

Biologie végétale

De l'engrais-champignon

La plupart des plantes forment une symbiose dite mycorhizienne à arbuscules avec des champignons (des mycorhizes) de l'ordre des Glomales. Ces derniers s'associent aux racines de la plante et favorisent leur apport en eau et en minéraux. Des biologistes et biochimistes français ont identifié et caractérisé des signaux moléculaires, nommés Myc, qui améliorent l'association mycorhizienne et la croissance des racines. Fabienne Maillat et ses collègues ont étudié les interactions du champignon *Glomus intraradices* avec des plantes. Ils ont isolé les facteurs Myc sécrétés par le champignon et déterminé leur structure chimique par spectrométrie de masse. Ce sont des lipochito-oligosaccharides qui, ajoutés à des cultures de légumineuses, d'Asteracées (l'œillet d'Inde) ou d'Apiacées (la carotte), stimulent la formation des mycorhizes et favorisent la croissance des racines des plantes ainsi que leur ramification. Les chercheurs espèrent utiliser ces facteurs, naturels et biodégradables, sur un large spectre de cultures pour améliorer leur apport nutritif et leur résistance à la sécheresse.

→ B. S.-L.

F. Maillat et al., *Nature*, vol. 469, pp. 58-64, 2011

Psychologie

Réduire son anxiété par écrit

Vous êtes anxieux avant un examen ? Écrivez-le : Gerardo Ramirez et Sian Beilock, de l'Université de Chicago, aux États-Unis, ont montré que le fait de mettre par écrit ses inquiétudes concernant un examen augmente les performances au-dit examen. Au laboratoire, les chercheurs ont fait passer un test de mathématiques à plusieurs dizaines d'élèves en classe de troisième, auxquels ils promettaient par exemple des récompenses monétaires en cas de réussite. Avant le test, certains élèves devaient exprimer par écrit pendant dix minutes leurs sentiments, d'autres écrivaient sur un tout autre sujet et une partie des élèves ne faisaient rien. Les élèves qui décrivaient leurs craintes de l'examen réussissaient mieux que tous les autres. Ces expériences ont été répétées en situation réelle dans un collège auprès de plus de 50 élèves, avant un examen important ; les résultats sont les mêmes, notamment pour les élèves qui se disaient particulièrement anxieux.

→ B. S.-L.

G. Ramirez et S. Beilock, *Science*, vol. 331, pp. 211-213, 14 janvier 2011

Biologie cellulaire

Cancer : des cataclysmes chromosomiques ?

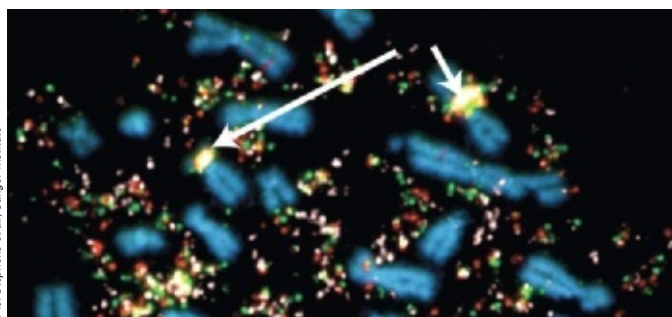
Certaines portions de chromosomes peuvent être pulvérisées en morceaux qui s'assemblent ensuite au hasard, entraînant des mutations cancéreuses, indique l'équipe de Peter Campbell, de l'Institut Wellcome Trust Sanger, en Angleterre. Ces chercheurs ont analysé le génome de dix patients leucémiques. Chez l'un d'eux, ils ont découvert 42 réarrangements, issus de cassures d'ADN, dans le bras long du chromosome 4. Et dans divers types de tumeurs issues de 3 000 personnes, ils ont trouvé, dans 2 à 3 pour cent des cas et jusque dans 25 pour cent des tumeurs osseuses, des dizaines de réarrangements concentrés dans quelques portions de chromosomes. Une des tumeurs colorectales analysées contenait ainsi 239 réarrangements dans un seul chromosome.

Selon P. Campbell et ses collègues, cela ne peut s'expliquer que par un événement cataclysmique unique : des dizaines de cassures d'ADN se produiraient simultanément lors d'une division cellulaire ; certains morceaux du chromosome seraient recollés par la machinerie de réparation de l'ADN en un patchwork n'ayant rien à voir avec l'original, créant des dizaines ou centaines de mutations dans des gènes. La plupart des cellules n'y survivraient pas, mais certaines acquerraient des mutations leur permettant de devenir cancéreuses.

Un tel cataclysme pourrait être provoqué par des radiations ionisantes ou par un dysfonctionnement au niveau des extrémités des chromosomes, les télomères.

→ J.-J. P.

Cell, vol. 144, pp. 27-40, 2011



P.J. Stephens et al., Sanger Institute

Dans certaines tumeurs du poumon à petites cellules, le chromosome 8 est dispersé. Une partie des fragments forment des minichromosomes où l'on peut détecter, grâce à des sondes fluorescentes spécifiques (flèches), l'expression d'un gène de cancérisation qui se trouve amplifié.

DERNIÈRE minute ...

DES VIRUS FLASHÉS AUX RAYONS X

Un consortium international de 20 équipes propose une nouvelle méthode d'imagerie de corpuscules biologiques à une résolution de quelques nanomètres. L'image s'obtient à partir des quelques millions de photons diffusés en soumettant l'échantillon à une impulsion d'un puissant laser à rayons X, le *Linac Coherent Light Source* de Stanford. L'impulsion est si brève (70 femtose-

condes) qu'elle n'a pas le temps d'endommager la particule avant l'acquisition de l'image. La démonstration a été faite sur des nanocristaux de complexes protéiques et sur des gros virus.

UN NOUVEAU VECTEUR DU PALUDISME

Michelle Riehle, de l'Institut Pasteur à Paris, et ses collègues ont découvert un nouveau sous-groupe de moustiques africains *Anopheles gam-*

biae. Vivant plutôt à l'extérieur des habitations, ces moustiques sont génétiquement distincts des autres. L'une des questions est : transmettent-ils plus le paludisme que ceux d'intérieur ?



Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE NOYAU DE LA LUNE

Les deux faces de la Lune n'ont pas la même apparence : celle que l'on voit présente de sombres bassins d'impact et celle qui est cachée en est dépourvue. Au moment de sa formation, une grande part de la Lune était en fusion et les roches qui la composent ont toutes cristallisé à partir d'un océan de magma. En réanalysant les données sismiques des missions *Apollo* des années 1960 et 1970 et des données plus récentes d'autres missions lunaires, les spécialistes ont montré que la croûte lunaire est plus épaisse sur la face cachée que sur la face visible. Ces deux phénomènes expliqueraient en partie leur dissemblance (voir *Les deux visages de la Lune*, *Pour la Science*, août 2008, <http://bit.ly/plsoer370>). Mais qu'en est-il des couches plus profondes de la Lune ? Les scientifiques ont analysé à nouveau les données d'*Apollo* avec une méthode traitant les enregistrements sismiques terrestres et ils ont obtenu des résultats concernant le noyau lunaire (*Science*, janvier 2011). À l'instar du noyau de la Terre, celui de la Lune aurait une graine solide interne et une couronne externe en fusion ; mais le noyau externe serait recouvert d'une épaisse couche partiellement fondue. Au total, le noyau de la Lune serait à 60 pour cent liquide. Ces nouveaux éléments sur



La face visible de la Lune présente de vastes « mers » sombres.

la composition lunaire devraient permettre de mieux comprendre sa formation et ses visages.

→ ARRÊTER LA FLORAISON

Beaucoup de plantes ne fleurissent qu'après avoir été soumises à une période de froid – une phase nommée vernalisation – et si le jour a une durée adaptée. Chez l'arabette des dames, la plante modèle des biologistes, les mécanismes de la floraison sont désormais connus : le froid diminue la quantité d'un inhibiteur de la floraison, nommé FLC, et la durée du jour engendre la production du florigène, la pro-

téine FT, qui migre des feuilles vers la pointe de la tige où la fleur apparaîtra (voir *Mais qu'est-ce qui fait fleurir les plantes ?*, *Pour la Science*, juillet 2009, <http://bit.ly/plsoer381>). Mais toutes les plantes ne fonctionnent pas comme l'arabette. Des chercheurs suédois et français ont découvert un mécanisme distinct chez la betterave à sucre (*Science*, décembre 2010), une plante bisannuelle qui produit un tubercule la première année et ne fleurit qu'après le passage de l'hiver. Cette plante possède deux gènes proches de FT : *BvFT1*, qui stimule la floraison comme chez l'arabette, et un autre, *BvFT2*, qui au contraire la bloque. Dans ce cas, le froid de l'hiver abaisse la quantité de protéine BvFT2, permettant ainsi à la plante de fleurir.

→ BÉBÉ D'HIVER OU D'ÉTÉ

L'horloge centrale ou circadienne, contrôlée par la lumière du jour, interagit avec d'autres horloges dans l'organisme et garantit des cycles d'éveil et de sommeil calés sur 24 heures. Elle se situe dans le cerveau, notamment dans les noyaux suprachiasmatiques (voir *Au rythme du jour et des saisons*, *Pour la Science*, novembre 2010, <http://bit.ly/plsoer397>). Mais la durée d'exposition à la lumière après la naissance modifie-t-elle l'activité de cette horloge ? En d'autres termes, les hommes nés en hiver ont-ils une horloge différente de ceux nés en été ? Des neurobiologistes américains ont montré que des souris soumises à une luminosité hivernale après leur naissance présentent à l'âge adulte des dysfonctionnements de leur horloge circadienne, comparées à celles soumises à une luminosité estivale néonatale (*Nature Neuroscience*, décembre 2010). Notamment, l'activité des neurones des noyaux suprachiasmatiques des souris nées en hiver ne s'adapte pas aux changements de luminosité des saisons... ce qui dérègle le rythme de leur sommeil. Reste à savoir si ces perturbations de l'horloge modifient aussi l'humeur ou le risque de développer des troubles anxieux, parfois liés au manque de lumière ou à l'hiver.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

→ ALZHEIMER : UNE MAUVAISE ÉLIMINATION DE PROTÉINES

La maladie d'Alzheimer se caractérise par la présence de plaques dites amyloïdes dans les neurones, et d'amas dits neurofibrillaires dans les ramifications des neurones. La maladie pourrait survenir quand la protéine bêta-amyloïde est produite en trop grande quantité ou sous forme d'une molécule prompte à s'agréger : les plaques se formeraient, altérant le fonctionnement des neurones, voire leur survie (voir *Pour oublier la maladie d'Alzheimer*, *Pour la Science*, août 2006, <http://bit.ly/plsoer346>). Des neurobiologistes de l'École de médecine à Saint-Louis, aux États-Unis, suggèrent que l'accumulation des plaques serait plutôt due à une diminution de l'élimination de la protéine (*Scienceexpress*, décembre 2010). Ils ont comparé la production cérébrale et la clairance – l'élimination – des protéines A bêta 40 et A bêta 42 (constitutives des plaques amyloïdes) chez 24 personnes de plus de 60 ans, dont 12 souffraient de la maladie. Pour ce faire, ils ont injecté un métabolite radioactif aux participants et leur ont prélevé du liquide céphalo-rachidien pendant deux jours pour doser les protéines. Que les participants soient malades ou non, la quantité de protéines bêta-amyloïde produite est la même ; en revanche, la clairance des malades est 30 pour cent plus faible que celle des personnes saines.



Vous recherchez pour votre enfant des vacances originales, enrichissantes et sûres ? Des "colonies de vacances" vraiment différentes, sur une multitude de thèmes passionnants ? Ou des séjours linguistiques efficaces et ludiques ? Ou encore des séjours sportifs à teneur garantie en imaginaire et en découverte ? Votre solution a un nom : Telligo, leader des vacances à thèmes pour les 4-18 ans...

Nos 3 points forts

1. Des contenus enrichissants

Tous nos séjours – qu'ils soient scientifiques, artistiques, sportifs, linguistiques... – sont construits autour de sujets passionnants. Si vous recherchez pour votre enfant des vacances intelligentes avec des jeunes qui lui ressemblent, vous aurez l'embarras du choix parmi nos 122 thèmes différents (dont 22 nouveautés), proposés à près de 350 dates, dans 20 pays différents répartis sur tous les continents.

2. Tous les ingrédients des vacances

L'après-midi est – le plus souvent – consacré à la détente. Le grand jeu de milieu de séjour permet aux animateurs de dévoiler tous les talents, et aux enfants de lâcher la bride à leur imaginaire. Enfin, chaque soir, une veillée toujours différente ponctue la journée. C'est cet équilibre subtil entre détente et ateliers qui fait des séjours Telligo de vraies vacances !

3. Objectif : votre tranquillité d'esprit

Un taux d'encadrement d'1 animateur pour 5 à 8 jeunes selon l'âge et la gamme de séjours, des procédures très rigoureuses (notamment en matière d'activités sportives, de recrutement, d'hygiène de vie...), des nouvelles quotidiennes sur le web (sauf sur les séjours "Primo" et certains séjours à l'étranger), etc. : notre Charte de qualité et de sécurité garantissent la fiabilité de nos prestations. Nous vous garantissons aussi des tarifs, fermes et définitifs, même, pour les séjours à l'étranger, en cas de variation du cours des devises ou de hausse des taxes d'aéroport.

3 moyens pour recevoir nos catalogues :

- Tél. : 01 46 12 18 50 (lun.-ven. de 9h à 18h30, sam. de 9h à 13h)
- WEB : www.telligo.fr

- Renvoyez le coupon ci-contre (ou recopiez-le) à :

Telligo - 1 rue de l'Égalité 92227 BAGNEUX CEDEX

Telligo - SASU au capital de 1 440 000 €
RCS Nanterre S22 047 899 - APE : 7911Z
Immatriation N° 80292100023 auprès du Registre
des Opérateurs de Voyages et de Séjours
Assurance RC professionnelle HSCOR N°75 833

Je souhaite recevoir le catalogue des séjours été et Toussaint 2009

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Année (s) de naissance du (ou des) jeunes (s) : _____

POINT DE VUE

Il faut sauver la métallurgie !

Alors qu'elle est étroitement liée aux industries classiques et de pointe, la métallurgie française est en déclin. Un sursaut de son enseignement et de la recherche s'impose.

Yves BRÉCHET

Pourquoi se préoccuper de la métallurgie, parfois perçue comme une science du passé, une industrie d'un temps révolu, un héritage encombrant des maîtres de forges ? Pourquoi s'inquiéter de la désaffection des étudiants, des ingénieurs et des chercheurs pour ce domaine ? Certainement pas par nostalgie : comme l'illustre le récent rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, l'avenir industriel de la France en dépend en grande partie, et cette discipline est tout sauf archaïque.

Le rôle central de la métallurgie dans de nombreux secteurs industriels est évident. En France, ce domaine est associé à 1,8 million d'emplois, dont 500 000 directs. Les progrès du secteur automobile, de l'industrie nucléaire, de l'aéronautique, de la pétrochimie sont tributaires d'une meilleure maîtrise des matériaux métalliques. La diminution des émissions de gaz à effet de serre passe par l'allègement des véhicules, par l'augmentation de la température de fonctionnement des moteurs, par le développement d'un nucléaire durable.

Le recyclage des métaux, la sécurité dans les transports, le développement de prothèses orthopédiques et autres dispositifs médicaux implantés font tous aussi appel au métallurgiste. Même la miniaturisation des circuits intégrés, bien avant de rencontrer le « mur quantique », se heurtera à des problèmes métallurgiques, notamment l'endommagement des connexions.

Ce vaste secteur est ainsi stratégique pour notre pays, en termes d'activité indus-

trielle, d'exportations, d'emplois. Or il souffre d'asthénie : les étudiants le boudent, les professeurs s'en éloignent et nombre de laboratoires concernés maigrissent (une division par trois en 15 ans au CEA ou à l'ONERA) ou disparaissent. Les grandes écoles les plus prestigieuses, de même que les universités, ont abandonné leurs enseignements en métallurgie.

La désaffection des étudiants pour cette voie est exacerbée par une image historique faussée, par l'éloignement vis-à-vis des sciences et des technologies, par la désindustrialisation de notre pays et par l'absence de grands projets industriels mobilisateurs.

IL EST URGENT DE RÉINSTALLER, dans les universités et les grandes écoles, des formations de métallurgie.

La métallurgie est pourtant un champ scientifique et technique en plein renouvellement. Elle est au confluent de diverses disciplines (mécanique, physique et chimie), à la frontière entre recherche fondamentale et recherche appliquée. C'est un domaine où les besoins industriels suscitent des études fondamentales qui, à leur tour, ouvrent la voie à de nouvelles applications.

L'étude expérimentale bénéficie désormais de grands instruments (rayonnement synchrotron, réacteurs à neutrons...) et de nouvelles techniques (microscopie à champ proche, sonde tomographique à résolution atomique, techniques de corrélation d'images...). Quant à la modélisation, elle associe simulations numériques intensives

et élaboration de modèles théoriques à la fois pertinents et suffisamment simples pour être éclairants. Quelle est la finalité de ces études ? Entre autres, comprendre les liens entre la microstructure des matériaux métalliques, les traitements qu'on leur fait subir et leurs propriétés à l'échelle macroscopique. Cette compréhension, encore loin d'être satisfaisante, est essentielle pour évoluer vers la conception « sur mesure » de nouveaux métaux.

La métallurgie est étroitement liée à l'étude de la matière condensée. Elle est une science du changement d'échelle. Pour comprendre comment l'histoire thermomécanique d'un alliage conditionne sa microstructure et ses propriétés, il faut parcourir dans le temps plus de 15 ordres de grandeur (de la vibration des atomes aux durées de traitement thermique), et dans l'espace aller du nanomètre au mètre. Ces changements d'échelle dans l'organisation des atomes ou dans la dynamique des défauts posent des questions fondamentales de thermodynamique, de physique statistique, de mécanique.

Soulignons aussi que la métallurgie porte sur des systèmes maintenus loin de l'équilibre thermodynamique, là où toute la richesse de la physique non linéaire se manifeste. Et régulièrement, la physique fondamentale rencontre la métallurgie, qu'il s'agisse des phénomènes de solidification et plus généralement des changements de phase, de la chimie des surfaces, de la plasticité et de la rupture, du rôle joué par les défauts, des propriétés électroniques ou magnétiques, etc.

En science des matériaux, dont elle est par ailleurs le socle historique, la métallur-

gie joue ainsi un rôle clef : terrain d'expérimentation pour les nouvelles méthodes et les nouveaux concepts, corpus expérimental bien maîtrisé pour tester la validité des modèles. Négliger cette compétence aurait pour conséquence non seulement le déclin d'une part majeure de notre industrie, mais aussi de nous priver des outils nécessaires pour inventer celle de demain. Cela alors que des pays tels que la Chine, l'Inde – ou le Japon, qui développe des aciers et alliages pour la génération IV des réacteurs électro-nucléaires –, montent en puissance.

Comment enrayer le déclin français ? L'enseignement et la recherche ont un rôle essentiel à jouer. Un atout majeur de la métallurgie dans notre pays est la liaison étroite des chercheurs du domaine avec le monde industriel. Il reste encore quelques équipes de très bon niveau, reconnues internatio-

nalement, à partir desquelles peut se reconstruire un tissu performant de chercheurs. Il est urgent de réinstaller, dans les universités et les grandes écoles, des formations de métallurgie en tant que discipline constitutive du cursus d'un ingénieur.

Une fois ce besoin affiché, il faut se donner les moyens d'y répondre : recrutement d'enseignants-chercheurs, mise en place d'un système de « formation des formateurs ». L'enseignement devra aussi s'appuyer sur des contacts étroits avec le monde industriel : création de chaires industrielles, accueil à temps partiel de chercheurs de l'industrie, ouverture vers les petites et moyennes entreprises ou industries... Et des « pôles d'excellence » associant le monde académique, les grands instituts et le monde industriel sont à identifier, les actions faisant l'objet d'appels d'offres spé-

cifiques dans les organismes financeurs de la recherche.

Le temps presse. Si la métallurgie de notre pays disparaît, la physique de la matière condensée y serait grandement appauvrie. Et, du point de vue des applications, ce que la métallurgie rend possible deviendra impossible à ceux qui l'auront abandonnée. ■

Yves BRÉCHET, membre de l'Académie des sciences et de l'Institut universitaire de France, est professeur à l'Institut national polytechnique de Grenoble.

Sous la direction de A. Pineau et Y. Quéré, *La métallurgie, science et ingénierie*, Rapport sur la science et la technologie n° 31 de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, EDP Sciences, 2011.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

ÉCONOMIE

L'immolation du petit vendeur...

... a déclenché la chute de Ben Ali. Cet « effet papillon », qui résulte des conditions de vie désespérantes (chômage et prix accrus), peut en annoncer d'autres.

Ivar EKELAND

Vous rappelez-vous de la théorie du chaos ? L'histoire du papillon qui, par un battement d'ailes, déclenche un cyclone dans les Antilles quelques mois plus tard ? On peut dorénavant la remplacer par l'histoire du petit vendeur à la sauvette de Sidi-Bouزيد dont le suicide provoque la chute de Ben Ali en Tunisie, peut-être celle de Moubarak en Égypte, sans que l'on sache où s'arrêtera la cascade des dominos. Ce qui n'aurait dû être qu'un incident de police banal et vite oublié dans une ville de province risque d'entraîner la libération des peuples arabes et de bouleverser l'équilibre géopolitique de la planète.

En fait, l'histoire du papillon est plutôt une fable. Il est vrai qu'à l'échelle du batte-

ment d'ailes, les courants d'air peuvent être chaotiques, c'est-à-dire croître exponentiellement, mais ce qui se passe quand ils grandissent en intensité et interfèrent est



beaucoup moins clair. Après tout, s'il n'y avait pas de papillons, il y aurait quand même des cyclones dans les Antilles. Ce que dit la fable, c'est que si l'on considère un cyclone donné, Katrina par exemple, qui a dévasté la Nouvelle-Orléans, il est impossible de lui assigner une cause digne de l'ampleur de la catastrophe : à chaque instant naissent dans le golfe du Mexique de petites perturbations qui ont vocation à devenir des cyclones dévastateurs, mais à l'échelle de nos observations, il est impossible de prévoir lesquelles y arriveront. En revanche, si l'on considère le phénomène cyclonique dans son ensemble, il est assez bien compris et bénéficie d'une certaine régularité. Les causes et les saisons varient suivant

les régions ; dans le golfe du Mexique, par exemple, la saison s'étend de juin à septembre. En janvier, tous les papillons du monde peuvent se donner la main, personne ne s'en apercevra. En revanche, l'histoire du petit vendeur de Sidi-Bouazid, elle, est vraie. S'il ne s'était pas donné la mort, Ben Ali serait toujours au pouvoir et je ne serais pas suspendu à Internet pour savoir ce qui se passe en Égypte. Toutefois, comme en météorologie, il y a des causes profondes, qui ne déterminent pas certains événements, mais qui les rendent possibles ou probables.

La première de ces causes est le chômage des jeunes. Dans tout le Maghreb, pour la tranche d'âge de 15 à 29 ans, ce taux est de l'ordre de 30 pour cent. Il est plus élevé chez les instruits : contrairement à ce qui se passe dans les pays développés, vous avez plus de chance de trouver un travail si vous n'avez pas de diplôme que si vous en avez un. Cela reflète la mauvaise qualité des emplois disponibles, la plupart se situant dans des services mal rémunérés, dans le tourisme

notamment, ou dans l'économie informelle. On imagine aisément les frustrations de jeunes gens éduqués, informés de ce qui se passe ailleurs grâce à Internet, et qui n'obtiennent dans leur pays ni pouvoir ni avenir.

À ce facteur, à l'œuvre depuis longtemps, s'est ajoutée cette année la flambée des prix des matières premières. En un an, entre décembre 2009 et décembre 2010, les prix du maïs, du café et du blé ont augmenté de 50 pour cent. Les prix retrouvent leur niveau de 2008, l'année où les émeutes de la faim avaient éclaté au Maroc et en Égypte, ainsi qu'en Indonésie, aux Philippines, à Haïti, et dans beaucoup de pays d'Afrique. On imagine l'effet de ces augmentations sur des populations dont le revenu se situe au minimum de subsistance. Rappelons que l'Égypte, avec 80 millions d'habitants, doit importer la moitié de sa consommation de blé, et subventionne largement les prix intérieurs.

La hausse des produits agricoles n'est pas limitée aux seuls produits d'alimentation : le coton est en tête de liste, avec

120 pour cent d'augmentation, suivi par le caoutchouc, avec 80 pour cent. La question, comme toujours, est de trouver le responsable de ces hausses : s'agit-il d'un déséquilibre entre l'offre et la demande, ou d'un effet de la spéculation financière ? La confiance n'étant pas revenue sur les marchés d'actions ou d'obligations, l'argent qui cherche à se placer se serait reporté sur les marchés de matières premières.

Les discussions font rage entre les spécialistes. Personnellement, je pencherai plutôt pour la première solution. En raison des conditions climatiques, la récolte a été moins abondante que prévu partout dans le monde, dans un contexte de croissance de la demande, la Chine et l'Inde changeant leurs habitudes alimentaires, et de la population. Cette année, la planète franchira le cap des sept milliards d'habitants. On en était à six milliards en 1999, voilà 12 ans. Cela s'appelle une croissance exponentielle. ■

Ivar EKELAND est professeur d'économie.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les plantes, des épurateurs de l'air intérieur ?

Pour dépolluer locaux et appartements, les plantes n'ont pas encore fait leurs preuves.

Damien CUNY

Nous passons près de 90 pour cent de notre temps dans des locaux fermés. Or l'air de ces environnements contient divers polluants en concentration d'autant plus élevée que ces locaux sont calfeutrés. Comment lutter contre cette pollution intérieure ? Certains ont proposé d'utiliser des épurateurs végétaux. Voyons en quoi consiste cette méthode de purification de l'air et dans quelle mesure elle peut être efficace.

Les polluants présents dans les habitations sont issus des combustions, des

matériaux d'ameublement ou de construction qui relarguent plus ou moins longtemps des composés volatils utilisés lors de leur fabrication, tel le formaldéhyde, auxquels s'ajoutent des molécules contenues dans la fumée de cigarette (goudrons, aldéhydes, phénols, etc.), des produits d'entretien et de bricolage (le benzène par exemple), etc.

Ces polluants ont des effets à court et à long terme sur la santé, tels qu'irritations des muqueuses, troubles respiratoires, voire cancers, même si l'on ignore souvent quelles sont les doses toxiques et s'il existe des

seuils de toxicité. Les autorités sanitaires, puis le grand public en ont pris conscience : par exemple, l'air intérieur fait l'objet de plusieurs mesures phares du deuxième Programme national santé environnement. Les solutions consistent d'abord à maîtriser les sources de polluants et à aérer régulièrement les lieux pour renouveler l'air. Que peuvent apporter de plus les végétaux ?

Dans les années 1980, les agences spatiales américaine et soviétique ont cherché à utiliser des plantes pour épurer l'air de véhicules spatiaux et de stations orbi-