

Graines de plastiques

Des plantes transgéniques produisent des polymères biodégradables qui concurrenceront peut-être un jour les plastiques de synthèse.

Trop chers ou imparfaits, les plastiques biodégradables n'ont pas eu le succès escompté. Des chercheurs misent sur le développement des plantes génétiquement modifiées pour leur donner une nouvelle chance en abaissant les coûts de production.

Parmi les polymères biodégradables, la vaste famille des PHA (ou polyhydroxyalkanoates) intéresse les industriels. Naturellement produits par de nombreuses bactéries qui les utilisent comme réserve d'énergie ou de carbone, les PHA présentent des aspects très différents, de rigides et cassants à souples et résistants. Ils permettent ainsi de réaliser nombre de produits, des couverts jetables pour la restauration rapide aux cartes de crédit, en passant par les films pour l'emballage de denrées alimentaires. Ces plastiques sont, en outre, totalement biodégradables : une bouteille en PHA est dégradée à 80 pour cent en 15 jours dans les conditions requises pour la production à grande échelle de compost (action simultanée de forces mécaniques et de micro-organismes à haute température).

Aujourd'hui, seul un polymère de la famille des PHA est commercialisé. Produit dans les fermenteurs industriels à partir d'une bactérie et d'un sucre (le glucose), son prix de revient le confine à des marchés de niche à haute valeur ajoutée. D'où l'idée de produire ce polymère, non plus à partir de bactéries, mais directement dans des plantes cultivées en plein champ, comme le colza ou la canne à sucre. «Cela revient à remplacer le sucre utilisé en fermentation par le gaz carbonique de l'atmosphère. La photosynthèse transforme ensuite gratuitement la plante en usine à plastique», explique le responsable du programme

industriel qui affirme avoir produit le polymère dans des graines de colza. Le seuil de rentabilité se situant entre 15 et 20 pour cent du poids sec de la graine (aujourd'hui la proportion n'excède pas cinq pour cent de la masse sèche), la commercialisation du plastique végétal n'est pas prévue avant cinq à dix ans.

Selon Yves Poirier, à l'Université de Lausanne, le défi scientifique réside dans le contrôle de la composition des polymères produits par les plantes : on cherche à obtenir des molécules aussi variées que leurs concurrentes d'origine fossile. Le biologiste est en passe de relever ce défi puisqu'il est parvenu à produire différents polymères dans une plante – *Arabidopsis thaliana* – bien connue des généticiens pour la simplicité de son génome (ensemble des gènes d'un organisme vivant).

Avec deux collègues de l'Institut californien Carnegie, Y. Poirier s'est tout d'abord intéressé au PHB (polyhydroxybutyrate), un polymère de la famille des PHA composé d'une seule séquence répétée un grand nombre de fois, et produit par plus de 100 genres de bactéries. Grâce aux techniques classiques du génie génétique, les chercheurs ont transféré dans le génome d'*Arabidopsis thaliana* les gènes de la bactérie *Ralstonia eutropha* et codant les enzymes responsables de la synthèse du PHB.

La production du polymère n'est possible que dans les compartiments cellulaires possédant la molécule (dite précurseur) sur laquelle agit la première enzyme de la chaîne de biosynthèse. Dans le cas présent, il s'agit de l'acétyl-coenzyme A, une molécule présente notamment dans le cytoplasme (milieu visqueux contenant les composants de la cellule) et dans les plastes (organites des cellules végétales, sites de la photosynthèse ou de l'accumulation des réserves) des cellules. Dans le cytoplasme, le résultat s'est révélé décevant : la concentration en PHB n'excédait pas 0,1 pour cent du poids sec des feuilles d'*Arabidopsis*, dont la croissance était en outre anormale. Dans les plastes, au contraire, la concentration en PHB a atteint 14 pour cent du poids sec. Fort de ces résultats, le chercheur lausannois a étudié un autre polymère de la famille des PHA, plus flexible que le PHB. Le transfert d'un seul gène provenant, cette fois, de la bactérie

BRÈVES

Régénérescence de neurones

Le dogme selon lequel les quelque 100 milliards de neurones du cerveau humain disparaissent progressivement sans être remplacés est caduc. Une équipe américaine a montré que des neurones de personnes décédées contenaient des substances que seules les cellules qui se divisent incorporent : ces neurones avaient été produits peu avant le décès. Environ 500 nouveaux neurones se différencieraient chaque jour. Cette découverte fait naître des espoirs quant aux possibles réparations des lésions cérébrales et ouvre de nouvelles voies de recherches sur les maladies neuro-dégénératives, telles la maladie de Parkinson ou celle d'Alzheimer : la perte de neurones traduit une attaque destructrice, mais peut-être aussi un défaut de régénération.

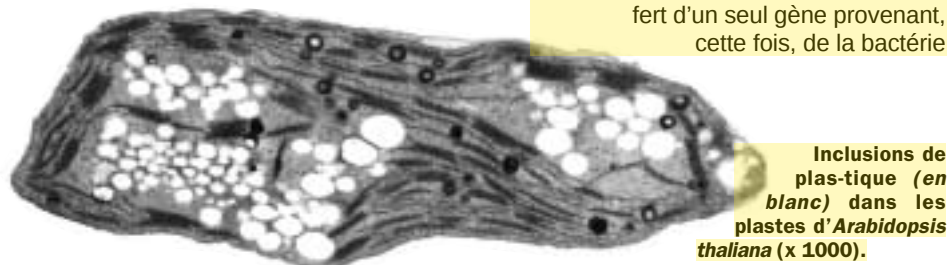
Risques professionnels

Une cinquantaine de joueurs de football hollandais et 23 nageurs et athlètes, tous professionnels, ont subi plusieurs tests cognitifs. Les joueurs de football ont eu des résultats inférieurs à ceux des autres athlètes : les spécialistes expliquent ces déficiences non par le choix de l'activité sportive en fonction de l'intelligence, mais par la pratique du football, où les traumatismes cérébraux s'accumulent avec les chocs du ballon sur la tête. Au cours d'une saison un joueur reçoit environ 800 fois le ballon sur la tête.

Chamboulement académique

Les membres de l'Académie des sciences et les membres correspondants de cette même Académie ont été tous convoqués au Collège de France : le bureau de l'Académie leur propose une réforme de l'Académie des sciences telle que cette vénérable institution n'en avait pas connue depuis Richelieu. L'Académie des sciences française envisage de s'élargir, en réunissant les membres et les membres correspondants dans une seule classe. Simultanément une Académie d'ingénierie pourrait être créée à partir du CADAS (Comité des applications de l'Académie des sciences).

Suite page 24



Inclusions de plastique (en blanc) dans les plastes d'*Arabidopsis thaliana* (x 1000).

Du lait maternel

Le lait maternel contient des molécules qui sont absentes des laits artificiels pour bébés, notamment un acide gras – l'acide docosahexaénoïque (DHA) – essentiel pour la croissance des neurones et des cellules photoréceptrices de la rétine du nourrisson. Les chercheurs de l'INRA ont montré que des porcelets nouveau-nés allaités uniquement avec un lait enrichi en DHA avait une croissance adéquate. Ces résultats aideront-ils à l'amélioration de la composition des laits artificiels?

La pièce de deux livres

La nouvelle pièce anglaise de deux livres (environ trois euros) est une ode à la technologie. Son côté pile représente une couronne d'engrenages comportant 19 roues dentées. Le chiffre 19 montre la persévérance de l'artiste graveur, mais l'incompétence mécanique des concepteurs de la *Royal Mint*. Comme deux roues dentées tournent en sens inverse, une chaîne comportant un nombre impair de roues ne peut que rester... perpétuellement bloquée!

Donner du sang pour vivre vieux

La saignée était-elle bénéfique? C'est ce que semble montrer une étude suédoise : Jukka Salonen de l'Université de Juupio a suivi 2 862 hommes, pendant neuf ans, et observé que les donneurs de sang réguliers ont moins d'infarctus que ceux qui gardent leur sang. Toutefois les donneurs de sang pourraient également être des personnes plus soucieuses de leur santé que les autres. Vivant plus sainement, elles seraient moins malades.

Un grand mangeur de poisson

Les restes fossiles d'une nouvelle espèce de dinosaure viennent d'être mis au jour dans le désert du Ténéré, au centre du Niger. Cette espèce, nommée *Sucho-mimus tenerensis*, fait partie du groupe des spinauridés, des dinosaures piscivores dotés de mâchoires longues et étroites avec des dents coniques et de fortes griffes semblables à des crochets à viande.



Certaines particularités du crâne, analogues à celles d'anciens crocodiliens, témoignent d'une adaptation à une alimentation incorporant des poissons et de la viande. Le museau, étroit, facilite la pénétration dans l'eau et les dents coniques sont mieux à même de percer et de saisir, que de trancher.

Suite page 26

Pseudomonas aeruginosa a suffi pour obtenir des granules de ce nouveau plastique dans les cellules foliaires d'*Arabidopsis*. Toutefois, la production n'a pas dépassé 0,1 pour cent du poids sec des feuilles d'*Arabidopsis thaliana*.

Les plantes oléagineuses comme le colza ou le tournesol semblent les mieux adaptées à la production en plein champ de PHA. En effet, les molécules intervenant dans la synthèse de ces polymères (l'acétyl-coenzyme A dans le cas du PHB) se retrouvent également dans le métabolisme des lipides. De plus, la maîtrise des techniques de récolte des oléagineux et d'extraction des lipides faciliterait la création d'une industrie des PHA. Enfin, la plante sur laquelle ont été

menées la plupart des recherches est voisine du colza, ce qui permet de transférer aisément les résultats du laboratoire au champ.

La synthèse massive de PHB, par exemple, risque cependant d'entraîner une diminution de la production de lipides du fait de l'insuffisante disponibilité en acétyl-coenzyme A. Afin de contrôler la production du polymère, Y. Poirier envisage de répandre sur les cultures une substance qui inhiberait l'expression des gènes codant le PHB ; les cultures ainsi traitées seraient destinées à la production d'huile, tandis que celles qui ne recevraient pas de traitement produiraient du PHB.

Catherine BUREAU

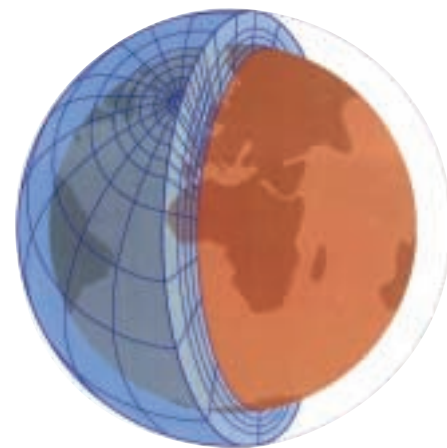
Un temps plus sûr

La prise en compte de l'état de l'atmosphère en «temps réel» améliore les prévisions.

Quel temps fera-t-il demain? Le même qu'aujourd'hui, répond prudemment le statisticien, qui se trompe ainsi moins d'une fois sur deux. Le temps futur est fonction du temps présent. Les météorologues prévoient le temps en calculant l'évolution de l'atmosphère à partir d'un état initial, connu par des mesures et par des calculs : le Centre national de recherches météorologiques précise et améliore les prévisions par une meilleure définition des conditions initiales.

Un modèle de prévisions météorologiques est un ensemble d'équations qui décrivent la physique de l'atmosphère et ses interactions avec le relief et la surface des océans. Dans le modèle *Arpège*, l'atmosphère est décrite par les valeurs de paramètres météorologiques (température, pression, vitesse du vent, hygrométrie...) aux intersections d'un maillage tridimensionnel. L'état de l'atmosphère est défini, à chaque instant, par les valeurs d'environ 20 millions de paramètres : c'est 100 à 200 fois plus que le nombre de mesures collectées par le réseau météorologique mondial.

On calcule les paramètres manquants par une opération nommée «assimilation» : en utilisant les lois physiques insérées dans le modèle, on recherche l'état de l'atmosphère qui se rapproche le plus des mesures et des résultats de la prévision la plus récente. Depuis mai 1997, la méthode utilisée est «l'assimilation variationnelle en trois dimensions» :



Pour prévoir le temps on calcule l'évolution de paramètres tels que températures, vitesses du vent ou pressions à partir des valeurs initiales sur un maillage de l'atmosphère.

l'interpolation n'est que spatiale. On divise la journée en quatre périodes de six heures, centrées sur 0, 6, 12 et 18 heures, et l'on suppose que l'état de l'atmosphère n'évolue pas pendant ces périodes : on fait comme si toutes les mesures relevées au cours d'un même intervalle de six heures l'avaient été instantanément au milieu de cet intervalle. On calcule alors l'état de l'atmosphère le plus vraisemblable à ce moment.

Une nouvelle méthode, l'assimilation variationnelle en quatre dimensions, prend en compte l'évolution de l'atmosphère en continu, par l'insertion dans le programme des mesures avec leur heure exacte de relevé (arrondie à l'heure près pour tenir compte des incertitudes). On recherche alors la «trajectoire temporelle» de l'état de l'atmosphère qui passe au plus près de toutes les valeurs mesurées dans l'intervalle de temps. La situation initiale ainsi calculée est plus proche de la réalité, et les extrapolations meilleures, particulièrement aux échéances de deux et trois jours.