

Biotechnologies végétales *info*

Publication de l'Association Française des Biotechnologies Végétales (AFBV)

N° 23

SOMMAIRE

Actualités

P.2 Bilan 2019 des plantes génétiquement modifiées

Les cultures biotechnologiques de plus en plus appréciées par les Africains

48% des consommateurs doutent de la sécurité des aliments « génétiquement modifiés »

P.3 Des médicaments issus du tabac

Un nouveau blé à haut rendement voit le jour

L'AFBV écrit au Ministre de l'agriculture

Dossier

P.4 Covid-19 et agriculture

Les coronavirus : des pathogènes infectant les animaux et l'homme

Un vaccin contre la COVID-19 conçu à la vitesse de l'éclair

P.6 Diagnostic biologique de l'infection à SARS-CoV-2 : place des marqueurs virologiques

L'utilisation du marquage moléculaire en amélioration des plantes

Méthodes PCR pour la détection de pathogènes transmis par les semences

P.7 Le test de détection PCR

L'utilisation des tests in vitro chez les plantes

Focus

P.8 Des vaccins contre la COVID19 produits dans des cellules végétales

Des microalgues génétiquement modifiées pour développer un vaccin comestible contre la Covid

Des gènes de banane pour sauver Cavendish ?

Une aubergine BT résistante aux insectes en attente d'autorisation



AFBV
Association Française
des Biotechnologies Végétales

23-25, rue Jean-Jacques Rousseau
75001 PARIS

afbv.secretariat@gmail.com

www.biotechnologies-vegetales.com

Directeur de publication : Georges Freyssinet

Secrétaire de rédaction : Gil Kressmann

ISSN 2273-6727

Prix de l'abonnement annuel : 27 euros

L'édition génomique reconnue par l'attribution du prix Nobel de Chimie

Le 7 octobre 2020 le prix Nobel de chimie a été décerné à Emmanuelle Charpentier et Jennifer Doudna qui ont conçu les nouveaux « ciseaux moléculaires » ou CRISPR-Cas. Comme cela a été souligné par beaucoup de personnalités françaises, la France est à l'honneur, oubliant qu'Emmanuelle Charpentier, après un doctorat en France, a poursuivi sa carrière aux Etats-Unis et dans différents pays européens. Elle est actuellement directrice du centre de recherche Max Planck pour la science des pathogènes à Berlin et a cofondé Crispr Therapeutics. Mais rares ont été les personnalités à souligner que les applications de cette technologie sur les plantes sont de fait toujours interdites en Europe alors que cette découverte date de plus de huit ans.

Cette technologie permet d'inhiber, corriger, activer ou modifier un ou plusieurs gènes dans une cellule avec précision et rapidité. Les possibilités d'utilisation en recherche et d'applications dans le domaine de la santé humaine ou dans l'amélioration des plantes ou des animaux sont innombrables. Cette technologie a déjà été utilisée dans le monde pour créer des riz et des blés résistants à des champignons, des virus ou des bactéries, adaptés aux variations climatiques ou présentant une qualité améliorée. Les premières semences commerciales arrivent au niveau de l'agriculteur, en particulier aux Etats-Unis.

Si les applications de cette technologie en santé humaine ont fait l'objet de nombreuses citations, celles sur les plantes ou les animaux ont été très limitées. Alors que la France et l'Europe veulent réduire l'utilisation des produits phytosanitaires et adapter leur agriculture aux conséquences du changement climatique, elles ne peuvent pas se priver d'utiliser toutes les technologies disponibles pour l'amélioration génétique des plantes. L'édition génomique doit faire partie de la palette des technologies que le sélectionneur peut utiliser pour répondre aux besoins de l'agriculture et de la société.

L'attribution de ce prix doit servir de signal fort auprès des acteurs français et européens pour que 2021 devienne l'année où un nouveau départ sera donné à l'innovation en amélioration des plantes à travers le Plan de relance en France et le Pacte vert européen en permettant que les technologies d'édition génomique puissent être utilisées pour cette innovation.

Georges FREYSSINET

Président de l'AFBV

Monde

Bilan 2019 des plantes génétiquement modifiées

Avec l'ajout de trois pays africains, le nombre de pays cultivant des plantes biotechnologiques en 2019 est passé à 29 contre 26 en 2018. Les surfaces plantées en OGM dans le monde ont légèrement reculé en 2019.

Avec 190,4 millions d'hectares (Mha) de cultures biotechnologiques cultivées, contre 191,7 Mha en 2018, c'est une baisse de

0,7% qui est enregistrée. Les États-Unis restent le pays phare avec 71,5 Mha de surfaces OGM (71,5 Mha). Ils sont suivis du Brésil (52,8 Mha), de l'Argentine (24 Mha), du Canada (12,5 Mha) et de l'Inde (11,9 Mha). Pour un total, à eux cinq, de 172,7 Mha, soit 91% de la superficie mondiale.

Le soja est la principale culture biotechnologique mondiale avec 91,9 Mha, soit 48% de

la superficie mondiale (en recul de 4% par rapport à 2018), suivi par le maïs (60,9 Mha), le coton (25,7 Mha) et le canola (10,1 Mha). Il existe aussi d'autres cultures issues des biotechnologies comme la betterave à sucre, la pomme de terre, la luzerne, mais aussi des fruits et légumes tels que la papaye, l'aubergine, la courge, la pomme, l'ananas. ■

Source : ISAAA

Les cultures biotechnologiques de plus en plus appréciées par les Africains

L'Afrique confirme son intérêt pour l'adoption des cultures biotechnologiques. Elle double le nombre de pays adoptant ces cultures en 2019.

L'Afrique peut être considérée comme la région ayant le plus grand potentiel d'avantages avec l'adoption de cultures biotechnologiques en raison des immenses problèmes liés à la pauvreté et à la malnutrition. En 2018, trois pays cultivaient des cultures biotech : l'Afrique du Sud, le Soudan et le Swaziland. Trois autres pays (Malawi, Nigéria et Éthiopie) ont décidé à leur tour de se lancer dans les cultures biotechnologiques en 2019. Le Kenya a annoncé la commercialisation du coton biotechnologique à la fin de 2019, avec des semis qui ont commencé en 2020. Outre ces développements, des progrès significatifs dans la recherche, la réglementation et l'acceptation des cultures biotechnologiques ont été mis en évidence au Mozambique, au Niger, au Ghana, au Rwanda et en Zambie.

Source : Service international pour l'acquisition des applications agro-biotechnologiques (ISAIA)



48% des consommateurs doutent de la sécurité des aliments « génétiquement modifiés »

Selon une enquête du Pew Research Center menée dans 20 pays du monde (entre octobre 2019 et mars 2020), 48 % des personnes interrogées affirment que les aliments « génétiquement modifiés » ne sont pas sains à manger tandis que 13 % disent que ces aliments sont sains. Mais 37% déclarent ne pas en savoir assez pour donner une opinion sur la sécurité des aliments génétiquement modifiés.

On relève que la Russie est le pays où les craintes sont les plus élevées (70 % des russes ont des craintes), la France se situant au 6^{ème} rang avec 54 % de personnes interrogées qui



doutent de la sécurité des aliments génétiquement modifiés. Seulement 8 % des Français considèrent que ces aliments sont sains !

Par contre les Néerlandais sont parmi les moins craintifs : seuls 29 % de la population doutent de la sécurité des aliments génétiquement modifiés mais 50 % disent ne pas en savoir assez pour se prononcer. A noter que 31 % des Australiens sont convaincus que ces aliments sont sains, ce qui les place au premier rang des convaincus.

Si près d'une personne sur deux s'inquiète des éventuelles implications sanitaires de ces nouvelles pratiques, ce point de vue est en contradiction avec le consensus scientifique. Un rapport de 2016 des académies nationales des sciences, de l'ingénierie et de la médecine a mis en évidence un consensus parmi les experts scientifiques des États-Unis sur la sécurité des aliments génétiquement modifiés. En 2019, un groupe d'experts au Japon est arrivé à la même conclusion. ■

Gil Kressmann

Source : Etude Pew Research Center- Factank 11 Novembre 2020

Brève

Etats-Unis

L'ananas GM à la chair rose et à la saveur plus sucrée mis en marché

Un ananas à chair rose mais aussi plus juteux et plus sucré est maintenant disponible à l'achat pour les américains. Il est commercialisé par Del Monte.

En plus d'avoir un goût plus doux qu'un ananas ordinaire, il est aussi rose au lieu de jaune. Cet ananas est rose grâce au lycopène, un pigment qui rend les tomates rouges, les pastèques roses et les pamplemousses roses.

Les ananas Pinkglow génétiquement modifiés ne sont pas produits aux États-Unis mais proviennent tous d'une seule ferme au Costa Rica.



Royaume-Uni

Des médicaments issus du tabac

Audrey Teh est immunologiste moléculaire à St George's, Université de Londres. Elle utilise des plants de tabac pour produire des anticorps pour le développement de médicaments, pour combattre des maladies comme le cancer et le COVID-19. « Nous introduisons les gènes codant pour les protéines pharmaceutiques et les plantes les fabriquent ». Son laboratoire développe les produits pharmaceutiques d'origine végétale jusqu'au stade préclinique. Cette approche par les plantes est beaucoup moins chère que les systèmes industriels actuels, qui reposent sur la culture de cellules humaines ou de mammifères. ■



Source : Nature N° 586 Nov 2020 : <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02938-6>

Royaume-Uni

Un nouveau blé à haut rendement voit le jour

Des chercheurs de l'université de York (Royaume-Uni) ont annoncé le 24 novembre la mise au point d'un blé pouvant produire des grains « jusqu'à 12% plus gros » qu'un grain des variétés conventionnelles sans pour autant diminuer le nombre de grains dans l'épi.

Jusqu'alors, il était convenu qu'il existait une limite entre le nombre de grains contenus dans un épi et le poids de ses grains. Les chercheurs du Centre de nouveaux produits agricoles (CNAP) de l'université ont dépassé cette apparente contrainte en augmentant les niveaux de la protéine appelée expansine, qui est un déterminant majeur dans la croissance des plantes. « Nous avons ciblé cette modification afin qu'elle soit cantonnée au développement du grain de blé » précise le professeur Simon McQueen-Mason du département de biologie du CNAP. ■

Source : <https://www.york.ac.uk/news-and-events/news/2020/research/modified-wheat-could-tackle-food-shortage/>



Billet d'humeur

« Mute news » sur les biotechnologies végétales

Les grands médias français sont restés muets, à quelques rares exceptions près, sur les résultats des trois contre-expertises européennes qui ont remis en cause les conclusions de l'étude de G.E. Seralini sur les risques de tumeurs en cas de consommation d'OGM par des rats. La rédaction de *Challenges* avait commenté ce silence des médias français en reprenant ma formulation de « mute news ».



De même les médias ont été, à juste raison, très diserts sur la remise du Prix Nobel de chimie à Emmanuelle Charpentier et à Jennifer Doudna pour leur découverte des ciseaux moléculaires. Mais alors que les applications de cette biotechnologie dans le domaine de la santé humaine ont été mises à l'honneur, les multiples applications déjà existantes ou en devenir dans le domaine de l'amélioration des plantes ont été ignorées.

Rappelons la quasi censure par le monde du cinéma du film *Food Evolution*, le seul documentaire qui présente le débat sur les OGM en donnant la parole aux différentes parties prenantes.

Tout récemment les médias ont largement fait écho aux biotechnologies rouges à l'origine des premiers vaccins autorisés contre le coronavirus mais ils continuent à ignorer les applications des biotechnologies vertes dans le domaine de la protection des plantes.

Cet ostracisme des médias vis-à-vis des biotechnologies vertes serait-il la marque d'une connivence d'une grande partie de la communauté journalistique avec les courants les plus contestataires du progrès dans l'agriculture ? ou plus prosaïquement l'expression d'un manque de courage des médias qui n'ont plus la solidité financière nécessaire pour prendre le risque d'interpeller une pensée dominante ?

Gil Kressmann

L'AFBV écrit au Ministre de l'agriculture

Le Président de l'AFBV, Georges Freyssinet, a écrit au Ministre de l'agriculture pour le mobiliser sur la nécessité de faire évoluer la réglementation européenne sur les OGM devenue obsolète. « Nous pensons que cette évolution de la réglementation est indispensable pour permettre à la recherche publique et privée de concevoir de nouvelles variétés de plantes présentant un intérêt agronomique et en capacité de répondre aux enjeux de la transition écologique de notre agriculture ». (Voir position du Ministre page 7 dans : « Ils ont dit »).

Le Président a également informé le Ministre de l'initiative conjointe de l'AFBV associée au Wissenschaftlerkreis Grüne Gentechnik e.V. (WGG) pour proposer à la Commission européenne des évolutions de la réglementation qui permettraient de développer les produits issus de l'édition du génome.



**NOUVEAU SITE
BIOTECHNOLOGIES
VEGETALES
EN LIGNE**

www.biotechnologies-vegetales.com

Covid-19 et agriculture

Apports des biotechnologies dans la lutte contre le coronavirus et dans l'amélioration des plantes

Depuis début 2020, le monde fait face à une pandémie virale qui entraîne de nombreuses difficultés et contraintes : sanitaires mais aussi dans nos vies professionnelles et personnelles. Les meilleurs moyens pour se protéger semblent être les mêmes que lors des autres pandémies de même origine : le port du masque, le lavage des mains et surtout l'isolement (confinement) donnant l'impression que tous les développements technologiques et scientifiques ne servent à rien en pareille situation.

Toutefois, un regard plus poussé nous montre que ces développements permettent plus rapidement des avancées importantes dans différents domaines : des tests spécifiques, la sélection parmi des milliers molécules à l'aide de tests in vitro, de celles qui pourraient avoir un effet sur cette épidémie. C'est aussi grâce à ces développements dans le domaine des biotechnologies que nous disposons des premiers vaccins. Ils contribuent aussi à une compréhension plus rapide et plus spécifique de cette épidémie et aident à la mise en place de procédures de soin plus adaptées.

Dans ce dossier nous avons regroupé, dans une première partie, les avancées dans des domaines clés : connaissance du virus, tests, vaccins. Dans une seconde partie quelques exemples de biotechnologies végétales (tests génétiques moléculaires et tests in vitro) sont présentés pour montrer que ces technologies, utilisées dans la lutte contre la Covid, sont aussi employées dans le domaine de l'amélioration des plantes.

Ainsi, le laboratoire de Marc Laurent (voir texte ci-dessous) réalise des tests pour le virus mais aussi pour des semences fournis par les semenciers. Vous pouvez lire aussi, dans « Focus » que les plantes servent à la production de vaccins contre la Covid.

Georges FREYSSINET

Santé humaine

Les coronavirus : des pathogènes infectant les animaux et l'homme⁽¹⁾

Peu de temps après l'apparition dans la province chinoise de Hubei de cas de pneumonie sévère, l'agent causal a été identifié comme un nouveau coronavirus, désigné SARS-CoV2. Grâce aux techniques de séquençage on a rapidement disposé de sa séquence génomique, information cruciale pour la mise au point du test de détection dit PCR.

Ce génome, constitué d'une molécule d'ARN d'environ 30 000 nucléotides, code une quinzaine de protéines. Certaines de ces protéines ont une fonction enzymatique et constituent des cibles pour le développement de molécules antivirales aptes à bloquer leur activité. D'autres sont impliquées dans la formation des virions dont la protéine S qui constitue les spicules, joue un rôle majeur dans l'entrée du virus dans les cellules cibles et qui sert de base aux vaccins car elle est responsable de l'induction d'anticorps neutralisants.

Jusqu'au début de ce siècle, les coronavirus infectant l'Homme ne se sont manifestés

que comme des agents responsables de rhumes bénins. En médecine vétérinaire en revanche, les coronavirus sont considérés comme des pathogènes majeurs, responsables de maladies sévères chez plusieurs espèces d'animaux domestiques comme la gastro-entérite transmissible porcine ou la bronchite infectieuse des volailles. La plupart ciblent les muqueuses aériennes ou digestives, occasionnant des troubles respiratoires allant de la bronchite à la pneumonie, ou des diarrhées, souvent fatales chez les individus en bas âge. Aucun de ces coronavirus connus ne se transmet à l'Homme.

Les techniques du séquençage au secours de l'humanité

Cette pandémie survient après deux alertes dues à des virus génétiquement proches : les virus SARS et MERS, à l'origine de deux épidémies survenues respectivement en Chine en 2002 et dans la péninsule arabique en 2012. Un trait commun à ces trois virus est leur origine zoonotique. Les chauve-souris



hébergent des coronavirus dotés d'un potentiel de transmission à des espèces éloignées et font office de réservoirs primaires naturels. Une fois la barrière d'espèce franchie, la transmission devient inter-humaine, avec une diffusion potentiellement incontrôlable lorsque que la contagion passe aussi par des individus asymptomatiques, comme c'est le cas pour le SARS-CoV2.

Sans les progrès considérables accomplis dans le domaine du séquençage et de l'ingénierie génétique, l'humanité se trouverait fort démunie devant la nécessité de suivre l'évolution de l'épidémie, et de développer des approches thérapeutiques et vaccinales propres à pouvoir y faire face. ■

Hubert LAUDE

Directeur de Recherche Honoraire, INRAE

(1) Le texte complet est présent sur le site Web de l'AFBV, www.biotechnologies-vegetales.com, onglet « Actualités »

Santé humaine

Un vaccin contre la COVID-19 conçu à la vitesse de l'éclair⁽¹⁾

Moins d'un an après l'identification du Sars Cov2, plusieurs vaccins COVID 19 ont bénéficié d'une autorisation d'utilisation par les agences règlementaires. Les données préliminaires sont en faveur d'une très bonne efficacité. Leur utilisation dans l'UE a commencé la dernière semaine de décembre.

L'urgence sanitaire explique une évaluation accélérée inédite d'un vaccin contre la COVID19 et on peut noter que les autorités chinoises ont démarré la vaccination de leur armée sans attendre toutes les données d'efficacité ! Les principaux candidats vaccins dirigés contre le SARS-CoV-2 sont de quatre types :

1. Les vaccins viraux :

Dans ce cas, le virus est inactivé et ne présente aucun risque infectieux. Un adjuvant est nécessaire. C'est l'approche de la Chine (Sinovac, Sinopharm).

2. Les vaccins à ARN :

Ils sont composés d'un ARNm enveloppé d'une couche lipidique facilitant son entrée dans la cellule. Il code pour une protéine, la protéine S (Spicule) dans le cas du SARS-CoV-2. Développée au début des années 90, cette technologie présente des avantages :



cycles courts de production, faible coût de fabrication et sécurité (aucun risque infectieux ni risque de survenue de mutagenèse insertionnelle). Il a obtenu des résultats encourageants sur les modèles animaux pour les infections à VIH, à virus grippal et à virus Zika et de bons résultats d'immunogénicité chez l'homme. Cette stratégie est celle utilisée par Moderna, Curevac et Pfizer/BioNTech.

3. Les vaccins à vecteurs viraux :

Ces vaccins utilisent une souche virale non pathogène pour l'homme, ou un virus vaccinal déjà connu et génétiquement modifié afin de produire les protéines du virus cible dans l'organisme. Des vaccins contre Ebola ont reçu une autorisation d'utilisation chez l'homme. Il en existe de deux types :

- Les vaccins à vecteurs viraux réplikatifs qui se multiplient dans la cellule cible : Un candidat vaccin, reposant sur un vecteur vaccinal rougeole ciblant la protéine S du SARS-CoV-2 développé par l'Institut Pasteur de Paris est en cours d'essai clinique ;
- Les vaccins à vecteurs viraux non réplikatifs : Plusieurs candidats vaccins de ce type sont en essai clinique utilisant soit l'adénovirus de type 5, soit un adénovirus du chimpanzé. Celui d'AstraZeneca entre dans cette catégorie.

4. Les vaccins basés sur des protéines :

Plusieurs équipes, dont celles de Sanofi Pasteur, développent ce type de vaccin en utilisant la protéine S du virus. Ces vaccins nécessitent la présence d'un adjuvant et plusieurs doses pour être immunogène.

En un temps record, plusieurs nouveaux vaccins devraient être disponibles en 2021. Une incertitude est liée à l'hésitation vaccinale en France, l'une des plus fortes au monde. Qu'en sera-t-il pour le vaccin contre les SARS-CoV-2 ? ■

Odile LAUNAY

Centre d'Investigation clinique, Hôpital Cochin-Paris

(1) Le texte complet est présent sur le site Web de l'AFBV, onglet « Actualités »

Point de vue

Christian Levêque

Directeur de recherche émérite, IRD

La nature, il faut aussi savoir s'en protéger !



Les épidémies ont ponctué l'histoire de l'humanité : elles n'ont rien d'exceptionnel. Les deux tiers de nos pathogènes sont issus d'un transfert de l'animal vers l'homme, ce que nous redécouvrons : les barrières qui nous séparent du règne animal sont poreuses dans les deux sens.

Les conditions de transmission sont souvent liées à deux facteurs bien identifiés : la promiscuité avec les animaux domestiques ou commensaux, et la consommation de viande de chasse. Les besoins alimentaires qui résultent de la forte croissance démographique de l'humanité ont mécaniquement accru le nombre d'animaux d'élevage, la recherche de nouvelles terres et une consommation accrue de « viande de brousse » qui augmentent la probabilité de contacts avec de nouveaux pathogènes.

De plus, l'accroissement du commerce international et de la circulation des individus, favorisent la diffusion et l'expansion d'endémies qui deviennent des pandémies.

L'épisode que nous vivons nous rappelle, si nécessaire, que la nature est également une source inépuisable de nuisances et que nous ne devons pas baisser la garde. Reste à savoir que faire... Il ne sert à rien de continuer à nous lamenter sur la croissance démographique : on ne sait pas comment la réguler ; interdire la consommation de viande de brousse ne ferait que renforcer les circuits parallèles. Dans un tel contexte qui n'est pas sans rappeler les calamités climatiques, la prévention de nouvelles zoonoses est difficilement prévisible et nous devons donc vivre dans cette incertitude.

Pour y faire face on peut envisager de renforcer des dispositifs de type alerte précoce (« early warning ») pour mieux contrôler la dispersion des maladies, y compris celles des plantes et des animaux. Il faut aussi renforcer la recherche épidémiologique sur l'émergence des pandémies, une recherche multidisciplinaire qui ne relève pas du seul secteur médical. Mais évitons de tomber dans la pensée magique du type « la nature se venge parce que nous la détruisons ».



Santé humaine

Diagnostic biologique de l'infection à SARS-CoV-2 : place des marqueurs virologiques⁽¹⁾

Comme pour toute infection virale, le diagnostic biologique de l'infection au coronavirus dénommé SARS-CoV-2 et responsable d'une maladie baptisée Covid-19 repose sur la connaissance de la physiopathologie de l'infection et de la cinétique des marqueurs viraux. Ces marqueurs sont utilisés pour les tests directs ou indirects sachant que la maladie Covid-19 étant une infection respiratoire à incubation courte (en moyenne 5 jours), le diagnostic de choix est la mise en évidence directe du virus ou de ses constituants, le plus tôt possible après le début des symptômes.

Diagnostic direct :

• **Les tests « PCR »** : Dès le début de l'épidémie il est apparu que la recherche de l'ARN viral par amplification génique (RT-qPCR) dans les prélèvements naso-pharyngés était la méthode la plus appropriée. L'ARN viral y est fortement présent dans les deux jours précédant l'apparition des symptômes et dans les premiers jours suivants. La charge virale diminue ensuite progressivement. Le

diagnostic de masse requiert un équipement et une logistique importants ce qui explique le délai nécessaire de plusieurs heures, voir jours dans certains cas, pour disposer du résultat.

• **Les tests « antigéniques »** : Des tests rapides de détection des antigènes viraux sont récemment apparus. Si leur rapidité et leur simplicité sont très attrayantes, leur sensibilité est inférieure à celle de la PCR (sensibilité globale de l'ordre de 60%). Ils ne peuvent donc pas remplacer le test PCR mais représentent une alternative dans des situations d'urgence.

Diagnostic indirect :

Ce test consiste à détecter des anticorps anti-SARS-CoV-2 dont la présence est optimale seulement à partir de 14 jours après le début des symptômes. C'est un test de rattrapage chez des patients symptomatiques présentant un test PCR négatif. Si la recherche de ces anticorps est positive, cela signe uniquement le contact possible avec le virus. Bien qu'il semble que la présence de ces anticorps soit associée à une activité neutralisante, aucune donnée

ne permet aujourd'hui d'affirmer de manière définitive que ces anticorps soient associés à la protection vis-à-vis d'une infection ultérieure, ni la durée de cette potentielle protection. ■

Francis BARIN

Professeur émérite, Inserm - Université de Tours

(1) Le texte complet est présent sur le site Web de l'AFBV, onglet « Actualités »

Agriculture

Méthodes PCR pour la détection de pathogènes transmis par les semences

Les analyses pour identifier des semences saines sont essentielles pour la sécurité alimentaire et pour éviter l'introduction de pathogènes dans de nouvelles régions.

L'intégration de méthodes PCR dans les protocoles de qualité sanitaire des semences permet d'obtenir des résultats plus rapidement qu'avec les techniques classiques (étalement sur milieux, bioessai...), et par conséquent accélérer la distribution et la commercialisation de semences saines.

La mise au point de tests PCR spécifiques est rapide et simple grâce aux séquences nucléiques des pathogènes de plantes disponibles dans les bases de données publiques, ce qui permet le développement de nouvelles méthodes PCR face à ces pathogènes présents sur les semences.

Les deux applications principales de ces tests PCR sont soit l'identification sur souches isolées, comme alternative aux tests de pouvoir pathogène sur plantes, soit la détection comme étape de criblage pour identifier les semences saines. Ces méthodes moléculaires doivent être toujours employées en combinaison avec d'autres techniques dans les protocoles de qualité sanitaire. Un résultat négatif en PCR serait suffisant pour confirmer le bon état sanitaire de l'échantillon. En revanche la présence d'ADN résiduel, par exemple après désinfection de semences, peut donner un résultat PCR positif même en cas d'absence d'agents infectieux. Ainsi les techniques classiques sont toujours nécessaires pour confirmer viabilité et infectivité. ■

Agriculture

L'utilisation du marquage moléculaire en amélioration des plantes



La disponibilité de séquences du génome des plantes permet d'identifier des marqueurs moléculaires dont certains révèlent des différences entre le génome de plusieurs variétés végétales. Mis en œuvre ceux-ci identifient les allèles recherchés et constituent de véritables outils de sélection. Ils ont l'avantage de pouvoir s'appliquer très tôt dans le processus de sélection avec une grande précision et à faible coût.

Depuis le début des années 90 leur utilisation dans les programmes d'amélioration des plantes augmente exponentiellement grâce à la recherche et la mise au point de marqueurs pour un nombre croissant de gènes d'intérêt, la disponibilité de séquences d'ADN de nombreux génomes y compris

ceux d'espèces à large génome comme le blé tendre, la bio-informatique et les outils d'analyse, l'amélioration des technologies de marquage, la robotisation et l'automatisation.

Le nombre des points de marquage générés annuellement par un semencier (un point de marquage correspond à une plante analysée par un marqueur) se compte par centaines de millions pour une espèce végétale si l'on inclut les marquages sur les supports haut débit que sont les puces à ADN.

Ils sont mis en œuvre pour cibler de nombreux caractères tels que la résistance aux pathogènes et ravageurs, les facteurs de développement et de régularité des rendements, la qualité des produits bruts et élaborés après transformation industrielle pour ne citer que les principaux. Ils sont aussi utilisés de manière neutre en sélection génomique pour la détection des effets faibles et si possible additifs, contribuant à l'expression de caractères complexes tels que la productivité. ■

Pierre DEVAUX

Directeur Recherche & Innovation,
Groupe Florimond Desprez.

Thomas BALDWIN

Responsable du pôle détection - BioGEVES

Santé humaine

Le test de détection PCR

La PCR quantitative, après transcription inverse, RT-qPCR (PCR en bref) est une méthode moléculaire qui permet l'identification et la mesure spécifiques d'un ARN ou de gènes à travers une série de cycles d'amplification. Suite à l'identification des gènes portés par l'ARN du génome du COVID-19, elle est devenue la méthode de choix pour le tester (voir l'article de F. Barin).

Transférer cette méthode du laboratoire expérimental à l'échelle d'une production de 50 000 échantillons par jour dans un laboratoire d'analyses médicales nécessite la consolidation de nombreuses étapes critiques, notamment :

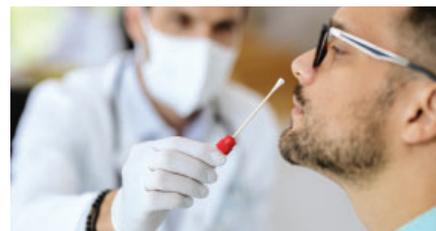
1. Développer des protocoles impliquant des robots, des machines pour le test PCR et des procédures bien documentées, sans oublier les approvisionnements en réactifs.
2. Établir le seuil de détection du test, qui est le niveau minimum de virus présent dans l'échantillon pouvant être détecté.
3. Démontrer la répétabilité et l'exactitude avec des échantillons témoins positifs et

négatifs. La limite de détection, la répétabilité et la précision, ainsi que le délai d'exécution (idéalement moins de 24 heures), définissent la qualité globale du test.

Les virus recherchés à la trace

Au fil du temps, les différentes étapes de ce test ont été optimisées :

- I. La collecte de l'échantillon est passée d'un prélèvement nasopharyngé avec un écouvillon (loin au fond du nez) à une simple collecte dans les narines. Initialement réalisé par un professionnel de santé, ce prélèvement peut maintenant être fait sans surveillance médicale, mais avec des précautions pour éviter les contaminations.
- II. Au laboratoire, de nouvelles méthodes permettent de prendre l'échantillon directement du tube de prélèvement dans celui pour la PCR sans extraire au préalable l'ARN, ce qui économise du temps et des réactifs.
- III. Dans certains laboratoires le test est effectué en utilisant une simple collecte de salive.



Pour aider à comprendre les flambées épidémiques et faciliter le suivi des contacts dans les populations, des échantillons positifs sont soumis à un séquençage complet du génome du virus, ce qui permet d'identifier différentes souches de virus, et de retracer leur provenance et leur propagation. ■

Marc LAURENT

Société Helix San Diego, USA

Ils ont dit :

“ En France, un chercheur peut ne pas être promu s'il travaille sur des sujets incorrects ”



Agnès Ricoch
Maître de conférence
à AgroParisTech

« Le génie génétique, notamment la transgénèse produisant des OGM au sens européen du terme, est très mal perçue en France. Un chercheur peut ne pas obtenir de promotion s'il travaille sur ces sujets devenus politiquement incorrects, et subir des pressions de sa hiérarchie pour ne pas s'exprimer dans les médias. »

Source : Le Point 12 octobre 2020

“ Les NBT : des nouvelles techniques extrêmement utiles ”



Julien de Normandie
Ministre de l'agriculture

« Les nouvelles techniques de sélection végétale (NBT) peuvent faire gagner énormément de temps là où il faut aujourd'hui près de 10 ans pour développer une nouvelle variété. Elles sont donc extrêmement utiles. Je souhaite à cet effet que le cadre juridique permette de continuer à innover en matière de sélection variétale dans un objectif de sécurité sanitaire et environnementale mais aussi dans un objectif d'une agriculture plus durable. »

Source : Assemblée générale de l'UFS le 5/11/2020

“ L'édition de gènes est une formidable avancée ”



Michel Thibier
Ancien Président de l'UEAA⁽¹⁾

« L'édition génétique a constitué une percée scientifique formidable en ce qu'elle est très précise, bon marché, puissante et peut être utilisée au grand bénéfice de l'agriculture et de la société civile entière. »

Source : European Scientist du 24/11/2020

(1) Union Européenne des Académies d'Agriculture

Agriculture

L'utilisation des tests *in vitro* chez les plantes

Une activité *in vitro* est une activité expérimentale réalisée sur des organes ou cellules en dehors de leur contexte naturel et en conditions définies et contrôlées. Ci-dessous quelques exemples de cette utilisation dans le domaine végétal :

- Elle est utilisée par exemple : pour la multiplication de plantes commerciales produisant peu ou pas de graines, le maintien des composants des hybrides pour les plantes allogames comme la betterave ou encore pour la conservation et la multiplication d'espèces rares ;
- On l'utilise aussi pour évaluer la qualité phytosanitaire des semences. Pour détecter leur niveau de contamination par des champignons ou des bactéries, les graines sont déposées sur des milieux adaptés à la croissance de ces microorganismes en conditions contrôlées ;
- En recherche, on peut citer :
 - La culture *in vitro* (ou CIV), technique visant à régénérer une plante entière à partir de cellules ou de tissus végétaux en milieu nutritif. Elle permet par exemple à partir de méristèmes mis en culture d'obtenir des plants, exempts de virus et autres pathogènes ;



- L'évaluation rapide de la sensibilité ou de la résistance d'une plante à un champignon pathogène produisant une toxine : des feuilles infiltrées par la toxine sont déposées dans un milieu de croissance stérile et dans un environnement à température, taux d'humidité et luminosité contrôlés. On peut ainsi cribler un grand nombre d'individus rapidement et sélectionner les plantes qui ont les meilleures résistances ;
- L'évaluation rapide et efficace de la tolérance à la salinité : le comportement de différentes variétés vis-à-vis du stress salin peut être évalué *in vitro* en utilisant des micro-boutures soumises à différentes concentrations salines. Les différents paramètres de croissance sont ensuite mesurés pour évaluer la réponse des variétés. ■

Christophe SALLAUD

Coordinateur Recherche, Limagrain



Etats-Unis/Canada

Des vaccins contre la COVID19 produits dans des cellules végétales

De nombreuses entreprises, grandes ou petites, se sont lancées depuis une vingtaine d'années dans la production de molécules d'intérêt pharmaceutique comme des métabolites anti-cancéreux, des enzymes thérapeutiques, des anticorps, des vaccins vétérinaires par des plantes génétiquement modifiées à cette fin.

Une autre façon de produire de telles molécules consiste dans l'expression transitoire des gènes dans les cellules des feuilles, évitant les contraintes réglementaires des plantes transg-

niques. Elle est obtenue par infiltration sous vide d'une suspension d'agrobactéries porteuses de ces gènes dans les tissus de la plante.

L'espèce végétale la plus adaptée à ce type de production est *Nicotiana benthamiana*, plante indigène d'Australie qui a une capacité naturelle à exprimer des séquences de gènes d'autres espèces. Deux sociétés biopharmaceutiques, Kentucky BioProcessing (Owensboro, Kentucky) et Medicago (Québec) ont fait état de leurs travaux sur le développement de vaccins potentiels contre le SARS-CoV-2 par cette méthode.

Les vaccins sont obtenus par l'expression transitoire du gène codant la protéine S du coronavirus. Ils se présentent sous la forme de particules pseudo-virales (PPV) qui miment le virus, mais sans son génome.

Des installations permettant de produire des centaines de millions de doses sont déjà opérationnelles et des candidats vaccins produits dans les plantes sont en phase 2/3 des essais cliniques depuis novembre 2020. ■

Georges PELLETIER

Président du Conseil scientifique de l'AFBV

Italie/Israël

Des microalgues génétiquement modifiées pour développer un vaccin comestible contre la Covid

La course au vaccin contre la Covid-19 s'est étendue à l'Italie et à Israël, où des scientifiques utilisent les outils du génie génétique pour mettre au point des vaccins comestibles à base d'algues contre la maladie causée par le nouveau coronavirus.

En général, les microalgues présentent tous les avantages de la production de vaccins dans les plantes terrestres, avec quelques avantages supplémentaires. « *Les microalgues se développent*

dans des milieux de culture très simples, ne nécessitent pas d'infrastructures complexes et leur culture n'entre pas en concurrence avec les cultures destinées aux terres arables », a déclaré Dr Edouardo Cutolo. Le principal avantage est peut-être la vitesse de multiplication rapide des microalgues qui facilite le travail des chercheurs. ■

Source : <https://allianceforscience.cornell.edu/blog/2020/06/italy-and-israel-bet-on-gm-microalgae-to-develop-edible-covid-vaccine/>

Philippines

Une aubergine BT résistante aux insectes en attente d'autorisation

La production d'aubergines aux Philippines (premier légume du pays en termes de surfaces) souffre de graves pertes de rendement dues aux insectes ravageurs dont le plus destructeur est le foreur des fruits et des pousses d'aubergine (FSB). Les pertes de rendement dues au FSB varient de 51 à 73%, ce qui incite les producteurs d'aubergines philippins à pulvériser des insecticides jusqu'à 80 fois par saison de culture.

En utilisant la biotechnologie pour introduire dans l'aubergine un gène de résistance au FSB, les agriculteurs bénéficieront de rendements élevés et économiseront sur les coûts de production, car moins ou pas de pesticides seront utilisés pour lutter contre les insectes ravageurs. Après avoir prouvé son efficacité sur le terrain depuis 2012 l'aubergine dite Bt attend l'autorisation de culture de la part des autorités. ■

Indonésie/Pays-Bas

Des gènes de banane pour sauver Cavendish ?

Des progrès significatifs ont été accomplis pour accélérer le développement de variétés de bananiers résistantes au champignon *Fusarium*. Le *Fusarium* cause la maladie de Panama qui détruit les plantations de bananes dans le monde. Des chercheurs de Lembaga Ilmu

Pengetahuan Indonesia (LIPI) et de l'Université de Wageningen (WUR) ont réussi à identifier des gènes de résistance dans les bananes pour lutter contre le célèbre champignon du sol. ■

Source : <https://geneticliteracyproject.org/2020/09/24/disease-resistant-banana-genes-could-accelerate-effort-to-save-cavendish-from-extinction/>

Demande d'adhésion à l'AFBV

comprenant l'abonnement à :

« **Biotechnologies végétales info** »

Nom : Prénom :

Adresse postale :

Adresse mail :

Demande son adhésion à l'AFBV

Offre un don (défiscalisation) :

Ci-joint : chèque

Pour adhérer : envoyer votre **bulletin d'adhésion** et la somme de **30 euros** à
AFBV - 23-25, rue Jean-Jacques Rousseau - 75001 Paris

