

A close-up photograph of several dark brown, wrinkled vanilla beans and a single, pale yellow vanilla orchid flower. The background is a solid, warm yellow. A semi-transparent dark green horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing the title text.

L'AMÉRIQUE LATINE ET LES CARAÏBES :

Les répercussions de la biologie synthétique sur la région





Construction des capacités
internationales pour
l'évaluation et la gouvernance
de la biologie synthétique



monitoring power
tracking technology
strengthening diversity

TWN
Third World Network

L'Amérique latine et les Caraïbes : Les répercussions de la biologie synthétique sur la région

2018

A propos du Centre africain pour la biodiversité (ACB, African Centre for Biodiversity) : Le Centre Africain pour la Biodiversité (ACB) s'engage à démanteler des inégalités dans les systèmes alimentaires et agricoles en Afrique, à notre conviction du droit des peuples à jouir d'une alimentation saine et culturellement adaptée, produite grâce à des méthodes écologiques et durables, ainsi qu'au droit des peuples à définir leurs propres systèmes alimentaires et agricoles. (Veuillez noter : Le 7 avril 2015, le Centre africain pour la biosécurité a officiellement été rebaptisé pour devenir le Centre africain pour la biodiversité (<http://acbio.org.za/en>). Ce changement a été convenu après consultation au sein de l'ACB pour refléter la façon dont la portée de notre travail a évolué ces dernières années. Nous préserverons notre ancien nom d'African Centre for Biosafety pour toute publication antérieure à cette date ; ces publications doivent être référencées en tant que telles.)

A propos du Groupe ETC : Le Groupe ETC (www.etcgroup.org) travaille pour aborder les problèmes socio-économiques et écologiques liés aux nouvelles technologies qui pourraient avoir un impact sur les populations les plus marginalisées au monde. Il opère au niveau politique mondial et travaille en étroite collaboration avec des organisations de la société civile (OSC) et avec les mouvements sociaux, en particulier en Afrique, en Asie et en Amérique Latine. Le Groupe ETC est basé à Val David, au Canada et à Davao, aux Philippines, avec des bureaux à Mexico et à Guelph, au Canada.

A propos du Réseau Tiers-Monde, TWN, Third World Network : Third World Network (www.twn.my) est un réseau international indépendant à but non-lucratif qui rassemble des organisations et des individus impliqués dans des enjeux relatifs au développement durable, aux Pays du Sud et aux relations Nord-Sud. TWN vise à approfondir la compréhension de dilemmes liés au développement ainsi que des défis auxquels font face les pays en voie de développement afin de contribuer à des changements en matière de politiques publiques pour un développement juste, équitable et écologiquement durable. Le Secrétariat international de TWN est basé à Penang, en Malaisie avec des bureaux à Kuala-Lumpur, en Malaisie et à Genève, en Suisse. Nos chercheurs sont basés à Beijing, Delhi, Jakarta, Manille et New York. Le Secrétariat régional d'Amérique Latine est quant à lui situé à Montevideo, en Uruguay et le Secrétariat régional africain se trouve à Accra, au Ghana.

Ce document a été élaboré dans le cadre du projet BICSBAG de **Construction internationale de capacités pour l'évaluation et la gouvernance de la biologie synthétique** (en anglais Building International Capacity on Synthetic Biology Assessment and Governance). Les partenaires du BICSBAG tiennent à remercier Swedbio du Centre de résilience de Stockholm pour son soutien financier et Frontier Co-op Foundation et CS Fund pour l'élaboration de ces documents.

Pour de plus amples informations, consulter www.synbiogovernance.org

Maquette : Cheri Johnson

Traduction en français : Amandine Semat



Construction des capacités internationales pour l'évaluation et la gouvernance de la biologie synthétique

L'Amérique latine et les Caraïbes : Les répercussions de la biologie synthétique sur la région

Introduction

Après avoir passé 20 ans à expérimenter concrètement ce que sont les OGM, l'industrie mondiale de la biotechnologie engage aujourd'hui une plateforme de nouvelles techniques de génie génétique, que la Convention sur la diversité biologique appréhende en termes de biologie synthétique.

Ces nouvelles techniques de biologie synthétique (ou « *syn bio* » en anglais) comprennent entre autres la synthèse de gènes, l'édition génomique et le forçage génétique (*gene drive*), qui débouchent pour certaines sur la production d'organismes et de produits déjà commercialisés, servant à la fabrication artificielle d'arômes, de parfums et d'ingrédients dans des cuves fermées et dont l'objectif est la dissémination dans l'environnement de nouveaux organismes génétiquement modifiés (ou dont les gènes sont édités par le biais de l'édition génomique) dans le but de transformer l'agriculture ou les écosystèmes naturels.

Définie par les gouvernements siégeant à l'OCDE comme une « technologie de rupture », cette seconde vague d'OGM promet, comme dans le cas de la première génération d'organismes génétiquement modifiés, de réels impacts environnementaux, sociaux et culturels sur les populations d'Amérique latine et des Caraïbes, ainsi que sur la biodiversité de cette région du monde. Les gouvernements et la société civile tentent maintenant de toute urgence d'identifier et d'évaluer les impacts potentiels de cette nouvelle vague de biologie synthétique avant qu'elle ne déferle sur les côtes latinoaméricaines et caribéennes.

L'industrie de la biologie de synthèse menace en effet les économies traditionnelles et les moyens de subsistance qui reposent sur les produits naturels végétaux. Elle remet en cause les trop fragiles régimes de biosécurité, et ouvre de nouvelles voies à la biopiraterie numérique. Le présent article se propose de réfléchir sur les leçons tirées de la première génération d'OGM par les pays d'Amérique latine et des Caraïbes et d'identifier quelques-uns des problèmes émergents sur le continent à mesure que la vague de biologie de synthèse prend de l'ampleur.

De la première à la deuxième génération d'OGM : histoire de la première génération de génie génétique dans la région

Alors que les sociétés et décideurs politiques d'Amérique latine et des Caraïbes commencent à saisir et à évaluer les enjeux de la biologie synthétique, il existe déjà un vécu significatif quant aux premières générations de génie génétique sur

lequel s'appuyer et d'importantes leçons à tirer en ce qui concerne les précautions à prendre. De nos jours, ce continent est le deuxième plus grand producteur mondial d'OGM destinés à l'agriculture (après les Etats-Unis), et concentrés en Argentine,



au Brésil, au Paraguay, en Uruguay et en Bolivie. D'autres pays, tels que le Mexique, la Colombie, le Honduras et le Panama ont également approuvé certaines plantations commerciales transgéniques. Quant au Chili et au Costa Rica, ils autorisent la production de semences destinées à l'exportation mais pas la plantation à l'intérieur de leurs frontières nationales. Cependant, il n'est pas anodin que 27 pays d'Amérique latine et des Caraïbes aient choisi de ne pas se prêter aux cultures commerciales de transgéniques.

La circonspection manifestée par la plupart des pays de la région est probablement fondée sur l'observation de leurs voisins. Depuis la première génération d'OGM, le soja tolérant aux pesticides et le maïs contenant plusieurs traits empilés (tolérance aux pesticides + Bt) sont de loin les cultures qui prédominent, suivies par le coton génétiquement modifié et le colza. Des essais de moindre ampleur ont également été menés pour cultiver de la luzerne, du blé ou encore des ananas. Le Brésil a également approuvé la plantation d'arbres transgéniques et a réalisé avec le Panama et les Iles Caïman, des expériences avec des moustiques génétiquement modifiés [1]. La plantation prédominante de la région est celle du soja tolérant au glyphosate : la première culture génétiquement modifiée — et la plus répandue au monde — a fait irruption dans les

années 90, et a rapidement affecté le Cône Sud, avec 54 millions d'hectares cultivées dans cinq pays. Dans la plupart des cas, ces OGM ont d'abord été introduits illégalement — sans aucune considération pour la biosécurité — par des entreprises et de puissants agriculteurs qui trafiquaient des semences génétiquement modifiées pour imposer de facto leurs conditions dans ce que Syngenta a baptisé « La république Unie du Soja »[2]. Tout comme l'avaient prédit à l'époque certains critiques, l'utilisation de produits agrochimiques a littéralement explosé dans la région, soit 10 à 20 fois plus depuis la première plantation d'OGM en 1996. Le Brésil et l'Argentine figurent aujourd'hui parmi les cinq plus grands consommateurs mondiaux de produits agrochimiques — une augmentation clairement liée à la culture d'organismes résistants aux herbicides. Actuellement, 550 millions de litres de glyphosate (désormais classé par l'Organisation mondiale de la santé comme « probablement cancérigène pour les êtres humains ») sont annuellement déversés sur les terres où est cultivé le soja transgénique [3]. La quasi totalité de ces graines de soja et de maïs est consacrée à alimenter des animaux et destinée en grande partie à l'exportation.

Des effets en aval de la première vague d'OGM sont également clairement apparus. En Argentine et au Brésil, des études ont démontré la présence



de résidus de glyphosate dans l'eau potable, dans le lait maternel et dans les urines et le sang des habitants, en particulier dans les zones rurales et dans les villes situées près des champs d'OGM [4]. En Argentine, une évaluation de la santé publique — qui dure maintenant depuis plusieurs années — dans les zones où la production d'OGM est la plus agressive ont montré la recrudescence de malformations chez les nouveau-nés, d'avortements et de cas de cancers [5]. Dans les cinq pays mentionnés ci-dessus, la concentration des terres aux mains de propriétaires toujours moins nombreux a considérablement augmenté ; tout cela va de pair avec la disparition de dizaines de milliers de petites fermes et l'expulsion de milliers de paysans de leurs terres. Il faut également ajouter que la culture d'organismes génétiquement modifiés est la principale cause de déforestation dans la région [6].

Pendant 20 ans, l'industrie n'a eu de cesse de promettre des bénéfices « publics » mais les semences des cultures commerciales transgéniques de la région restent la propriété exclusive d'une poignée de transnationales (Monsanto-Bayer, Syngenta, DuPont). Tout cela a précipité des changements dans les lois sur les semences et sur la propriété internationale dans chacun de ces pays dans le but de protéger les intérêts commerciaux de ces entreprises, qui sont également parvenues, de par la dépendance créée par les OGM sur les secteurs agricoles-clés, à fortement influencer les politiques agricoles publiques ainsi que les réglementations en matière de biosécurité ; des « liaisons dangereuses » qui ont été documentées

dans plusieurs cas [7]. Au Brésil, on a assisté à des tentatives répétées de légaliser les semences-suicides (également appelées « technologie Terminator ») qui rendraient les agriculteurs complètement dépendants des entreprises.

Dans le cas du maïs génétiquement modifié, la contamination transgénique des variétés paysannes et traditionnelles dans leur centre d'origine, la Mésomérique, constitue un autre sujet de préoccupation. Cette fois encore les gouvernements ont été alertés des dangers que représente la contamination mais n'ont pas pris ces avis en compte. Au Mexique, l'opposition au maïs OGM fut considérable, soutenue par bon nombre de secteurs (scientifiques, agriculteurs autochtones et paysans, artistes, écologistes, consommateurs). Suite aux actions collectives entreprises contre cet OGM, une décision de justice (toujours en cours) a légalement suspendu la plantation de maïs génétiquement modifié pour une période de quatre ans.

Les leçons tirées de la première génération d'OGM et ses implications

Malgré toutes les promesses d'amélioration de la nutrition et de lutte contre la faim, la production issue de la première génération d'OGM en Amérique latine et dans les Caraïbes n'a pas du tout été développée pour nourrir des êtres humains mais plutôt pour alimenter des animaux et être exportée massivement. Les avantages découlant de ces productions ont surtout profité aux transnationales et aux grands propriétaires terriens et ces OGM ont eu des effets désastreux sur la santé publique et sur l'environnement, sur les petits producteurs et sur les consommateurs. Dans les cinq pays où la biotechnologie est la plus répandue, la pression exercée par ces intérêts économiques a détourné l'attention des réglementations en matière de biosécurité des mesures de précaution à mettre en place pour les consommateurs, l'environnement et la biodiversité. Tout ceci a constitué un précédent fort pauvre et des bases très fragiles pour la réglementation sur les biotechnologies émergentes. Les pays de la région se doivent d'être extrêmement critiques aux promesses qui accompagnent aujourd'hui cette deuxième génération d'OGM.



Biologie synthétique et biosynthèse

Alors qu'une nouvelle vague de biotechnologies émerge, les premiers fruits de la biologie de synthèse destinés au commerce n'ont rien à voir avec des fruits tels qu'on pourrait se les imaginer : ce sont en réalité des ingrédients issus d'une molécule unique et fabriqués dans des cuves remplies de bactéries. Ce qui est sûr, c'est qu'ils présentent d'énormes risques pour les économies locales et l'utilisation durable de la biodiversité à des milliers de kilomètres. Un nombre croissant de firmes et de chercheurs utilisent les outils de la biologie synthétique pour créer des substituts artificiels d'ingrédients qu'ils obtenaient auparavant de produits naturels. Pour fabriquer des arômes, des parfums, des huiles et édulcorants à très haute valeur ajoutée, ils utilisent les microbes issus du génie génétique au lieu d'avoir recours à l'importation coûteuse de variétés botaniques ou à des synthèses chimiques plus conventionnelles.

Pour créer le composant désiré, les entreprises conçoivent de nouveaux circuits génétiques au sein de micro-organismes tels que des levures ou des algues. Elles altèrent l'ADN de telle sorte que lorsque ces micro-organismes se nourrissent de sucres ou de gaz naturels, ils secrètent le composant que l'on extrayait auparavant des plantes. En résumé, la production de composés dans des cuves de fermentation réduit énormément le besoin d'accéder à une espèce botanique ou à une substance naturelle pour la fabrication de l'ingrédient si convoité, ce qui entraîne des

répercussions sur l'utilisation durable de la biodiversité.

Les organismes utilisés de nos jours pour produire les substituts de la *syn bio* s'alimentent de sucres et d'autres biomasses. Le fait de passer des ingrédients dérivés de l'agriculture aux productions de la biologie de synthèse exigera des stocks gigantesques de matières premières, que ce soient des matières végétales issues d'immenses étendues de monocultures, du méthane bon marché obtenu par fracturation hydraulique ou encore du charbon obtenu par extraction minière. Les impacts sur la terre, les écosystèmes et la biodiversité seront terribles.

La production de ces ingrédients de la biologie synthétique comporte également des risques économiques et sociaux qui pourraient gravement nuire aux pays d'Amérique latine et des Caraïbes puisqu'elle substituerait les moyens de subsistance qui reposent sur des marchandises à haute valeur ajoutée, réduirait la demande de produits d'origine naturels exportés et délocaliserait la production de ces ingrédients naturels provenant des économies tributaires de l'agriculture vers les pays industrialisés.

Il existe déjà des dizaines de composants issus de la biologie synthétique dans les produits commercialisés (ou sur le point de l'être), notamment des versions d'arômes, de parfums, de carburants, de produits pharmaceutiques, de textiles, d'édulcorants, de produits chimiques industriels, de cosmétiques et d'ingrédients alimentaires qui sentent, ont goût et se comportent comme des éléments naturels. Une base de données d'ingrédients en voie d'élaboration ou déjà sur le marché a répertorié plus de 350 projets destinés à produire des composants engendrés par la biologie synthétique et que l'on trouve déjà pour la plupart dans les aliments, les cosmétiques et les compléments alimentaires [8]. Pour mieux comprendre le contexte de cette industrie, voir « *La biologie synthétique et la biosynthèse assistée par intelligence artificielle (IA) — quelles conséquences pour la biodiversité et les moyens de subsistance des agriculteurs ?* ».

L'Amérique latine, une mine de composants naturels

L'Amérique latine et les Caraïbes sont extrêmement riches en biodiversité. Cette région du monde a toujours été la source de nombreux produits naturels botaniques très appréciés, comme les épices, les arômes, les ingrédients cosmétiques et les huiles essentielles. Les épices en particulier requièrent des processus, des connaissances et des savoirs très précis tant pour ce qui relève de leur culture que pour les modes de transformation. La récolte de plantes telles que la vanille ou le vétiver demande de savoir gérer à la fois le climat, l'altitude, l'isolement et même les conditions politiques de la région où poussent ces espèces botaniques. L'extraction artisanale d'huiles, de parfums et de médicaments repose par exemple bien souvent sur un bon entretien des forêts.

La production d'épices est actuellement vitale en Amérique centrale, dans les Caraïbes et dans d'autres régions tropicales. La collecte et la transformation de ces épices repose essentiellement sur les communautés paysannes et autochtones, en général sur les femmes pour qui ces activités représentent souvent le seul revenu du foyer, leur permettant de rester vivre sur leurs territoires et de perpétuer leur rôle historique primordial de gardiennes de la biodiversité. Certains produits, qui pourraient être remplacés par ceux de la biologie de synthèse sont essentiels pour les économies locales, comme le beurre de cacao et ses équivalents (huile de coco y compris) pour les

Caraïbes et certaines parties du Brésil, du Mexique et de l'Equateur. C'est également le cas du vétiver en Haïti. Tous ces produits revêtent beaucoup d'importance pour les producteurs autochtones et pour les petits agriculteurs, tant culturellement que socialement, ou encore au niveau environnemental.

Tous les pays d'Amérique latine et des Caraïbes (à l'exception de l'Argentine, du Chili, du Paraguay et de l'Uruguay) produisent du beurre de cacao et/ou des équivalents de ce beurre (CBE), ou encore des substituts du beurre de cacao (CBS) comme l'huile de coco.

Dans plusieurs de ces pays, ces productions économiques sont capitales. La Mésomérique est le centre d'origine du cacao, même si de récentes études le situent également dans certaines régions amazoniennes. La **stévia** est cultivée dans six pays par des petits producteurs : au Paraguay, au Mexique, en Colombie, en Argentine et en Uruguay. Le Paraguay est le centre d'origine de cette plante. Quant à la **vanille**, elle trouve son centre d'origine au Mexique où elle est produite, ainsi qu'au Costa Rica, en Guadeloupe et dans certaines îles des Caraïbes. Le **vétiver** est un produit-phare de l'économie haïtienne, également cultivé dans d'autres régions de la Caraïbe, au Brésil et au Paraguay. Le **squalène**, dérivé de l'huile d'olives ou de l'amarante, est produit en Argentine et au Chili et le **bois de santal** récolté au Costa Rica et en Haïti. Enfin, le Mexique et la Dominique sont respectivement dotés d'industries florissantes d'**huile de rose** pour le premier et de **patchouli** pour la seconde.





1. Le Beurre de cacao et ses équivalents (CBE)

Le beurre de cacao fait partie d'un groupe de graisses végétales utilisées tant à des fins alimentaires que cosmétiques. Il est essentiellement élaboré à partir de graines oléagineuses, cultivées dans des zones tropicales, les fèves de cacao. D'autres graisses, moins communes, appartiennent également à cette catégorie, à savoir les beurres de murumuru, de mangue, de noix de coco et de palmiste. Le beurre de cacao est surtout utilisé pour l'élaboration de chocolat tandis que d'autres graisses, employées à des fins alimentaires, servent également très souvent d'hydratants pour la cosmétique. Tous les pays d'Amérique latine — à l'exception du Chili, de l'Uruguay, du Paraguay et de l'Argentine — cultivent et récoltent du beurre de cacao et/ou des CBE, des équivalents de beurre de cacao.

En Amérique latine, neufs pays concentrent 80 % de la production mondiale « de premier choix » (des cacao et beurres de cacao d'excellente qualité, produits de manière durable). Ce cacao représente le principal moyen de subsistance de plus de trois millions de paysans en Amérique latine et dans les Caraïbes [9]. La production mondiale de cacao connaît une rapide expansion (10 % par an) [10] en raison de la demande croissante de la part de l'Europe et des États-Unis.

Remplacer le beurre de cacao et ses équivalents (CBE) par du beurre d'algues

Le 13 avril 2017, l'entreprise de biologie synthétique TerraVia (auparavant Solazyme) a annoncé que l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux (*Food and Drug Administration*) avait octroyé à son beurre d'algues la certification *Generally recognized as Safe* (GRAS), que l'on

pourrait traduire par « considéré comme sans danger ». Selon les informations fournies par la firme, « le beurre d'algues est une nouvelle graisse révolutionnaire, que l'on peut utiliser pour la boulangerie, l'élaboration de pâtes à tartiner et de confiseries » [11], qui cherche à remplacer le beurre de cacao d'Amérique latine et d'autres parties du globe [12]. Le communiqué de presse de TerraVia du mois d'avril 2017 informe ce que suit : « le beurre d'algues appartient exclusivement à TerraVia et à Bunge », il sera élaboré par le partenariat *SB Oils* Bunge-TerraVia dans le but de supplanter un marché évalué à plus de deux milliards de dollars [13]. Bien que TerraVia ait fait faillite fin 2017, les actifs financiers de la firme ont été rachetés par Corbion, une autre entreprise qui se consacre à la production d'« ingrédients du monde », et tout porte à croire que Corbion et Bunge ont l'intention de poursuivre le projet de placer le beurre d'algues issu de la biologie de synthèse sur le marché comme succédané du beurre de cacao [14].



2. Le babassu et l'huile de coco

Le babassu est un palmier d'Amazonie qui abonde dans les états brésiliens de Tocantins, Maranhão et Piauí. Les graines de ses fruits fournissent l'huile de babassu, dont les propriétés et usages sont similaires à ceux de l'huile de coco. L'huile de babassu est surtout utilisée dans les industries du savon et de la cosmétique, mais elle peut également l'être pour la cuisine. Le tourteau obtenu après extraction de l'huile des graines sert à alimenter les animaux. La production liée au babassu est cruciale pour la subsistance des paysans du nord-est du Brésil, surtout pour les femmes. Extraire les graines de babassu de leurs fruits est une activité qui demande beaucoup de travail et ce sont les femmes qui traditionnellement, se chargent d'effectuer ce

labeur. Plus de 400 mille femmes et leurs familles travaillent les fruits du palmier pour en tirer de l'huile, du savon, de la farine et de la nourriture pour les animaux [15].

L'huile de coco est produite dans plusieurs pays d'Amérique latine et des Caraïbes et sa production est très importante au Brésil, au Mexique, en République dominicaine et au Venezuela.

Remplacer les huiles de babassu et de coco par du beurre d'algues

TerraVia (anciennement Solazyme) a conçu des algues pour créer des huiles « génétiquement adaptées » pour exprimer des acides gras tels que les acides laurique et myristique qui pourraient remplacer les huiles de coco et de babassu. Solazyme/TerraVia s'est associée avec, entre autres, Unilever, ADM et Bunge, et, comme nous l'avons mentionné plus haut, elle a créé le partenariat *SB Oils* avec Bunge. Certaines marques bien connues d'Unilever fabriquent aujourd'hui leurs savons en utilisant les huiles d'algues artificielles de TerraVia et non plus les produits naturels employés auparavant.

3. La stévia

La stévia est un arbuste à feuilles sucrées. Son centre d'origine est la région qui couvre actuellement l'est du Paraguay et l'état du Mato Grosso do Sul au sud-ouest du Brésil. Les peuples Guarani de la région utilisent depuis des centaines d'années les feuilles de *Kaá he'é* (stévia) pour la préparation d'aliments et de médicaments. Actuellement, l'utilisation de cette plante comme édulcorant à index glycémique bas rencontre beaucoup de succès, ce qui a motivé sa culture — souvent organique — par des petits agriculteurs, dans plusieurs pays d'Amérique latine, Paraguay y compris. Les extraits de la biologie synthétique qui remplaceraient la stévia naturelle menacent la culture de cette plante, et constituent également un cas de biopiraterie lésant les peuples Guaranis.

Ce qui intéresse ici les chimistes, ce sont ses glycosides de stéviol — **plus de 40 composants**



responsables du caractère sucré de ses feuilles — dont certains sont 300 fois plus sucrés que le sucre de canne. La valeur marchande globale de la stévia — **commercialisée essentiellement sous forme de poudre** — dépassait en 2016 les 400 millions de dollars [16]. L'entreprise suisse Evolva travaille actuellement en collaboration avec le géant de l'agroalimentaire Cargill pour obtenir un édulcorant à partir des techniques de fermentation de la biologie de synthèse, un mélange de deux glycosides de stéviol, les rébaudioside D et M. En 2015, les entreprises ont créé leur nouvel édulcorant EverSweet, qui devait être lancé en 2016. Mais au début de l'année 2017, Evolva a signalé un retard forcé dû à une « série complexe de facteurs, comme certaines caractéristiques de la souche ; les coûts de fermentation et de traitement en aval ; les coûts de conversion des installations ; l'échelle de production [et] les indications des clients sur les prix » [17]. Le lancement est maintenant fixé à 2018, malgré des rumeurs selon lesquelles Cargill pourrait bien lancer son propre extrait de stévia « *syn bio* » **sans le concours d'Evolva. Le géant DSM prévoit également la vente d'un extrait de stévia issu de la biologie de synthèse.**

4. La vanille

La vanille naturelle provient de gousses séchées d'une orchidée, une plante grimpante qui pousse sous les climats tropicaux. Sa production requiert énormément de main d'œuvre, des cultivateurs qui pollinisent manuellement les plantes clairsemées dans les zones boisées. Les gousses mettent environ cinq mois à mûrir après quoi elles sont récoltées à la main puis séchées. Les forêts doivent être en bonne santé pour que les orchidées de vanille puissent prospérer ; prendre soin de la forêt fait donc également partie intégrante du travail des producteurs. On estime à 200 mille le nombre de personnes participant à la production annuelle de gousses de vanille séchées. Madagascar en est le plus gros producteur au monde mais le Mexique, son centre d'origine, préserve également une



production naturelle vitale pour les communautés paysannes et autochtones, tant culturellement que sur le plan économique.

Au Mexique, la vanille est pollinisée manuellement aux mois de mars et d'avril, moment où le chômage est à la hausse dans les communautés. La culture de l'orchidée permet ainsi d'éviter la migration d'un plus grand nombre de personnes et la désintégration des familles. La pollinisation manuelle de la vanille est un moment de rassemblement et de célébration et la préservation des modes de culture traditionnels de cette orchidée maintient la cohésion des familles et des communautés : durant l'époque de pollinisation, les enfants apprennent leur culture, les personnes âgées se sentent incluses et valorisées, et les jeunes gens restent vivre dans leurs communautés. C'est également à cette époque de l'année que toutes ces personnes traitent ensemble les problèmes de la communauté.

Du côté des consommateurs, un kilogramme de vanille naturelle se vend à des milliers de dollars, alors que la « vanilline » obtenue par l'entremise de la biologie synthétique se vend environ dix fois moins cher. En 2014, Evolva et le géant américain IFF (International Flavors & Fragrances) ont commercialisé un arôme de vanilline issu de la biologie de synthèse qu'ils vendent aujourd'hui comme appartenant à la gamme « Always Vanilla » d'IFF. **Evolva qualifie sa vanilline produite par biologie de synthèse de « naturelle », ce qui fait qu'elle entre en concurrence directe avec la production paysanne.**

5. Le vétiver

Le vétiver est une plante vivace herbacée que l'on plante dans de nombreuses régions car son rhizome très efficace prévient l'érosion et permet de purifier l'eau. L'huile de vétiver extraite de ses racines constitue un ingrédient cosmétique très prisé, utilisé dans 90 % des parfums occidentaux, dans des lotions, des désodorisants, des produits ménagers et des agents de conservation alimentaire entre autres. Rien qu'en Haïti, l'huile de vétiver est le principal produit agricole destiné à l'exportation et subvient aux besoins de quelques 60 mille personnes. Dans le sud-ouest du pays, 27 mille

familles de cultivateurs vivent du travail fourni par la plante. En plus des revenus dont les agriculteurs ont tant besoin, la culture du vétiver offre de multiples avantages : cette plante peut prospérer dans un environnement hostile et être plantée sur des coteaux escarpés. Elle sert également à contenir les glissements de terrain. Dans les régions côtières, le vétiver est cultivé pour contrer les inondations et dans les marais il facilite la production de poisson.

L'entreprise Evolva détient plusieurs brevets sur le vétiver et prétend produire des composants structurellement apparentés au vétiver, pouvant être utilisés par l'industrie cosmétique, entre autres. Elle a néanmoins déclaré ne pas avoir l'intention de poursuivre sur cette voie le moment [18].

La culture et la production d'huiles essentielles en Haïti est une activité économique notable et un moyen de survie pour des dizaines de milliers de familles d'agriculteurs. Le vétiver n'est que l'une des huiles essentielles que l'industrie de la biologie synthétique vise à remplacer et il illustre très bien la façon dont les produits obtenus par biologie de synthèse pourraient avoir des effets dévastateurs sur la subsistance des paysans les plus humbles.

6. Le squalane

Le squalène est un ingrédient hydratant haut de gamme, « sans huile » que l'on trouve dans la nature et que l'on utilise dans la fabrication de nombreux cosmétiques. Jusqu'à récemment, il était extrait du foie des requins des grands fonds mais celui que l'on utilise aujourd'hui provient surtout de sources botaniques, principalement de l'huile d'olive et de l'amarante. L'Argentine et le Chili ont développé avec succès la production végétale de squalène.

Depuis 2010, l'entreprise de biologie synthétique Amyris Biotechnologies commercialise un squalane soi-disant « dérivé du sucre » sous le nom de Neossance™ [19]. Le squalane d'Amyris, extrêmement bien implanté sur le marché de la cosmétique, est produit par une levure artificielle alimentée de canne à sucre brésilienne. Il est de nos jours utilisé par de nombreuses marques. Il est aussi vendu par Biossance™, la marque de cosmétiques maison d'Amyris.

la canne à sucre, matière première pour les microbes de la biologie de synthèse

Le Brésil est de loin le plus grand producteur de canne à sucre et le plus gros exportateur de sucre au monde. Il est également doté de plusieurs installations de biologie synthétique, qui requièrent une production de sucre entraînant de graves impacts sur les droits de l'homme et sur l'environnement. En 2016, un rapport des Nations Unies analysant les violations des Droits de l'Homme dans les pays producteurs de canne à sucre a révélé que de graves violations aux Droits de l'Homme avaient lieu sur les plantations, avec notamment des conditions de travail très proches de l'esclavage, des conflits fonciers meurtriers, des acquisitions frauduleuses de terres entraînant des expulsions forcées de communautés ainsi que la perte de terres destinées à la chasse et aux pâturages, sans parler de la déforestation, qui a aggravé l'insécurité alimentaire et la malnutrition [20].



L'édition génomique

Il existe une poignée de techniques de génétique moléculaire qui permettent aux ingénieurs de la *syn bio* d'altérer l'ADN des plantes et des animaux. Ces techniques sont aujourd'hui utilisées à des fins agricoles et de conservation. La plus célèbre d'entre elles est la technique CRISPR (Courtes répétitions palindromiques groupées et

régulièrement espacées), utilisée pour créer entre autres des bovins sans cornes, des champignons qui ne brunissent pas et de nouvelles variétés de maïs « cireux » (un maïs hybride). Des techniques similaires ont également été utilisées pour concevoir un colza tolérant aux herbicides, ou encore des insectes et des souris génétiquement modifiés. Les plantes et cultures modifiées impliquent l'altération de la constitution génétique de ces organismes exactement comme le ferait toute autre technique de génie génétique, même si certaines entreprises de biotechnologie tentent de nous faire croire que l'on ne devrait pas appréhender ou traiter ces organismes comme des OGM, vu qu'ils ne subissent que de « légers » changements. Oui mais voilà, même de petits changements dans la séquence du gène peuvent avoir d'importantes répercussions sur l'organisme et sur l'écosystème. Il semblerait aussi que l'édition du génome provoque des mutations involontaires appelées « effets hors-cible » ou « *off-target* » en anglais, c'est-à-dire des modifications inattendues se produisant dans une toute autre partie du code génétique que celle qui était visée au début. Ce changement pourrait influencer ou non le comportement ou le développement de l'organisme altéré.

L'histoire de l'édition génomique et des « nouveaux OGM » en Amérique latine et dans les Caraïbes

Il n'existe pas, en Amérique latine et dans les Caraïbes, de réglementations adéquates en matière de biosécurité pour contrer les nouvelles techniques OGM ou la dissémination commerciale ou expérimentale d'organismes modifiés par l'entremise de la méthode CRISPR-Cas 9 ou autres technologies d'édition génomique. En Argentine, le Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche a publié en 2015 une résolution (173/2015) permettant à certaines nouvelles biotechnologies, et notamment à l'édition génomique, de passer outre l'évaluation et les exigences en matière de biosécurité si la commission du Ministère sur la biosécurité estime, au cas par cas, que les organismes remaniés ne sont pas des OGM. Le Brésil a affirmé jusqu'en 2018 que les nouvelles techniques de génie génétique pourraient être

couvertes par leurs lois actuelles en matière de biosécurité. S'appuyant sur cette hypothèse, ce pays a par exemple approuvé la dissémination expérimentale de moustiques génétiquement modifiés ainsi que l'utilisation d'une levure modifiée pour la production de farnésène. En janvier 2018, la Commission Technique Nationale brésilienne de Biosécurité (CNTBio) a adopté une résolution impliquant que les nouvelles techniques de sélection végétale (*New Breeding Techniques* en anglais) ou les techniques d'élevage de précision (*Precision breeding Innovation*) suivraient un processus similaire à celui de la résolution adoptée par l'Argentine en 2015. La résolution brésilienne soulève d'importantes préoccupations. Elle permet en effet d'une part d'éviter l'évaluation des risques de biosécurité pour certains organismes et produits dérivés des biotechnologies et d'autre part, elle contemple — et ce pour la première fois au monde — des organismes contenant des gènes artificiels destinés à être relâchés dans l'environnement, qu'il faut absolument surveiller étant donné que les réglementations sur la biosécurité sont limitées, voire inexistantes.

Ces précédents, ainsi que l'approbation récente par les Etats-Unis de certaines cultures génétiquement modifiées sans qu'il ait été exigé qu'elles passent par des dispositions de biosécurité pour les OGM peuvent influencer d'autres gouvernements de pays dans lesquels les transnationales de l'agroalimentaire pèsent énormément.

Une autre préoccupation est celle qui a trait aux accords passés entre le CIMMYT (Centre International pour l'Amélioration du Maïs et du Blé) et DuPont et Monsanto pour développer un maïs modifié avec la technique CRISPR-Cas9, notamment parce que le CIMMYT se trouve au Mexique, le centre d'origine du maïs. Ces accords ont sérieusement été remis en question par la société civile [21].

Tous les pays d'Amérique latine et des Caraïbes dotés de vastes plantations d'OGM mènent également des recherches utilisant les nouvelles techniques d'édition génomique et de la biologie synthétique ; malheureusement, aucun de ces pays n'a cherché pour le moment à actualiser ses

lois en matière de biosécurité pour faire face aux risques que présentent ces techniques. Au contraire, certains ont même encore moins d'exigences que lors de la génération d'OGM précédente.

Effets hors-cible

L'édition génomique utilisant la technique CRISPR n'est pas aussi bien comprise ni aussi précise qu'on veut bien nous le faire croire. Les processus d'« édition » semblent entraîner bien souvent des changements inattendus dans d'autres parties du génome des organismes modifiés : ce sont les fameux effets hors-cible. La fréquence de ces effets remet en question l'hypothèse selon laquelle les nouvelles techniques d'édition génomique telles que CRISPR sont précises et faciles à prévoir. En effet, de telles modifications inattendues dans le génome peuvent mener à des effets indésirables surprenants quant au fonctionnement de l'organisme manipulé de la sorte. Dans le cas des aliments d'origine végétale par exemple, « les effets hors-cible peuvent entraîner l'apparition de toxines ou d'allergènes imprévus, voire encore altérer ou compromettre la valeur nutritionnelle de ces aliments » [22].

Étude de cas : les bananes CRISPR

L'Amérique latine et les Caraïbes sont le principal producteur de bananes au monde. Les pays qui arrivent en tête de la production régionale de ce



fruit très prisé des consommateurs sont l'Equateur, le Guatemala, le Costa Rica, la Colombie, la République dominicaine, le Honduras et le Mexique. Ils fournissent à eux seuls 58 % de l'offre mondiale. Dans d'autres pays comme le Panama, Sainte-Lucie, Saint-Vincent, Saint-Christophe-et-Niévès et la Jamaïque, la production bananière est un élément important de l'économie. La cercosporiose noire (ou sigatoka noir) est la principale maladie qui affecte les vastes bananeraies. Elle est causée par le champignon *Mycosphaerella fijiensis* qui a été combattu par toute une batterie

de produits agrochimiques puis, dernièrement, grâce à l'amélioration de la gestion des sols, qui offre de bien meilleurs résultats et cause moins de dégâts sur la santé et l'environnement. Il y a également eu plusieurs tentatives de rendre les bananes transgéniques tolérantes aux infections de cercosporiose noire, mais en vain.

De nos jours, la plus grande menace pour la production mondiale de bananes est une nouvelle souche du champignon virulent TR4, connu sous le nom de maladie de Panama. Contrairement à ce que son nom pourrait laisser croire, le TR4 ne s'est pas répandu en Amérique latine, mais a néanmoins suscité de fortes inquiétudes dans la région. Le champignon a aussi gravement affecté des dizaines de milliers d'hectares de la variété Cavendish (la variété la plus vendue au monde) en Asie du Sud-est et centrale, en Océanie, au Moyen-Orient et en Afrique.

Les ingénieurs de la biologie synthétique tentent d'utiliser la technique CRISPR pour développer des variétés résistantes au TR4 ; des scientifiques australiens travaillant sur ce fruit ont manipulé les variétés Cavendish et Gros Michel pour qu'elles puissent résister à différentes souches de TR4 [23] et des scientifiques taiwanais ont commencé de leur côté à tenter de concevoir des bananes résistantes au TR4 en utilisant la méthode CRISPR [24].

Il existe des alternatives aux solutions d'édition génomique, très risquées et peu comprises. Ces approches destinées à contrer les problèmes posés par les TR4 et la cercosporiose noire n'ont rien à voir avec les techniques de modification génétique et consistent simplement à diversifier la culture des variétés Cavendish et Gros Michel et à améliorer la gestion des sols. Du côté de la demande, tout porte à croire que les consommateurs ne sont pas du tout prêts à voir leurs bananes manipulées de la sorte. Comme l'a déclaré un porte-parole de l'entreprise Chiquita au *New Yorker*, « Sur nos principaux marchés, en Amérique et en Europe, une banane génétiquement modifiée ne serait pas commercialisable. Ce qui importe, au bout du compte, c'est de continuer à vendre des bananes » [25].

Forçage génétique (*gene drive*)

Le forçage génétique est l'une des applications les plus récentes de la biologie synthétique et de l'édition génomique. Il consiste à éditer génétiquement un organisme selon une série d'instructions soigneusement conçues qui le forcent à transmettre la modification génétique à chacune des générations suivantes, outrepassant ainsi les processus normaux de sélection naturelle. Ainsi, un seul trait génétique (déterminant par exemple qu'une souris sera mâle) se propage sur toute une population ou sur une espèce entière, ce qui peut éventuellement entraîner la transformation ou l'extinction de cette espèce dans son ensemble (toutes les souris pourraient naître mâles ou stériles). Certaines ONG de conservation ont préconisé le recours au forçage génétique pour éliminer les espèces envahissantes telles que les souris et les serpents sur des îles ou encore pour éradiquer des moustiques susceptibles d'être porteurs de maladies à transmission vectorielle. Le forçage génétique agit en changeant ou en éliminant la structure génétique d'une espèce par l'entremise d'une succession de modifications génétiques inarrêtable (de génération en génération), et constitue donc une très lourde intervention en termes d'évolution et pour les écosystèmes. Les réactions génétiques en chaîne enclenchées par le forçage génétique ne peuvent actuellement pas être interrompues une fois qu'elles sont mises en route.

La biologie synthétique permet aux chercheurs et aux entreprises de créer des organismes qui n'ont rien à voir avec des organismes naturels. Dans le cas des cultures et des animaux génétiquement modifiées, et encore plus avec le forçage génétique, ces organismes sont destinés à être disséminés dans l'environnement. On ne connaît pas encore les conséquences potentielles sur la biodiversité de ces nouveaux organismes issus de la biologie de synthèse — qui peuvent sortir des installations confinées ou être intentionnellement relâchés. (Pour plus d'informations, voir le document « Le forçage génétique : le génie génétique perd la tête »).

Forçage génétique et agriculture : le cas de l'amarante en Amérique latine

Un rapport de l'Académie Nationale des Sciences des Etats-Unis sur le forçage génétique s'est penché sur une étude de cas agricole, l'amarante [26] : une espèce d'amarante est en effet devenue résistante au glyphosate, se transformant ainsi en ce que l'on appelle une « super mauvaise herbe ». Le rapport note que si le forçage génétique venait à faire disparaître une espèce d'amarante en Amérique du Nord, cela pourrait entraîner la diminution des récoltes d'amarante, importante source de nourriture traditionnelle en Amérique latine. Le rapport ne le mentionne pas comme tel mais il s'agit ici clairement de techniques de forçage génétique qui transforment l'agriculture et les systèmes alimentaires, favorisent les monopoles semenciers et chimiques et entraînent de lourds impacts pour les droits des agriculteurs et sur la souveraineté alimentaire. Certaines espèces d'amarante sont dotées de grandes propriétés nutritionnelles et cette plante possède depuis toujours de multiples usages alimentaires dans nombre de pays d'Amérique latine et des Caraïbes. Si le forçage génétique pour supprimer cette espèce d'amarante venait à être mis en place, toutes ces vertus se perdraient.

Les promoteurs de forçage génétique veulent s'en prendre aux îles

Plusieurs équipes travaillent actuellement sur des systèmes de forçage génétique sur des populations d'espèces sauvages envahissantes dans le but de les éradiquer. Elles affichent leur travail comme un outil de conservation potentiel. Il est probable que les chercheurs présentent certaines de ces applications aux gouvernements latinoaméricains et des Caraïbes comme des remèdes miracle — en particulier pour les pays dotés de territoires insulaires. Bien que chacune de ces applications vise un endroit bien précis, on court le risque de voir les insectes, les poissons et les animaux génétiquement modifiés se déplacer involontairement de l'endroit où ils ont été relâchés (transportés par exemple par des prédateurs, les

intempéries, des courants marins ou encore par des êtres humains). Les organismes ayant subi un forçage génétique pourraient alors s'étendre globalement et causer l'extinction d'autres espèces. Ils pourraient également nuire à la pollinisation (dans le cas des insectes par exemple), aux réseaux trophiques, voire même à la sécurité alimentaire des êtres humains.

Les moustiques d'Oxitec

Certaines techniques de génie génétique de la biologie de synthèse ont conçu des moustiques dotés d'un gène létal dominant. Ces insectes ont par la suite été relâchés en grandes quantités (des millions dans certains cas) au Brésil, au Panama, dans les Îles Caïman et en Malaisie lors d'essais en champ. On envisage d'en relâcher en Floride, dans les îles Keys. Ces moustiques artificiels ont été conçus par l'entreprise Oxitec, qui a également breveté la technologie associée à ces modifications génétiques. La firme, basée aux États Unis, a été rachetée par Intrexon, qui se targue d'être un « leader de la biologie synthétique ». Le génie génétique vise l'*Aedes aegypti*, vecteur de la fièvre jaune, de la dengue et d'autres maladies. La manipulation de ces moustiques implique une modification génétique qui, en l'absence de tétracycline (un antibiotique), provoque la mort de ces insectes au stade larvaire. La dissémination de ces diptères (mâles principalement) porteurs de ce gène létal est censée entraîner la suppression de la population de moustiques, dans le but de réduire la présence de la dengue et d'autres maladies transmises par l'*Aedes aegypti*.

Cependant, la dissémination de ce type de moustiques dans l'environnement soulève de nombreuses préoccupations scientifiques, sociales, éthiques et en termes de réglementations. Il s'est par exemple avéré que leur dissémination dans les Îles Caïman n'était que relativement efficace en saison sèche, lorsque les populations de moustiques sont peu nombreuses, et si on les associait à des pulvérisations d'insecticides. Pendant ce temps, d'énormes quantités de femelles susceptibles de transmettre la maladie ont été



relâchées, en dépit des affirmations contraires. Il n'existe donc aucune preuve que les disséminations de moustiques réduisent le risque de transmission de la dengue ou d'autres maladies telles que le zika ou le chikungunya. La situation est en outre aggravée par le fait que les cadres nationaux et internationaux de réglementation et d'évaluation des risques qui régissent ces insectes sont encore faibles. Aux Etats-Unis par exemple, on a assisté à une discussion pour savoir quel organisme devait se charger de réglementer la proposition de dissémination des moustiques, étant donné qu'il s'agit d'un domaine tout à fait nouveau avec lequel le monde des réglementations n'est absolument pas familiarisé. La première dissémination dans les Îles Caïman a été menée en l'absence totale de lois sur la biosécurité : les questions spécifiques ayant trait à la biosécurité n'ont pas dûment été prises en compte ni évaluées comme il le fallait. L'information publique, la consultation et la participation de la population ont également cruellement fait défaut. Dans le cas des Îles Caïman, on a affirmé que le public avait reçu les informations adéquates avant la dissémination des moustiques d'Oxitec, mais la vidéo de sensibilisation ne mentionne pas une seule fois le fait que ces insectes soient le fruit de manipulations génétiques.

Information de séquençage numérique sur les ressources génétiques

On peut aujourd'hui synthétiser des segments de gènes, des gènes et même des organismes entiers de grande valeur économique (comme par exemple les virus vaccinaux) à partir de séquences d'information que l'on peut transférer numériquement. Les organismes et les variantes génétiques peuvent ainsi efficacement traverser les frontières sans que l'on ait à transférer physiquement les matériels biologiques d'un endroit à un autre. Il n'est pas nécessaire de synthétiser un génome entier pour que la séquence numérique d'information génère des bénéfices. Des gènes individuels synthétisés à partir de séquences d'informations puis insérés dans des organismes vivants peuvent avoir énormément de valeur, en particulier lorsqu'ils sont destinés à des usages industriels, agricoles et médicaux. Par exemple,

le(s) gène(s) encodant une coûteuse enzyme industrielle ou un composant thérapeutique d'une plante médicinale peut être synthétisé à partir de séquences numériques d'information puis inséré dans des bactéries pour la production dans des cuves de fermentation (Voir la section sur la biologie synthétique et la biosynthèse ci-dessus). Contrairement à ce qui avait lieu auparavant, de tels usages de séquences numériques d'information sont aujourd'hui possibles sans qu'il en faille avoir accès au microbe (ou à la plante, à l'animal) en soi ou sans obtenir de consentement préalable, libre et éclairé, ni d'Accord type de transfert de matériel (ATTM) de la part des personnes ou des peuples qui sont à l'origine de ces ressources génétiques ou qui détiennent ces connaissances.

Étant donné que de nombreuses lois, politiques et accords relatifs à l'accès aux ressources génétiques et au partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation se basent sur le transfert physique de matériels, elles ne peuvent, dans leur forme actuelle, être appliquées à l'information de séquençage numérique sur les ressources génétiques. Ce qui pose de gros problèmes si l'on veut assurer une utilisation des ressources génétiques juste et équitable. Ces problèmes sont amenés à s'aggraver à mesure que le coût du séquençage ira en diminuant et que les outils de stockage et de manipulation de l'information de séquençage numérique sur les ressources génétiques augmenteront.

Histoire de la biopiraterie en Amérique latine et dans les Caraïbes

L'Amérique latine et les Caraïbes sont composées de régions extrêmement riches quant à leur biodiversité, notamment de pays mégadivers comme le Brésil, la Bolivie, le Costa-Rica, la Colombie, l'Equateur le Mexique et le Venezuela : la région a toujours souffert de la biopiraterie. Il est également important de considérer le fait que de nombreuses espèces ont été transférées de ces régions vers des banques de gènes et des jardins botaniques avant l'instauration de la CDB (Convention sur la diversité biologique). Au cours des deux dernières décennies, certains gouvernements ont conclu

des accords avec des transnationales pour autoriser ces dernières à mener des activités de bioprospection, dans la plupart des cas sans aucun consentement préalable, libre et éclairé de la part des peuples autochtones qui ont créé et alimenté ces ressources, et qui sont les principaux gardiens de cette biodiversité. Un exemple récent qui a malheureusement ouvert la voie à d'autres pays est celui du contrat conclu en 1991 entre l'institut national pour la Biodiversité et la Conservation INBio du Costa Rica et l'entreprise pharmaceutique Merck : la firme a versé une modeste somme d'argent à l'INBio pour avoir accès à plus de 10 mille espèces botaniques du Costa Rica et également présentes dans de nombreux autres pays latinoaméricains [27]. D'autres gouvernements, notamment ceux du Mexique, de la Colombie, de l'Equateur ont aussi autorisé des contrats de bioprospection similaires, différant dans leur formulation et leur portée. Il en résulte que des milliers d'espèces appartenant à la biodiversité de l'Amérique latine se retrouvent accaparées dans des collections privées ou publiques dans des universités et entreprises du Nord. Nombre d'entre elles sont étasuniennes (alors que ce pays n'est pas Partie à la Convention sur la diversité biologique) et elles peuvent être brevetées par des entreprises comme cela a déjà été le cas. Même les échantillons de semences des collections des banques de gènes du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR) ont quelquefois été transférées vers des firmes privées sans qu'ait été établi aucun accord type de transfert de matériel (ATTM). Des exemples du CIMMYT et de l'ICARDA (Centre international de recherche agricole dans les zones arides) ont été décrits par le Groupe ETC en 2012 [28].

Conclusions et étapes suivantes

Il est évident que les effets adverses potentiels de la biologie synthétique sur la région latinoaméricaine et des Caraïbes pourraient avoir une portée considérable et terriblement affecter l'environnement, la santé humaine et animale, ainsi que les moyens de subsistance des peuples autochtones et paysans. Dans le cas du forçage génétique en particulier, toute démarche de

recherche ou visant à utiliser des organismes génétiquement modifiés devrait être traitée avec d'extrêmes précautions, et aucune dissémination dans la nature ne devrait avoir lieu, et encore moins dans les extraordinaires écosystèmes de la région, étant donné le caractère irréversible de ces technologies. L'environnement réglementaire, même dans le cadre d'un usage en milieu confiné, doit être revu et renforcé afin que les organismes, composants et produits issus de la biologie synthétique soient soumis à des réglementations très strictes, et que ces technologies soient évaluées comme il se doit pour répondre aux risques et aux considérations socio-économiques. Des mesures d'identification, de détection, de gestion des risques et de surveillance sont également requises et devraient être fournies par les développeurs de la biologie de synthèse pour permettre un suivi rapproché.

Pour de plus amples informations,

Une base de données répertoriant les ingrédients fabriqués à partir des techniques de synthèse de la biologie synthétique :

<http://database.synbiowatch.org/>

Une carte virtuelle illustrant les régions menacées par les succédanés produits par l'entremise de la biologie synthétique, régions dans lesquelles poussent les produits naturels :

<http://www.synbiowatch.org/commodities/natural-products-map/>

Le rapport du Groupe ETC, « Synthetic biology, biodiversity & farmers. Case studies exploring the impact of synthetic biology on natural products, livelihoods and sustainable use of biodiversity » :
<http://www.etcgroup.org/content/synthetic-biology-biodiversity-farmers>

Le site web des Amis de la Terre Australie, projet sur les technologies émergentes, incluant la biologie synthétique :

<http://emergingtech.foe.org.au/synthetic-biology/>

Centre d'information sur la biosécurité de Réseau Tiers-monde (TWN, Third World Network) :

<https://www.biosafety-info.net/subsection.php?ssid=5>

Références

- 1 América Latina: La Transgénesis de un continente. RALLT, RAPAL-Uruguay, Fundación Sociedades Sustentables, Fundación Heinrich Boell, 2014 <http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/Transgenesis%20de%20un%20ContinenteWEB-2.pdf>
- 2 GRAIN, "The United Republic of Soybeans: take two," 2 July 2013, <https://www.grain.org/article/entries/4749-the-united-republic-of-soybeans-take-two>
- 3 GRAIN, "20 años de soja transgénica en el Cono Sur: 20 razones para su prohibición definitiva", 2017 <https://www.grain.org/article/entries/5720-20-anos-de-soja-transgenica-en-el-cono-sur-de-america-latina-20-razones-para-su-prohibicion-definitiva>
- 4 Pignati, W.; Dores E. F.; Moreira J. C. et al. (2013). "Impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente nos municípios do interior de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil." Disponible en [http://www.renastonline.org/recursos/impactos-agrotóxicos-saúde-ambiente-municípios-"interior"-mato-grosso-brasil](http://www.renastonline.org/recursos/impactos-agrotóxicos-saúde-ambiente-municípios-) Ronco, A.E, Marino, D. et al (2016). "Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments", Environmental Monitoring and Assessment, 2016 <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-016-5467-0>
- 5 Carrasco, Andrés, "Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling", Chemical Research in Toxicology, 2010, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/tx1001749> See also documents reviewed in "Agrotóxicos vs Salud. Lectura del Dr. Damián Verzeñassi", 2015 <http://www.lavaca.org/notas/agrotoxicos-vs-salud-la-lectura-del-doctor-verzenassi-el-dano-esta-probado/>
- 6 idem footnote 3
- 7 idem footnote 3
- 8 See <http://database.synbiowatch.org/>
- 9 Development Bank of Latin America, accessed on December 21, 2017. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/04/cacao-fino-la-joya-de-america-latina/>
- 10 Reuters, "Producción de cacao aumenta en Latinoamérica ante declive en Asia ,", 27 September 2016, <https://lta.reuters.com/article/businessNews/idLTAKCN11X1WO>
- 11 Terravia website, accessed 20 December 2017.
- 12 Elaine Watson, "Algal butter could replace shea stearin, cocoa butter, palm oil, PHOs." Foodnavigator USA, 03 May 2017, https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2017/05/04/TerraVia-algae-butter-to-launch-in-early-2018?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright
- 13 Ibid.
- 14 See <http://algawise.com/wp-content/uploads/2017/09/Algawise-Algae-Butter.pdf>
- 15 Biofuels Digiect, "Babassu palm gets blame for Amazonian deforestation," Web article, 25 April 2011, <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2011/08/25/babassu-palm-gets-blame-for-amazonian-deforestation/>
- 16 IMARC, "Stevia Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2017-2022." See IMARC's press release for the report here: <http://www.digitaljournal.com/pr/3408559>.
- 17 Evolva investor presentation, 30 March 2016, slide 5: <http://www.evolva.com/wp-content/uploads/2016/03/EVE-FY15-PPT.pdf>
- 18 ETC Group, "Haiti, essential oils and synthetic biology," 2016. <http://www.etcgroup.org/content/haiti-essential-oils-synthetic-biology>
- 19 Soliance also distributes products of synthetic biology ("white technology") such as Hyaluronic Acid (HA), dihydroxyacetone (DHA), sophorose lipids and polysaccharides. www.soliance.com/page.php?id=7
- 20 United Nations General Assembly, "Human rights and transnational corporations and other business enterprises," A/71/291, <http://undocs.org/A/71/150>.
- 21 Silvia Ribeiro, "Monsanto, DuPont, Crispr, ¿qué puede salir mal?" La Jornada, México, 2016 <http://www.jornada.unam.mx/2016/10/01/opinion/019a1eco>
- 22 European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility, "ENSSER Statement on New Genetic Modification Techniques: products of new genetic modification techniques should be strictly regulated as GMOs," 27 September 2017, <https://ensser.org/topics/increasing-public-information/ngmt-statement/>
- 23 Erik Stokstad, "GM banana shows promise against deadly fungus strain." Science, 17 November 2017. Accessed November 2017. <http://www.sciencemag.org/news/2017/11/gm-banana-shows-promise-against-deadly-fungus-strain>
- 24 David Cyranoski, "CRISPR tweak may help gene-edited crops bypass biosafety regulation." Nature News. 1 Oct 2015. Accessed November 2017. <http://www.nature.com/news/crispr-tweak-may-help-gene-edited-crops-bypass-biosafety-regulation-1.18590>
- 25 Mike Peed, "We Have No Bananas," The New Yorker (online edition), 10 January 2011. Accessed August 2017. <https://www.newyorker.com/magazine/2011/01/10/we-have-no-bananas>
- 26 National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, "Gene Drives on the Horizon: Advancing Science, Navigating Uncertainty, and Aligning Research with Public Values," 2016, <http://nas-sites.org/gene-drives/>
- 27 Rodríguez Cervantes, Silvia. El despojo de la riqueza biológica, 2013, Editorial Itaca, Mexico.
- 28 ETC Group, "The Greed Revolution," 2012, http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/ETComm108_GreedRevolution_120117.pdf