

Biologie végétale

Redonner du goût aux tomates

Les sélections et croisements successifs des variétés de tomates se sont accompagnés d'une perte de saveur. L'équipe de Harry Klee, de l'université de Floride, et Sanwen Huang, de l'académie chinoise des sciences agricoles, à Shenzhen, a entrepris une vaste étude pour mettre en évidence différents facteurs en jeu dans la saveur de ce fruit et esquisser des solutions.

À l'aide d'un panel de consommateurs, les chercheurs ont identifié 33 composés qui contribuent à une saveur appréciée. En comparant des variétés modernes et anciennes, ils ont montré que les concentrations de 13 composés volatils associés à la saveur sont réduites dans les variétés modernes. Un séquençage génétique sur près de 400 variétés a permis d'identifier des allèles moins efficaces dans la production de ces composés. De quoi aider à l'amélioration de ce fruit-légume abondamment consommé.

S. B.

D. Tieman et al., Science, vol. 355, pp. 391-394, 2017

Éthologie

Des fourmis bien orientées

Les fourmis ont un système de navigation interne qui leur permet de toujours savoir dans quelle direction et à quelle distance se situe leur nid. Ce système intègre diverses informations telles que la position du Soleil, leur nombre de pas, etc. La mémoire visuelle joue un rôle crucial, mais on la pensait égocentrique. En d'autres termes, on croyait que pour reconnaître la route qui mène à son nid, une fourmi devait toujours l'aborder avec la même orientation. Mais une équipe menée par Antoine Wystrach, de l'université Paul-Sabatier à Toulouse, en collaboration avec l'université d'Édimbourg, a montré que ces insectes se repèrent dans l'espace quelle que soit l'orientation de leur corps.

Ces chercheurs ont mis à l'épreuve cette capacité à s'orienter dans différentes expériences. Ainsi, des fourmis, «égérées» par les chercheurs ou forcées à rentrer en reculant, usent de différentes stratégies pour retrouver leur trajectoire: explorer les environs pour retrouver des éléments de leur mémoire visuelle, s'appuyer sur des repères dans le ciel. À partir de ce moment, elles sont capables de reconfigurer leur système de navigation pour rentrer, même en marche arrière!

Paco Nérin

L. Schwarz et al., Current Biology, en ligne le 19 janvier 2017

Chimie

Les secrets du gumtion révélés

Au XIX^e siècle, les grands peintres britanniques, tel William Turner, ont adopté certaines innovations techniques. Ils ont, par exemple, utilisé un gel conçu par des chimistes qui donne à la peinture à l'huile des propriétés de structure et de séchage exceptionnelles. Laurence de Viguerie, de l'université Pierre-et-Marie-Curie, et son équipe ont étudié ce matériau, nommé gumtion.

Les chercheurs ont reproduit des gumtions à la façon des maîtres de 1828 à 1839. D'après les recettes historiques, ce gel contient trois ingrédients principaux: du plomb (sous forme de diacétate ou d'oxyde), du mastic (résine de *Pistacia lentiscus*, un arbuste méditerranéen) et une huile végétale siccative (qui sèche en durcissant). Ces préparations présentent des propriétés mécaniques intéressantes, mais c'est lorsqu'on les mélange avec la peinture à l'huile qu'on obtient

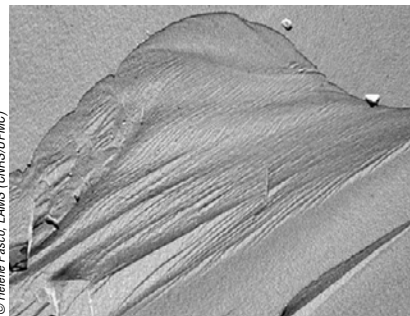
un matériau exceptionnel: un gel très élastique qui conserve sa forme lorsqu'on l'applique sur un support. Le peintre peut alors jouer avec des effets de textures, produire des reliefs par « empâttement », ce qui était particulièrement laborieux sans gumtion, la peinture étant trop fluide.

Les chercheurs ont montré comment une suite de processus chimiques, amorcés par le diacétate de plomb, conduisent à une réticulation du matériau, c'est-à-dire la formation de multiples liaisons entre les chaînes polymériques, qui confère au mélange sa structure gélifiée.

Ce type de médium est encore commercialisé sous l'appellation « médium gel ». Sa composition est proche des recettes du XIX^e siècle, mais le plomb a été remplacé par d'autres métaux, supposés moins toxiques.

Martin Tiano

Angew. Chem. Int. Ed., vol. 56(6), pp. 1619-1623, 2017



© Hélène Pasco, LAMS (CNRS/LIPM)



Le gel, vu au microscope électronique (à gauche). Sa structure lui permet de garder du volume (en blanc, à droite). Ainsi, une goutte de peinture-gel ne s'étaie pas, contrairement à la peinture seule.

Les parasites du loup allemand

En Allemagne, le nombre d'espèces de parasites par individu a crû chez les loups depuis 2000, c'est-à-dire depuis leur arrivée dans les confins allemands et polonais en provenance des pays baltes. Ines Lesniak, de l'institut Leibniz à Berlin, l'a constaté en disséquant au fil des ans 53 cadavres de loups adultes. Cela traduit le fait que la population germano-polonaise de loups a acquis la diversité des parasites des cervidés, animaux qu'elle chasse dans les forêts où elle s'est installée.

Des voyelles chez les babouins

Chez l'homme, le larynx est en position basse, et on a longtemps pensé que c'était la clé de ses facultés vocales sophistiquées – et donc de son langage. Mais l'équipe de Joël Fagot, du CNRS, vient de remettre en cause cette idée en montrant que les babouins, dont le larynx est haut,

produisent au moins cinq sons comparables à des voyelles. Les premiers protolangages sont donc peut-être apparus bien plus tôt qu'on ne le pensait, puisque notre dernier ancêtre commun avec ces singes, qui vivait il y a 25 millions d'années, avait probablement déjà les capacités articulatoires nécessaires.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

POINT DE VUE

Les brevets sur les plantes mettent en danger le modèle agricole européen

Si l'Europe décide que les plantes issues des nouvelles biotechnologies ne sont pas des OGM, elle va ouvrir grand ses marchés aux plantes brevetées, favorisant la concentration des industries semencières et les monocultures intensives.

Frédéric THOMAS

Il y a une dizaine d'années, la Commission européenne a nommé un groupe d'experts chargé d'évaluer si les plantes issues d'une nouvelle génération de biotechnologies sont des organismes génétiquement modifiés (OGM) et s'il faut donc encadrer leur mise sur le marché comme telles. Depuis, d'autres techniques, telle CRISPR-Cas, ont rejoint cette nouvelle génération [voir l'encadré page 16], mais la question, elle, n'est toujours pas tranchée.

Derrière ce débat très technique pointe un enjeu social, économique et culturel de taille : sommes-nous prêts à ouvrir nos marchés sans aucun garde-fou aux plantes issues de ces nouvelles technologies qui seront, comme les OGM, des plantes protégées par brevet, produisant les mêmes effets de concentration des marchés et de renforcement des systèmes de monoculture ?

Dans l'état actuel des débats, l'Europe devrait reconnaître que la plupart des plantes issues de ces nouvelles biotechnologies sont des OGM, mais en plaçant ces techniques à l'annexe 1B de la directive européenne 2001/18/CE. Ces plantes seraient ainsi exclues du champ d'application de la directive et seraient mises sur le marché non seulement sans aucune évaluation de leurs risques pour l'environnement et la santé humaine, mais aussi sans aucune régulation juridique. Si l'Europe et la France poursuivent dans cette direction, les plantes protégées par brevets vont déferler

sur nos marchés. Et le système de protection intellectuelle jusqu'ici préféré – l'UPOV, l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales – va vite devenir obsolète. Autant de mauvaises nouvelles tant pour la diversité de nos systèmes d'innovation que pour l'accès aux ressources génétiques, la diversité des types de variétés cultivées et la diversité de nos systèmes agraires et alimentaires européens.

Que connaît-on déjà des effets des plantes brevetées sur l'économie des semences ? L'amélioration des plantes a longtemps été un secteur économique très peu concentré avec des petits marchés segmentés, occupés par de nombreuses petites et moyennes entreprises (PME) développant de multiples formes de partenariats avec les instituts de recherche publique et mettant sur le marché

Les traits protégés par des brevets ont vocation à conquérir des marchés de dimension mondiale

des types variétaux relativement diversifiés. Il en a résulté un maintien de la pluralité des systèmes d'innovation et, par conséquent, une relative diversité des variétés proposées sur des marchés de taille moyenne correspondant aux différentes unités agroécologiques et climatiques de chaque pays, de chaque région...

L'arrivée des OGM brevetés a bouleversé cette structuration, car les brevets sont de formidables instruments de concentration. En 2013, une étude du Commissariat général à la stratégie et à la prospective en France a montré que seulement dix grandes firmes multinationales contrôlent 60 % du marché mondial des semences. À l'exception du Français Limagrain, de l'Allemand KWS, du Japonais Sakata et du Danois DLF Trifolium, ces groupes sont tous de l'industrie chimique : les Américains Monsanto, DuPont Pioneer, Dow, Windfield Solution, et les Allemands Bayer et BASF.

Cette récente concentration est le résultat direct du recours aux brevets. Par exemple, tout élément qui constitue une innovation, au sens du droit des brevets, dans une séquence d'ADN ou d'ARN peut être breveté. En pratique, les brevets portent sur des gènes d'intérêt qui sont *a priori* insérables dans n'importe quelle variété d'une même espèce, voire dans plusieurs espèces, surtout lorsqu'il s'agit d'un gène de résistance à un herbicide dont l'efficacité est universelle. Les traits protégés par des brevets ont donc vocation à conquérir des marchés de dimension mondiale. Cette concentration croissante et accélérée a été identifiée en 2013 comme préoccupante par le Comité économique, éthique et social du Haut Conseil des biotechnologies (HCB), car elle met en péril ce qui reste de la diversité de nos systèmes d'innovation et, *in fine*, de la diversité des variétés cultivées.

Jusqu'à présent, les marchés européens des semences ont peu senti les effets de cette concentration, car les plantes protégées par brevets sont essentiellement des OGM. Or les OGM sont peu implantés en Europe. Seul l'événement MON810 de Monsanto (rendant les maïs résistants au RoundUp) est autorisé par l'Union européenne, et encore 17 pays sur 28, dont la France, interdisent la culture des variétés de maïs possédant cette modification. C'est précisément ce que les plantes brevetées issues des nouvelles biotechnologies risquent de changer si elles sont mises sur le marché sans aucune réglementation.

D'après l'Office européen des brevets (OEB), 1 927 brevets sur des plantes génétiquement modifiées ont été déposés en 2014 à l'OEB, contre seulement 170 sur des plantes non génétiquement modifiées. Quelles sont ces plantes non génétiquement modifiées brevetées et déjà présentes sur les marchés européens ? Il s'agit principalement de deux types de variétés : des variétés mutées tolérantes à des herbicides et des plantes obtenues par des techniques tout à fait classiques, mais qu'un certain dévoiement de la directive européenne 98/44/CE sur les biotechnologies permet de breveter.

Les variétés mutées tolérantes aux herbicides se sont vite diffusées sur les marchés européens pour un certain nombre d'espèces. BASF et DuPont, par exemple, possèdent de nombreux brevets sur des traits de résistance à leurs herbicides pour des espèces de grande culture telles que le colza et le tournesol. Les inventions brevetées consistent essentiellement en des résistances aux herbicides de ces compagnies, comme dans un OGM classique. Les brevets décrivent la façon dont ces résistances sont obtenues. Les revendications des brevets sont ensuite très larges et portent toujours sur la séquence d'ADN mutée. Les multinationales de l'agrochimie intègrent ensuite ces traits brevetés soit dans les variétés qu'elles sélectionnent elles-mêmes, soit dans celles des PME de sélection semencière.

C'est ce que fait BASF en France avec sa technologie Clearfield (voir la photo ci-dessus). Les grandes firmes de l'agrochimie ne sont pas agressives – BASF percevrait moins de 10 % sur les ventes des variétés Caussade portant le trait Clearfield. Leurs stratégies



© Klagyivik Victor/Shutterstock.com

LA FIRME BASF a introduit sa technologie brevetée Clearfield, qui rend les tournesols résistants à son herbicide, dans les variétés de quasiment toutes les principales entreprises semencières françaises (Caussade Semences, Maisadour, Euralis, Ragt, Limagrain) en développant des partenariats avec elles. Une façon de prendre le contrôle du secteur...

■ L'AUTEUR



Frédéric THOMAS est historien des sciences et des techniques, chargé de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD), au sein de l'UMR Patrimoines locaux, au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris.

consistent avant tout à faire les yeux doux aux sélectionneurs afin qu'ils insèrent les traits brevetés dans leurs variétés. C'est ainsi que Monsanto a conquis le marché brésilien du soja, non pas en vendant ses variétés d'OGM, mais en intégrant ses traits brevetés dans les variétés des semenciers brésiliens... avant d'en prendre le contrôle. En somme, les firmes multinationales de l'agrochimie sont en train de réussir avec les variétés mutées tolérantes aux herbicides ce qu'elles n'ont pas pu faire avec les OGM sur les marchés européens.

À côté de ces variétés mutées, de plus en plus de plantes obtenues par des méthodes classiques de sélection sont désormais brevetées. La pratique consiste à breveter une plante par un brevet de produit en décrivant son procédé d'obtention, même si ce procédé, essentiellement biologique, est non brevetable en théorie, selon la directive européenne 98/44. En d'autres termes, le brevet protège la plante en tant que telle, décrite par son procédé d'obtention. L'argument consiste à dire que ce n'est pas parce que la loi interdit de breveter « les procédés essentiellement biologiques » que « les produits » qui en sont issus ne sont pas brevetables, y compris s'il s'agit de variétés au sens de l'UPDV.

OGM ou non ?

Selon la directive 2001/18/CE, un OGM est « un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle ». Ainsi, les techniques de transgénèse, c'est-à-dire où un fragment d'ADN étranger est introduit, sont soumises à la réglementation sur les OGM. L'annexe 1B, cependant, exclut la mutagenèse du champ d'application de la directive. Cette technique consiste à modifier le génome d'une plante en l'exposant à des agents chimiques, physiques (rayons X) ou sélectifs (herbicide), ou à l'aide de petits fragments d'ADN mutés insérés dans la cellule. Ces dernières années, de nouvelles techniques d'obtention des plantes sont apparues, telle CRISPR-Cas, où une enzyme reconnaît une séquence spécifique d'ADN et la coupe pour y insérer ou non un fragment d'ADN. De forts lobbies poussent pour que ces techniques figurent aussi dans l'annexe 1B.

■ BIBLIOGRAPHIE

M.-A. Hermitte, *L'Emprise des droits intellectuels sur le monde vivant*, Quæ, 2016.

F. Girard, 'Though the treasure of nature's germens tumble all together': the EPO and patents on native traits or the bewitching powers of ideologies, *Prometheus*, vol. 33, pp. 43-65, 2015.

F. Girard et C. Noiville, *Biotechnologies végétales et propriété industrielle*, La documentation française, 2014.

C. Bonneuil et F. Thomas, *Gènes, pouvoirs et profits*, Quæ, 2009.

Si fallacieux qu'il paraisse, ce raisonnement est celui que la Grande chambre des recours, l'organe judiciaire le plus élevé de l'Office européen des brevets, a tenu, le 25 mars 2015, dans les affaires Brocoli II et Tomate ridée II. Ces variétés ont été brevetées alors qu'elles avaient été obtenues par des méthodes classiques, et ce malgré les multiples pressions des mouvements antibrevets, rejoints, pour une fois, par le HCB.

Cette expansion du champ d'application des brevets sur les innovations variétales est le résultat d'une volonté délibérée de l'Office européen des brevets de vider de leur contenu les différentes exclusions des organismes vivants du champ des brevets – exclusions initialement inscrites dans les accords internationaux sur la protection des droits intellectuels et transcrites dans la directive européenne 98/44/CE.

De forts lobbies à l'Office européen des brevets

La Commission européenne et l'Office européen des brevets présentent souvent ces évolutions comme inéluctables. Il s'agirait de suivre la politique américaine en matière de brevet pour que l'Europe ne décroche pas complètement en matière de biotechnologies. En fait, l'Office européen des brevets est aujourd'hui un organisme hors de tout contrôle démocratique et fortement pénétré par les lobbies industriels via son Comité consultatif permanent, essentiellement composé de représentants de l'industrie. Il affiche de nombreuses exceptions à la brevetabilité, notamment d'ordre éthique, tout en s'évertuant ensuite à les vider de leur contenu. Il a ainsi « créé dans la société civile un sentiment de manipulation par le politique qui, tout en revendiquant une façade éthique, s'affranchit en pratique de la plus grande partie des contraintes », constate Marie-Angèle Hermitte, juriste spécialiste de ces questions, dans un récent ouvrage.

S'orienter vers une déréglementation de la mise sur le marché des plantes issues des nouvelles biotechnologies, c'est renforcer encore l'impact de cette économie des brevets et, par conséquent, accélérer la remise en cause de notre modèle agricole européen fondé sur une diversité des types de variétés présents sur nos marchés. Ceci relie la question du statut juridique de ces nouvelles biotechnologies à la nouvelle directive européenne 2015/412. Cette directive permet désormais aux États membres de l'Union

européenne d'interdire la culture de plantes génétiquement modifiées pour des motifs autres que sanitaires et environnementaux, comme les impacts socioéconomiques de ce type de plantes sur les orientations ou les modèles agricoles de chaque Nation, mais à condition de montrer que ces mesures ne sont pas discriminatoires contre les OGM. Or en pratique, il sera très difficile d'interdire ces plantes sans avoir de solides preuves de leurs impacts négatifs sur des orientations agricoles spécifiques telles que l'agroécologie, comme l'a montré le colloque international sur le sujet organisé en octobre 2016 par le HCB. Si les plantes issues des nouvelles biotechnologies n'entrent pas dans le champ d'application de cette nouvelle directive, il deviendra définitivement illusoire de protéger nos modèles agricoles contre ces technologies favorisant au contraire les modèles productivistes.

En 2013, le groupe de travail du HCB sur les biotechnologies végétales et la propriété industrielle avait alerté les pouvoirs publics sur les risques de renforcement de l'oligopole de l'agrochimie pour nos orientations agricoles. À sa suite, le Conseil économique éthique et social du HCB avait souligné les dangers des brevets pour la recherche en amélioration des plantes et l'innovation variétale, s'inquiétant notamment que « les programmes de sélection ne [puissent] être entrepris sans risque, pour le sélectionneur, d'intégrer à son insu des éléments brevetés ». Et dans son rapport de 2013, le Commissariat général à la stratégie cité plus haut avait à son tour affirmé, en des termes politiques plus forts encore, que « l'Europe doit lutter contre l'instrumentalisation du brevet comme outils de guerre juridique pour bloquer l'innovation, et ce faisant, la liberté de production ». À la fin du printemps, le HCB devrait rendre son rapport final sur les nouvelles techniques d'obtention des plantes. Souhaitons qu'il se souvienne de ces conclusions. On ne peut, d'un côté, mettre en garde contre les brevets sur les plantes et, de l'autre, prétendre que les plantes issues des nouvelles biotechnologies doivent échapper aux réglementations sur les OGM. Et souhaitons aussi que la société civile s'empare vite de ces questions : il est plus que temps de remettre en cause l'emprise des brevets sur le vivant. ■



Réagissez au
Point de vue sur
www.pourlascience.fr

ENTREPRISES, COLLECTIVITÉS, FINANCEZ VOS BESOINS DE RECHERCHE,

DANS LES DOMAINES DES PROCÉDÉS TECHNOLOGIQUES, DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA VIE, DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES



Dans le cadre d'un partenariat entre un étudiant, son laboratoire d'accueil et vous,
l'ADEME vous aide à produire des connaissances nouvelles et renforce les capacités humaines
de votre R&D en finançant un doctorant pendant 3 ans !

ENSEMBLE POUR CONSTRUIRE UN MONDE PLUS DURABLE

www.ademe.fr/theses



CONCEPTION & RÉALISATION GRAPHIQUE : OLFA NEMSI