

brut, la fabrication des bioplastiques consomme essentiellement du charbon et du gaz naturel. Le charbon est plus abondant que le pétrole, mais il pose des problèmes d'effet de serre : l'ensemble des combustibles fossiles utilisés pour la fabrication du plastique à partir de matières premières renouvelables (le maïs) doit être brûlé, afin de libérer de l'énergie, alors que les procédés pétrochimiques incorporent une proportion importante de la ressource fossile dans le produit final.

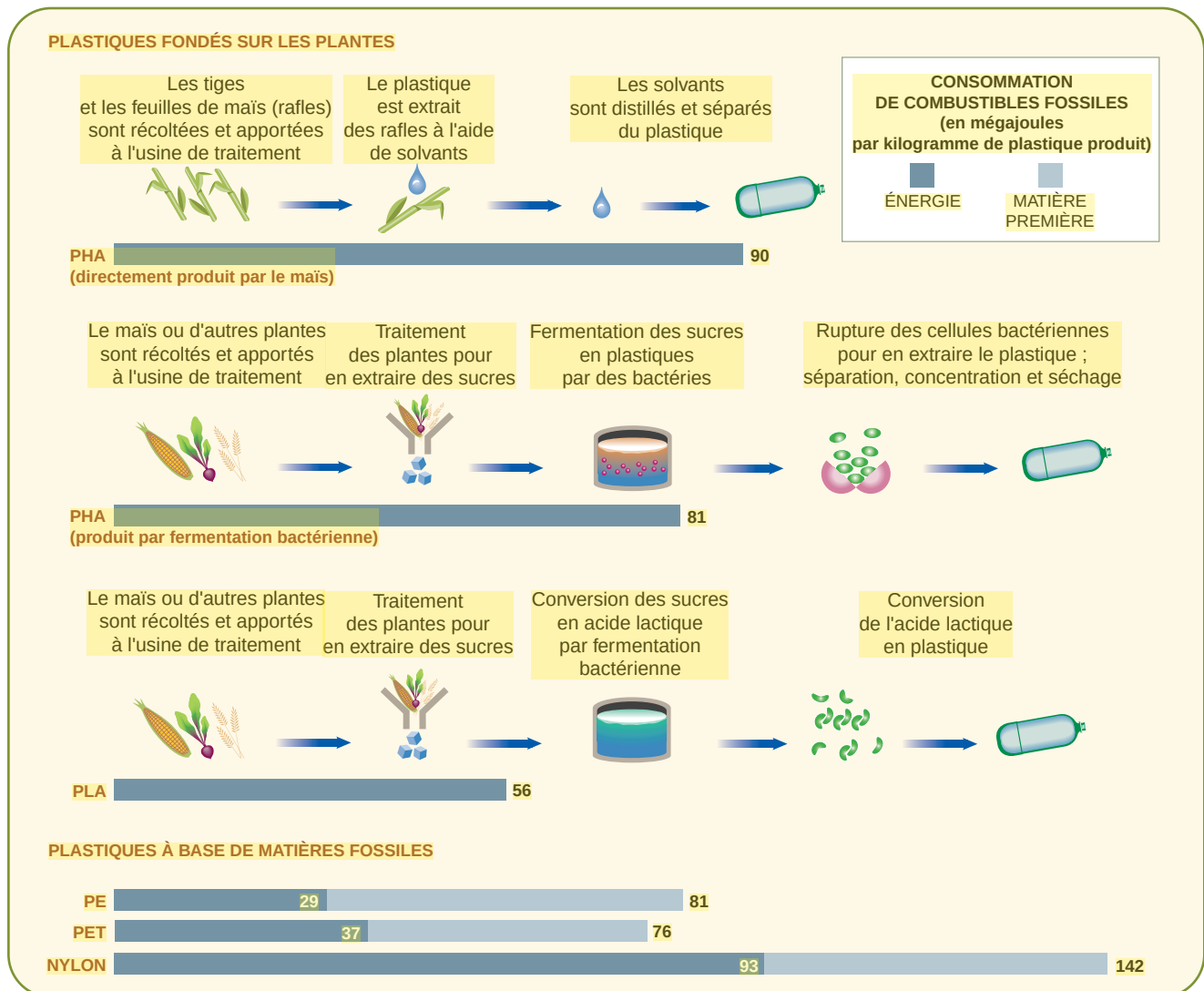
La combustion de quantités accrues de combustibles fossiles augmente les émissions de gaz à effet de serre, tel que le gaz carbonique. D'autres émissions associées à l'énergie fossile, comme celles de dioxyde de soufre, un gaz qui contribue aux pluies acides, augmenteront également.

Au total, les avantages environnementaux découlant de la produc-

tion de plastiques par les plantes sont plus qu'annihilés par un accroissement inacceptable de la consommation d'énergie et des émissions de gaz nuisibles. Le PLA apparaît alors comme le seul bioplastique compétitif. Bien que cette solution ne soit pas aussi élégante que la production directe de PHA par des plantes, elle bénéficie de deux facteurs qui contribuent à son efficacité : la consommation énergétique est réduite et le taux de conversion est élevé (80 pour cent de chaque kilogramme de sucre utilisé se retrouvent dans le produit final). Toutefois, malgré les avantages de la production de PLA par rapport à celles d'autres bioplastiques, sa production entraînera inévitablement l'émission de quantités de gaz à effet de serre supérieure à celle de nombreux produits équivalents dérivés du pétrole.

Les énergies renouvelables

La production de plastiques verts est-elle alors utopique ? Pas nécessairement, si l'on envisage la combustion de matière végétale, ou biomasse, pour compenser en partie les besoins accrus d'énergie. Les émissions engendrées par cette combustion sont en effet plus favorables à l'environnement. Au lieu de relâcher du gaz carbonique issu du carbone fossile, à l'intérieur de la Terre depuis des millions d'années, la combustion des plantes n'augmente pas le contenu total de carbone de l'atmosphère : la pousse de nouvelles plantes, la saison suivante, absorbe une quantité de gaz égale à celle qui a été émise au cours de la combustion (pour cette même raison, l'incinération des plastiques dérivés de plantes n'accroît pas la concentration en gaz carbonique dans l'atmosphère).



2. PRODUCTION DES PLASTIQUES et consommation d'énergie. Par rapport à ses équivalents pétrochimiques, la production des plastiques dérivés des plantes nécessite un surcroît d'énergie et une augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

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.