

proposé aucune séance pour les discuter avant l'envoi du texte au gouvernement. Or ces fiches ressemblent plus à des pages Wikipedia qu'à des documents d'experts scientifiques. Elles se contentent de décrire succinctement les différentes techniques abordées, sans aucun recul. L'ensemble aboutit à une note qui ne traite que de certaines techniques, voire de certaines variantes, parfois seulement dans quelques situations, et qui ne les regarde que par le petit bout de la lorgnette.

PLS

Quelles techniques ne sont pas abordées ?

Y.B. : Le problème n'était certes pas simple au départ. Le terme NPBT regroupe de nombreuses techniques qui n'ont pas grand-chose à voir entre elles. Celles fondées sur l'édition du génome à l'aide d'enzymes sont les plus médiatisées, car elles prennent leur essor depuis peu : des enzymes (nucléase à doigt de zinc, nucléase TALEN, système CRISPR-Cas) reconnaissent des séquences spécifiques d'ADN et les coupent pour y insérer ou non un fragment d'ADN. Mais les NPBT incluent aussi les greffes entre greffon OGM et porte-greffe non OGM ou *vice versa*, ainsi que l'agro-infiltration (une bactérie *Agrobacterium tumefaciens* injecte de l'ADN étranger dans une cellule végétale, qui le traduit en protéines, puis le détruit) et bien d'autres techniques (voir l'encadré page 19).

Cela donne un ensemble très confus, dont le groupe de travail n'a pas fourni un aperçu exhaustif et surtout compréhensible. Il a par exemple édulcoré les méganucléases, des enzymes qui reconnaissent et coupent une séquence plus longue et plus rare que les nucléases ou le système CRISPR-Cas. Et concernant l'agro-infiltration, il s'est restreint à son application en milieu confiné, alors que les opérateurs souhaitent l'utiliser en champs, par aspersions aériennes. Il a aussi « oublié » d'autres techniques comme le *floral dip* (une technique de transformation par trempage des tissus végétaux dans une solution de bactéries).

PLS

Quelle est la différence entre ces nouvelles techniques et les méthodes utilisées pour obtenir ce que la législation nomme OGM ?

Y.B. : Selon la directive 2001/18 de la Commission européenne, un OGM est « un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a



PAR QUELLE TECHNIQUE CE MAÏS A-T-IL ÉTÉ OBTENU ? Si la Commission européenne décide que les nouvelles techniques de modification des plantes ne nécessitent pas la même procédure de suivi et d'étiquetage que celles produisant les OGM classiques, rien ne le distinguera, sur le plan réglementaire, d'un maïs naturel... Verdict prévu fin 2016.

Des champignons de Paris CRISPR-Cas

En avril 2016, le Département américain d'agriculture (USDA) a autorisé la commercialisation d'un champignon de Paris modifié via la technique CRISPR-Cas pour qu'il résiste au brunissement. De fait, la réglementation américaine ne vérifie que si une nouvelle plante est invasive, ce qui n'est pas le cas du champignon obtenu. En mars 2016, le GAO (la Cour des comptes américaine) a rappelé à l'USDA qu'il doit revoir l'évaluation de ces nouveaux produits – révision promise depuis 2008. En attendant, le champignon de Paris américain sera-t-il bientôt dans nos assiettes ?

été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle ». Et toujours selon cette directive, les techniques qui y conduisent sont les méthodes classiques de transgénèse, c'est-à-dire de transformation du patrimoine génétique d'un organisme en introduisant un gène d'une autre espèce, qu'elle soit apparentée ou non. Ce gène exogène est inséré dans l'organisme cible au moyen de bactéries, d'une micro ou macro-injection, d'une encapsulation ou de bombardements de particules. D'autres techniques non naturelles sont aussi répertoriées dans la directive européenne.

Fondamentalement, il n'y a donc pas grande différence entre les techniques nouvelles et les classiques au regard de la définition législative européenne : toutes conduisent à un organisme dont le matériel génétique a été modifié de façon artificielle – un OGM. Et à chaque fois, un fragment d'ADN ou d'ARN est introduit et/ou circule dans l'organisme cible.

PLS

Pourtant, le groupe de travail penche plutôt vers l'idée que les organismes produits avec les nouvelles techniques ne devraient pas être soumis à la même évaluation que les OGM. Sur quels arguments s'appuie-t-il ?

Y.B. : Le groupe de travail considère par exemple – ce qui est vrai – que les nouvelles techniques d'édition du génome (CRISPR-Cas, nucléases...)

sont plus précises que les techniques classiques, car elles agissent à un endroit donné du génome, choisi au préalable, et non au hasard. Se focalisant uniquement sur la région ciblée et sur certaines variantes des techniques, il avance aussi que ces techniques seraient moins perturbatrices. Pour lui, une plante modifiée avec un gène de la même espèce ou d'une espèce proche n'aurait pas besoin d'une évaluation calquée sur celle des OGM. Cette vision est, au minimum, simpliste ! Le groupe de travail omet ainsi de nombreuses sources de mutations et d'épimutations (modifications épigénétiques).

Même si elles sont plus précises, les techniques d'édition entraînent des dommages collatéraux. D'autres portions du génome que celles ciblées sont ainsi modifiées, sans que l'on comprenne toujours pourquoi ou que l'on puisse toujours en prédire

induisent parfois des épimutations dans la plante entière. L'analyse du groupe de travail est ici malhonnête, d'autant plus qu'il ne considère que l'un des deux cas de greffe (porte-greffe modifié et greffon non modifié, et non l'inverse).

De même, le groupe de travail occulte l'effet de la régénération des plantes modifiées. D'une part, on ne sait pas régénérer toutes les plantes, et les NPBT, tout comme les techniques d'obtention des OGM classiques, ne serviront qu'aux plantes que l'on sait régénérer. D'autre part, le procédé n'est pas anodin : une fois les modifications produites avec certaines NPBT sur des cellules de feuilles – des protoplastes –, on cultive ces cellules dans un milieu optimisé, en présence de phytohormones qui permettent la régénération d'une plante entière mais induisent des variations génétiques incontrôlées.

artificielle. Mais la traçabilité ne se résume pas à la recherche d'une signature univoque, comme les fragments de bordure d'un OGM classique – des séquences qui encadrent la région modifiée du génome. Il s'agit de rassembler des faisceaux convergents de preuves pour aider les douanes ou la répression des fraudes à prendre une décision dont l'impact économique peut être considérable, comme de renvoyer des tonnes de riz ou de produits dérivés, représentant des millions d'euros, parce que ce riz contient des OGM inconnus et non autorisés.

La méthode la plus utilisée, car la moins chère, est la traçabilité documentaire. Quand un semencier vend un produit à un agriculteur, il lui fournit un certificat, que celui-ci transmet à sa coopérative, laquelle en garde une trace que chacun se transmet. L'autre méthode consiste à rechercher des signatures laissées intentionnellement ou non dans le génome des plantes, par exemple par les pétitionnaires – les producteurs d'OGM. Comme ils ont besoin de prouver que tel maïs OGM utilisé par tel agriculteur vient de chez eux, ils peuvent introduire une signature moléculaire dans leurs plantes modifiées : des mutations neutres à certains endroits. Plus généralement, les laboratoires recourent à l'approche dite matricielle, déjà utilisée pour caractériser certains cancers (tous les éléments suspects dans le génome sont rassemblés, et le profil obtenu, analysé au moyen d'outils d'aide à la décision, indique si la plante étudiée est un OGM ou non). Toutes ces méthodes sont applicables aux NPBT. En disant que leur identification est impossible, le groupe de travail se base donc sur un *a priori* biaisé – tout comme cela a été le cas il y a vingt ans pour les OGM.

Il n'y a pas grande différence entre les techniques nouvelles et les classiques au regard de la définition législative européenne

l'existence. Ces effets hors cibles n'apparaissent pas dans la première version de la note, et ne sont à présent évoqués que par le biais des progrès techniques en cours qui visent à les réduire et devraient les rendre insignifiants... un jour.

De plus, les effets de la vectorisation des produits utilisés pour la modification des organismes hôtes sont éludés. Or les vecteurs utilisés, qu'il s'agisse de bactéries, de particules ou même d'une micro-injection, sont destructifs comme un bulldozer qui essaierait de venir faire de la dentelle dans votre cuisine : le stress induit laisse des traces incontrôlées, sous forme de mutations et d'épimutations. De même, les effets des systèmes de sélection des cellules transformées sont obliés.

PLS
À propos des greffes, le groupe de travail conclut que « les fruits ou graines de plantes non génétiquement modifiées mais issus de porte-greffes modifiés ne nécessitent pas d'évaluation environnementale ou sanitaire propre ». Le porte-greffe modifié n'a-t-il donc aucun effet sur le greffon ?

Y.B. : Il peut en avoir ! Lors d'une greffe, des micro-ARN circulent entre le porte-greffe et le greffon et

PLS
On entend dire que les plantes obtenues par édition du génome ne sont plus détectables, à cause de l'absence de transgène. Est-ce vrai ?

Y.B. : C'était un autre argument avancé dans le document de départ du groupe de travail pour justifier le fait que les NPBT ne pouvaient pas entrer dans la même législation que les techniques d'obtention des OGM. Mais le groupe confondait ici détectabilité et identification. Détecter des mutations, on sait faire : il existe toute une liste de méthodes utilisées pour cela, notamment dans le domaine médical, en particulier la LCR (*ligase chain reaction*) qui permet de détecter une mutation ponctuelle. La vraie question est l'identification de la technique à l'origine de cette mutation. Le groupe n'y avait même pas songé. En trois ans, il n'a pas interrogé l'ENGL, le réseau européen des laboratoires de détection des OGM, un consortium officiel qui traque les OGM connus et inconnus depuis plus de quinze ans.

PLS
Comment identifie-t-on un OGM inconnu ?

Y.B. : Si on ne recherche qu'une mutation ponctuelle, on ne peut rien dire sur son origine, naturelle ou

PLS
Les plantes obtenues via des NPBT sont-elles plus dangereuses ?

Y.B. : On ne peut rien dire de plus que pour les OGM classiques. Seule une étude approfondie au cas par cas et sur le long terme permet d'avoir une idée des effets d'une nouvelle plante, qu'elle soit génétiquement modifiée ou non, sur la santé ou la biodiversité. C'est un peu le sens de l'annexe 1B de la directive 2001/18, qui exclut des techniques OGM la mutagenèse au hasard, car les variétés qui en étaient issues étaient utilisées depuis longtemps. Et c'est dans cette annexe que certains voudraient mettre les NPBT. Mais en omettant de dire qu'on manque de recul sur les plantes produites via ces