble des résidus végétaux qui restent après extraction du plastique, on obtiendrait une quantité d'électricité plus que suffisante pour extraire les PHA que contiennent les plantes. L'excédent pourrait même être utilisé dans des centrales thermiques, ce qui réduirait l'effet de serre.

Notons que c'est l'utilisation d'une source d'énergie à base de plantes, et non l'utilisation des plantes comme matière première, qui contribue le plus à l'amélioration de l'environnement. Lorsque l'on dissocie la production de plastique de la production d'énergie, on constate que, quelle que soit l'ap-

proche utilisée pour fabriquer du plastique, l'utilisation d'énergies renouvelables est plus rationnelle que la combustion des ressources fossiles.

Pourquoi fournir de l'énergie à un mécanisme qui requiert plus d'énergie si nous pouvons fabriquer des plastiques classiques avec beaucoup moins d'énergie et, par conséquent, moins d'émissions de gaz à effet de serre? La solution la plus écologique serait-elle alors la fabrication du plastique à partir de pétrole, la combustion de la biomasse renouvelable fournissant l'énergie de la transformation? Ainsi, on réduirait les émissions de gaz à effet de serre et l'on économiserait les ressources fossiles.

Malheureusement, les choses ne sont pas aussi simples, et aucune des

méthodes proposées ne regroupe tous les avantages. La fabrication des plastiques classiques requiert des combustibles fossiles comme matière première. Ces plastiques ont des propriétés plus variées que le PHA et le PLA, mais ils ne sont pas biodégradables. La biodégradabilité résout le problème de l'élimination des déchets solides, mais elle libère des gaz à effet de serre. Du point de vue technique, la production de PLA et de PHA par fermentation à partir des plantes est plus simple que l'extraction de PHA produit directement par le maïs, mais une telle approche empiète sur l'utilisation de terres cultivables à des fins de production alimentaire. Bien que la production de PLA nécessite moins de ressources fossiles que celle des plas-

La production industrielle des plastiques verts

Patrick Gruber, de la Société *Cargill Dow*, prépare la production de nouveaux plastiques dérivés des plantes.

Pour la Science : Le plastique que vous produisez, le PLA *NatureWorks*, concurrencera-t-il les plastiques pétrochimiques?

Patrick Gruber : La plupart des plastiques d'origine pétrochimique ont des propriétés très ciblées. Ainsi, le polystyrène se prête particulièrement bien au moulage des gobelets à café, mais sa résistance et sa dureté sont limitées. Un spectre réduit de performances limite les applications potentielles d'un plastique. Le PLA *NatureWorks* a plusieurs qualités : on peut le sceller à chaud comme le polystyrène, lui appliquer une forme permanente par pliage, comme le polypropylène, et il conserve les torsions, comme la cellophane. Quelques sociétés ont déjà utilisé le PLA pour les emballages de confiseries et pour conditionner des produits de grande consommation. À partir du PLA, l'industrie textile obtient une fibre naturelle qui concurrence des fibres synthétiques comme le Nylon, tant du point de vue des performances que de la facilité de mise en œuvre. Dans l'ensemble, l'industrie pourrait utiliser plus de quatre millions de tonnes de PLA dans des domaines aussi divers que les accessoires, les vêtements de sport, les produits d'hygiène, le mobilier domestique les conditionnements et les emballages.

PLS : Quels sont les avantages écologiques du PLA?

P. Gruber : Grâce à l'utilisation de sucres extraits des plantes comme matière première à la place des combustibles fossiles, la fabrication du PLA consomme 20 à 50 pour cent de moins de ressources fossiles que celle des plastiques classiques. Tout comme les autres plastiques, le PLA peut être recyclé ou dégradé ; comme le papier, le PLA est également biodégradable. Le PLA réduira la dépendance de notre

société vis-à-vis des combustibles fossiles tout en fournissant des produits adaptés aux méthodes d'élimination actuelles. Si les utilisateurs sont suffisamment sensibles aux problèmes écologiques, le PLA sera avantagé.

PLS : Ces avantages suffisent-ils à compenser le besoin d'énergie supérieur pour sa fabrication?

P. Gruber : On perfectionne les techniques de fabrication du PLA depuis seulement dix ans, alors que les méthodes de fabrication des plastiques pétrochimiques ont 50 ans. Les besoins en énergie diminueront encore, mais même notre première unité de production, en cours de construction dans le Nebraska, utilisera 40 pour cent de moins de ressources fossiles que pour la fabrication de Nylon classique. Avec l'optimisation des conditions de production du PLA, nous comptons réduire de 39 pour cent la consommation en énergie de nos deuxième et troisième usines, dont la construction est prévue pour la première décennie de ce siècle.

PLS : Envisagez-vous d'aborder le problème des inconvénients potentiels du PLA sur l'environnement?

P. Gruber : Nous ne limitons pas nos efforts à la mise au point de méthodes de production qui consommeront moins d'énergie : nous étudions aussi d'autres moyens plus efficaces de produire de l'énergie, telles la cogénération et l'utilisation de combustibles renouvelables, comme la biomasse végétale. Nous recherchons également d'autres sources de matière première pour le PLA : en utilisant les sucres fermentescibles des rafles de maïs, nous obtiendrions une seconde récolte sur des terres réservées à la production alimentaire de maïs en grains. Le PLA peut également être obtenu à partir de blé, de betteraves et d'autres plantes adaptées à des climats particuliers.



CES EMBALLAGES DE CONFISERIES seront fabriqués à partir du nouveau plastique de *Cargill Dow*, produit à partir des plantes lorsque celui-ci sera commercialisé, à la fin de l'année 2001.

tiques classiques, elle reste plus gourmande en énergie et libère par conséquent plus de gaz à effet de serre.

Que privilégier? La préservation des ressources? Le partage des surfaces cultivables? L'élimination des déchets solides? La réduction des émissions de gaz à effet de serre? La rentabilité? Quelle que soit l'approche choisie, l'utilisation d'énergie et les émissions qui en résultent dégradent l'environnement. On ne remplacera utilement les procédés pétrochimiques actuels que si l'on parvient à réduire les émissions de gaz à effet de serre et aussi à inverser le flux de carbone : pour piéger le carbone, on devra fabriquer des plastiques non dégradables à partir de sources ayant absorbé le gaz carbonique de l'atmosphère, les plantes par exemple. Le plastique serait enfoui après usage, ce qui piégerait le carbone dans le sol plutôt que de le renvoyer dans l'atmosphère. Certains plastiques biodégradables, y compris le PLA, pourraient même servir à piéger le carbone, car les décharges où aboutissent de nombreuses matières plastiques ne favorisent généralement pas la dégradation.

On ne peut pas demander à l'industrie du plastique de réduire la quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère, mais l'industrie tout entière, et pas uniquement celle du plastique, bénéficierait de l'utilisation de matières premières renouvelables et de sources d'énergie renouvelables. Un tel passage nécessiterait d'importantes modifications de l'infrastructure mondiale de la production de l'énergie, mais un tel effort mérite qu'on s'y intéresse. Après tout, l'énergie renouvelable est l'un des ingrédients essentiels pour construire une économie durable et, en tant que telle, elle reste l'obstacle principal à la production de plastiques vraiment «verts».

Tillman GERNGROSS est professeur au Dartmouth College. Steven SLATER est chercheur dans la Société Cereon Genomics, une filiale de Monsanto.

Y. POIRIER, D.E. DENNIS, K. KLOMPARINS et C. SOMERVILLE, *Polyhydroxybutyrate, a Biodegradable Thermoplastic, Produced in Transgenic Plants*, in *Science*, vol. 256, pp. 520-622, avril 1992.

Tillman U. GERNGROSS, *Can Biotechnology Move Us toward a Sustainable Society?* in *Nature Biotechnology*, vol. 17, pp. 541-544, juin 1999.

Une nouvelle rencontre de la science et de l'art.



LES SECRETS DE LA CASSEROLE

Comment préparer plus de 20 litres de mayonnaise à partir d'un seul jaune d'œuf ? En explorant la physique des émulsions. Comment obtenir un bon rôti ? En empruntant à la chimie ses études des sucres et des acides aminés. Comment obtenir de bonnes gelées ? En reprenant les résultats récents de la physico-chimie des gels. Code 1585-130 F 224 pages



RÉVÉLATIONS GASTRONOMIQUES

Encore un livre de recettes ! Oui, mais des recettes garanties par des expérimentations rigoureuses, par des analyses physico-chimiques des aliments et des tours de main culinaires. Chaque geste culinaire est ici disséqué, commenté du triple point de vue culinaire, physico-chimique et gastronomique. Code 1756-130 F 320 pages

Ces deux ouvrages ont obtenu le Prix de l'Académie nationale de Cuisine 1997.

LA CASSEROLE DES ENFANTS

Laissés seuls pour la soirée, deux enfants doivent cuisiner leur dîner. Mais leur sens aigu de l'observation et de l'expérimentation leur fait découvrir les bases de la chimie et de la physique. Ce livre pourrait être un manuel, s'il n'évoquait les molécules et leurs transformations de façon si simple et si amusante.

Code 2309-80 F-128 pages



BELIN

Voir bon de commande page 98