

Refroidissement terrestre

En étudiant des sédiments prélevés au large de la Grande-Bretagne, des géologues de l'Observatoire Lamont-Doherty ont trouvé, régulièrement espacées, des couches de particules rocheuses microscopiques provenant du Groenland et du verre issu des volcans d'Islande : tous les 1 500 ans environ, les eaux charriant des icebergs descendent vers le Sud, jusqu'en Grande-Bretagne. Les eaux polaires pénètrent alors dans l'océan Atlantique Nord chaud, modifiant la circulation globale des océans. Les températures restent basses pendant quelques siècles et remontent aussi vite qu'elles étaient descendues.

Export nucléaire

Les protéines sont synthétisées dans le cytoplasme, mais quelques-unes sont requises dans le noyau des cellules, par exemple pour l'activation de certains gènes. On connaissait des récepteurs qui assurent l'entrée des protéines dans le noyau, mais on ne savait pas comment elles en sortent. Trois équipes dont celle de Catherine Dargemont, à l'Institut Curie, ont trouvé la «navette» qui assure le transport des protéines dans le noyau et leur sortie par l'intermédiaire de pores nucléaires. Après avoir relargué dans le cytoplasme la protéine véhiculée, la navette est recyclée, mais une question se pose : qui assure le transport de la navette elle-même dans le noyau ?

Tectonique martienne

Les planétologues ayant analysé les résultats de la sonde Mars *Pathfinder* ont trouvé tant de ressemblances entre les roches martiennes et les roches terrestres qu'ils supposent qu'un processus tectonique a aussi façonné la planète. La sonde a trouvé de la silice, laquelle est, sur la Terre, produite par le recyclage des roches dans le manteau ; on pensait que la planète, plus petite que la Terre, s'était refroidie si vite que la tectonique n'aurait pas eu le temps de

redistribuer les matériaux à l'intérieur de la planète : il n'en est rien. Ajoutée à la découverte de traces d'eau, les planétologues ont conclu que le climat de Mars avait été bien plus chaud et plus humide qu'on ne le croyait.

d'optimiser la pollinisation par la mauvaise herbe.

Pour suivre plus aisément les transferts de gènes, les agronomes ont introduit dans le génome du colza le gène *bar*, conférant une résistance à un herbicide total, le *Basta*. L'enzyme codée par ce gène est naturellement synthétisée par un micro-organisme du sol qui dégrade cet herbicide. En introduisant ce gène dans le génome des plantes, on les rend résistantes (grâce à l'enzyme de dégradation qu'elles produisent alors «naturellement», les plantes restent insensibles à l'herbicide).

Dans l'expérience, les plants de colza pollinisés par des ravenelles ont donné des graines hybrides. Ces graines ont été replantées près de ravenelles, et ainsi de suite à plusieurs reprises. Pour sélectionner les graines qui contenaient une partie du génome du colza (dont le gène *bar*), les biologistes épandaient un peu de *Basta* détruisant les plantules sensibles. Progressivement, on obtient des plantes qui ont l'aspect de la ravenelle, mais qui expriment aussi des gènes du colza, notamment le gène *bar* : ce gène est encore exprimé à la quatrième génération dans près d'un quart des hybrides. Ainsi, des gènes sont transmis spontanément entre des plants de colza et de ravenelle poussant à proximité, et ils restent présents pendant plusieurs générations.

Dès lors, peut-on cultiver sans risque des plantes transgéniques contenant un gène de résistance à un herbicide ? Pour Louis-Marie Houdebine, de l'INRA de Jouy-en-Josas, «la mise en culture d'un colza résistant ne respecte pas le principe élémentaire de précaution. La diffusion du transgène est inévitable, et cet enjeu économique, qui n'est pas essentiel, ne vaut pas de courir le risque de donner à une mauvaise herbe un avantage sélectif, peut-être incontrôlable à longue échéance.» Selon Francine Casse, de l'Université de Montpellier II, le risque nul n'existe pas, mais parce que l'on pourrait utiliser des herbicides plus spécifiques, et réduire les quantités épandues, certaines plantes résistant à un herbicide, choisies avec discernement, représenteraient un progrès pour l'environnement.

Pour Jean-Pierre Prunier, à la Direction scientifique des productions végétales de l'INRA, le gène de résistance à cet herbicide sera transmis à d'autres plantes sauvages, mais les conséquences ne seront pas insurmontables puisqu'il suffira d'utiliser un herbicide différent pour détruire les plantes résistant au *Basta*.



Jacana/Rudolf König

Le colza transgénique ne sera sans doute pas parmi les premières plantes génétiquement modifiées à être cultivées.

Selon lui, le principal inconvénient de l'utilisation éventuelle de colza transgénique résistant à un herbicide ne relève pas tant de la production d'hybrides interspécifiques tolérants que de la repousse ultérieure de colza transgénique : les graines tombées sur le sol restent à l'état dormant, en terre, durant plusieurs années. Or, on cultive de plus en plus des variétés de colza à usage spécifique, certains destinés à l'alimentation humaine (avec l'huile tirée des graines), d'autres à l'alimentation animale, d'autres encore à la production de lubrifiants ou de biocarburants. Les repousses d'anciennes plantations (transgéniques ou non) risquent de «polluer» la production : les graines dormantes d'un colza destiné à la production de lubrifiant risqueront un jour de repousser au milieu d'un champ destiné à l'alimentation humaine !

Les arguments d'Axel Kahn, qui a présidé la Commission de génie biomoléculaire vont dans le même sens : «Les principales difficultés tiennent à la dormance des graines et à la gestion des jachères, au fait que le colza est lui-même une mauvaise herbe pour certaines cultures, et à l'échange possible de pollen, même à grande distance. Au contraire, pour le maïs, il n'y a aucun risque de transmission d'un transgène, car cette plante n'a pas d'homologue sauvage en Europe. L'intérêt de cultiver un maïs résistant aux herbicides est réel. De même, en ce qui concerne la betterave, il y a un avantage notable à la rendre résistante, car on diminuerait la quantité de désherbant utilisé. Des gènes passent de la betterave sucrière vers la betterave sauvage, mais seule cette dernière fleurit la première année, ce qui permet son élimination sélective. En revanche, le tournesol présente les mêmes risques que le colza. Pour ces deux espèces, il convient de surseoir et de réfléchir encore.»

Marie-Thérèse LANDOUSY



Les fractions égyptiennes

Comment partager un entier entre un grand nombre de récipiendaires.

Il y a 3 500 ans, le scribe égyptien Ahmes indiquait sur le papyrus de Rhind comment on pouvait écrire une fraction sous la forme d'une somme de fractions de numérateur unité. Ainsi, $2/17$ est égal à la somme de trois fractions dénommées depuis «égyptiennes» : $1/12 + 1/51 + 1/68$. Deux mathématiciens, Greg Martin et Ernest Croot, ont étudié comment exprimer un entier sous la forme du plus grand nombre possible de fractions égyptiennes différentes. Le résultat pour 2 est indiqué sur la figure. Ainsi deux tartes peuvent être divisées en 366 parts, toutes inégales.

$$2 = \frac{1}{13} + \frac{1}{19} + \frac{1}{23} + \frac{1}{27} + \frac{1}{29} + \frac{1}{32} + \frac{1}{34} + \frac{1}{35} + \frac{1}{36} + \frac{1}{38} + \frac{1}{39} + \frac{1}{40} + \frac{1}{42} + \frac{1}{44} + \frac{1}{45} + \frac{1}{46} + \frac{1}{49} + \frac{1}{50} + \frac{1}{51} + \frac{1}{52} + \frac{1}{55} + \frac{1}{56} + \frac{1}{57} + \frac{1}{58} + \frac{1}{60} + \frac{1}{62} + \frac{1}{63} + \frac{1}{64} + \frac{1}{65} + \frac{1}{66} + \frac{1}{68} + \frac{1}{69} + \frac{1}{70} + \frac{1}{72} + \frac{1}{75} + \frac{1}{76} + \frac{1}{77} + \frac{1}{78} + \frac{1}{80} + \frac{1}{81} + \frac{1}{84} + \frac{1}{85} + \frac{1}{87} + \frac{1}{90} + \frac{1}{91} + \frac{1}{92} + \frac{1}{93} + \frac{1}{95} + \frac{1}{98} + \frac{1}{99} + \frac{1}{102} + \frac{1}{104} + \frac{1}{105} + \frac{1}{108} + \frac{1}{110} + \frac{1}{112} + \dots$$

$$+ \dots \frac{1}{870} + \frac{1}{874} + \frac{1}{875} + \frac{1}{880} + \frac{1}{882} + \frac{1}{884} + \frac{1}{891} + \frac{1}{896} + \frac{1}{897} + \frac{1}{899} + \frac{1}{900} + \frac{1}{910} + \frac{1}{912} + \frac{1}{918} + \frac{1}{920} + \frac{1}{924} + \frac{1}{928} + \frac{1}{930} + \frac{1}{931} + \frac{1}{935} + \frac{1}{936} + \frac{1}{945} + \frac{1}{950} + \frac{1}{952} + \frac{1}{957} + \frac{1}{960} + \frac{1}{952} + \frac{1}{957} + \frac{1}{960} + \frac{1}{966} + \frac{1}{969} + \frac{1}{975} + \frac{1}{980} + \frac{1}{986} + \frac{1}{988} + \frac{1}{990} + \frac{1}{992}$$

NOMBRE DE CHIFFRES : 366

La somme de n fractions égyptiennes consécutives, $1/1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + \dots + 1/n$ est supérieure à n importe quel nombre, pourvu que n soit suffisamment grand, car la série est divergente. Toutefois, cette somme augmente très lentement, et la somme $1/1 + 1/2 + \dots + 1/1000$ est égale à 7,5 ; ainsi il serait impossible d'écrire le nombre 8 avec cette somme. Cela ne signifie pas que tous les entiers de 1 à 7 puissent être représentés par une somme de fractions égyptiennes différentes, de dénominateur inférieur à

1 000, car il faut choisir les termes de façon qu'après réduction au même dénominateur, le numérateur soit le multiple désiré du dénominateur. Ce fait d'armes est l'œuvre de Greg Martin. La question suivante est : quel est le nombre maximal de fractions égyptiennes de dénominateur inférieur à n ayant pour somme un entier ? La réponse est environ $0,3 n$. Si l'on voulait partager deux parts de tartes entre un million de personnes, une personne, probablement la dernière servie, n'aurait qu'un trois millionième de tarte...

MIRACL, le laser destructeur de satellites

La guerre des étoiles est-elle relancée ?

Le 25 octobre 1997, le Département de la défense américain tirait sur l'un de ses satellites avec un puissant laser : la volonté des militaires a été plus forte que la crainte des conséquences politiques. Depuis quelques semaines, un débat portait sur l'opportunité de l'essai d'une arme anti-satellite. Si certains craignent que cet essai ne marque le départ d'une course aux armements laser, d'autres considèrent, au contraire, ce type de laser comme une protection contre les satellites espions commerciaux qui pourraient être loués par des pays malveillants.

En France, les militaires interdisent aux civils la prise d'images spatiales dont la résolution au sol (la taille des plus petits détails que l'on peut distinguer) est inférieure à dix mètres. Avec l'envoi de satellites commerciaux dont la résolution est inférieure à cinq mètres, les militaires craignent que cet avantage stratégique ne soit utilisé à des fins hostiles. Dans les années 1980, aux États-Unis, le projet de la guerre des étoiles visait à construire des armes qui détruiraient les satellites ennemis ou les missiles nucléaires. Privé de cré-

aits, il restait de ce programme quelques éléments, dont le laser chimique de grande puissance susceptible de détruire les satellites.

Comment concentrer de l'énergie à plusieurs centaines de kilomètres d'altitude ? Qui dit concentration d'énergie dit laser, mais pour obtenir une

émission continue de grande énergie, la seule solution est le laser chimique, où l'énergie est stockée sous forme de combustibles chimiques. L'obtention d'une puissance équivalente avec des lasers à gaz nécessiterait l'utilisation permanente d'une importante centrale nucléaire.



À l'aide d'un télescope de trois mètres de diamètre, les militaires pointent le laser MIRACL sur un satellite situé à plusieurs centaines de kilomètres d'altitude.