



Webinaire n°4 ●●●●

# SÉLECTION ET RÉSISTANCE VARIÉTALE

synthèse



# Le webinaire # 4 : Sélection & Résistance variétale

Date : Jeudi 25 avril 2024 - 13h30 | [Voir le replay](#)

Au travers de ces projets nous aborderons la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires par la sélection et résistance variétale.

Avec l'exemple de la pomme de terre nous verrons que la sélection de cultivars qui agissent efficacement avec le microbiome du sol permet de diminuer l'apport d'intrants externes.

Avec l'exemple de la banane nous verrons comment la résistance variétale permet une résistance accrue face aux maladies. Certains de ces travaux sont menés à l'échelle européenne.

## Animation Scientifique

**Jean Guyot**

*Membre du CSO R&I*

Ingénieur Agronome, spécialisé en phytopathologie, notamment de l'hévéa, Jean Guyot a réalisé presque toute sa carrière outremer (Afrique et DOM). Il réside à Montpellier depuis 3,5 ans après un séjour de 19 ans en Guyane, où il a rédigé sa thèse en phytopathologie avant de rejoindre le plan Ecophyto et les Réseaux d'Innovation et de Transfert Agricole, s'orientant progressivement vers une approche système de cultures destinée à limiter les intrants notamment phytosanitaires (il a porté deux projet Ecophyto en Guyane sur ananas et agrumes). Depuis juillet 2020, il est expert filière pour le réseau Dephy, filière cultures tropicales et ingénieur territorial Dephy légumes en Occitanie.



# P R O G R A M M E

13h30 Accueil

13h35 Introduction du CSO R&I par Sébastien Lemière et Jean Guyot

13H45 Présentation 2 projets :

**PotatoMETAbiome** « Exploiter les interactions entre la pomme de terre et son microbiome pour développer des stratégies durables de sélection et de production »  
par Eléonore Attard (Université de Pau)

**DUREBAN** « Assurer la Durabilité des Résistances à la cercosporiose noire de nouvelles variétés de Bananiers » par Frédéric Salmon (CIRAD)

14h35 Conclusion de la série de webinaire par Ludovic Bonnard et Pauline Souche Suchovski

## Animation Scientifique


**Sébastien Lemière**

*Membre du CSO R&I*

Enseignant-Chercheur depuis 2004 à l'Université de Lille, au sein de l'équipe ER4 «Fonctionnement des écosystèmes terrestres anthropisés» du LGCgE (Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement). Ses travaux de recherches s'inscrivent dans le contexte des contaminations environnementales des sols (sites et sols pollués, activités agricoles...) et s'intéressent aux effets et à la biodisponibilité des polluants (éléments métalliques, phytosanitaires) pour les organismes exposés (invertébrés du sol principalement), en privilégiant des expositions réalistes.

**Le choix de variétés « résistantes » est un moyen privilégié pour se prémunir contre les maladies et les agressions parasitaires sur les cultures. Vers quelles stratégies d'amélioration variétale s'orienter pour réduire le recours aux produits phytosanitaires sur le long terme ? Telle est la question abordée par ce webinaire au travers de deux projets traitant de stratégies durables de sélection, l'un chez la pomme de terre, l'autre chez la banane antillaise.**





Levier préventif, la résistance génétique des variétés représente un pilier majeur de la protection intégrée des cultures. Le choix variétal est de fait le premier moyen de lutte pour maîtriser la nuisibilité des principales maladies. Toutefois, il est indispensable de s'assurer de la fiabilité de ce choix dans le temps, car les populations de bioagresseurs ont des capacités d'évolution génétique qui leur permettent parfois de contourner les résistances variétales. Ainsi, pour pouvoir sélectionner et développer de nouvelles variétés possédant des caractères

de résistance aux maladies sur le long terme, les stratégies d'amélioration variétale doivent prendre en considération un certain nombre de facteurs. La compréhension des mécanismes de résistance en fait partie comme l'illustre le projet [PotatoMETAbiome](#) qui cherche à identifier les cultivars de pomme de terre qui interagissent efficacement avec le microbiome, facteur clé de la santé de la plante. L'intégration d'une gestion des risques d'adaptation du pathogène est également essentielle. Le projet [DUREBAN](#) a permis ainsi de proposer des stratégies de déploiement de nouvelles variétés de

bananes pour une gestion durable de la cercosporiose noire, maladie fongique impactant fortement la filière antillaise d'exportation de bananes qui repose actuellement sur la culture d'une seule variété, la Cavendish.

Ces stratégies intègrent 3 phases majeures : l'identification des cultivars les plus résistants parmi la diversité existante, la sélection de nouveaux cultivars en prenant en compte la durabilité des résistances, et enfin le déploiement des nouvelles variétés dans les zones de culture.

## Quelques Définitions

La **résistance variétale** se définit par la capacité d'une variété de plantes à limiter ou stopper la croissance et le développement d'un microorganisme nuisible déterminé et/ou la maladie qu'il cause. Cette caractéristique est due à l'activation de gènes de résistance propres à chaque variété.

La **sélection végétale**, aussi appelée amélioration variétale, consiste à développer de nouveaux cultivars ou variétés végétales à partir de la diversité existante, en croisant entre elles les plantes choisies pour leurs qualités respectives.



## Identifier les cultivars existants les plus résistants aux maladies

Tout programme d'amélioration variétale débute par un inventaire des variétés existantes et de la connaissance de leurs caractéristiques. Dans le cadre de la lutte contre un pathogène donné, il s'agit de se baser sur l'exploitation de la variabilité génétique naturelle des plantes cultivées, et d'observer le plus ou moins bon comportement du matériel végétal en conditions de contamination.

Dans le cadre du projet [DUREBAN](#), dont l'objectif était de proposer à la filière antillaise bananière des solutions variétales pour réduire sa dépendance aux fongicides, des études ont été menées sur 62 variétés de bananiers en conditions contrôlées. Elles ont permis d'identifier des géniteurs d'intérêt, porteurs de résistances diverses à la cercosporiose noire, et de

paramétrer un modèle épidémiologique de simulation du développement de la cercosporiose noire à l'échelle des bananiers. « *Ces études ont ainsi permis de mieux orienter le programme d'amélioration variétale du bananier vers des stratégies de croisements basées sur la complémentarité des résistances les plus efficaces, et d'imaginer par conséquent des systèmes plus difficiles à contourner pour*

*le champignon.* » explique Frédéric Salmon, chercheur au CIRAD et porteur du projet DUREBAN.

Pour identifier les résistances les plus intéressantes à notre disposition, il peut être aussi très pertinent, voire fondamental, d'identifier les mécanismes de résistance des plantes face aux agents pathogènes. Le projet [PotatoMETA-](#)





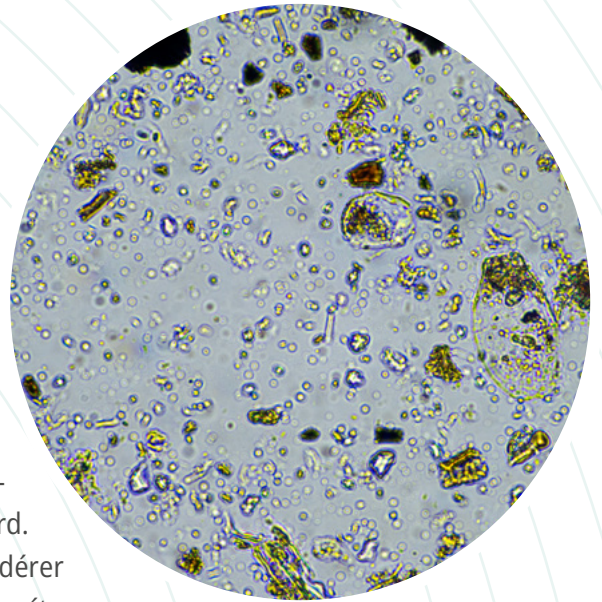
**biome** sur lequel ont collaboré 6 partenaires de 4 pays européens est parti du constat que les variétés conventionnelles de pomme de terre ont été sélectionnées pour être cultivées seules avec des apports élevés en intrants chimiques, sans prendre en compte les caractères pouvant améliorer la mobilisation de micro-organismes du sol bénéfiques pour la protection des plantes. Ainsi, « *de nombreuses variétés commercialisées ont un réseau racinaire relativement limité, ce qui impacte leur capacité à recruter des micro-organismes bénéfiques* » indique Eléonore Attard, ingénieure de recherche à l'Université de Pau « *Pourtant il est admis dans la littérature que les micro-organismes participent à l'amélioration de la santé et de la croissance des plantes.* » souligne-t-elle. En effet, le microbiome de la plante, constitué par la communauté des micro-organismes bactériens et fongiques associés, est capable de lui apporter des bénéfices en stimulant notamment ses défenses. Les communautés microbiennes peuvent aussi occuper l'espace vacant pour ne pas laisser de

place à des souches pathogènes. « *Le microbiome de la plante peut être considéré comme son second génome.* » affirme Eléonore Attard. Il s'agit donc de considérer la plante comme un « *métabolisme* » avec un répertoire génétique étendu aux micro-organismes du sol qui interagissent avec elle ; on parle de « *phénotype étendu* ». L'objectif général du projet était ainsi de comprendre comment la prise en compte du microbiome de la pomme de terre pouvait

” **Le microbiome de la plante peut être considéré comme son second génome.** ”

Eléonore Attard  
Université de Pau

améliorer les stratégies de sélection, afin de générer des cultivars moins dépendants des intrants externes. Le pro-



jet a particulièrement ciblé les communautés bactériennes et fongiques de la rhizosphère (micro-organismes en contact direct avec les racines de la plante) et de l'endosphère (directement à l'intérieur des tissus de la plante). Les expériences ont montré que les 6 cultivars sélectionnés pour leur capacité à interagir avec le microbiome ont de meilleures performances végétales que le cultivar commercial de référence Désirée. Un autre résultat intéressant est qu'une inoculation réussie d'un champignon bénéfique dans une plante peut avoir l'avantage de perdurer sur plusieurs générations.

# La sélection assistée par marqueur pour accélérer le progrès génétique

Jusqu'à une période relativement récente, la sélection variétale ne faisait appel qu'aux outils de la sélection « phénotypique » avec croisement, autofécondation et expérimentation au champ. Depuis les années 80, les progrès biotechnologiques ont révolutionné cette sélection qui peut désormais se baser directement sur la connaissance de l'information génétique des différentes variétés, en plus de l'évaluation de leurs propriétés au champ.

La **sélection assistée par marqueurs** est basée sur l'utilisation de marqueurs moléculaires, fragments d'ADN que l'on sait distinguer et qui sont intimement associés à un gène d'intérêt (résistance à une maladie, par exemple). La zone concernée du génome est alors appelée QTL (quantitative trait locus). Un simple suivi des marqueurs permet de repérer la présence ou l'absence du gène d'intérêt recherché dans les plants en cours de sélection. Cette technique permet ainsi de sélectionner précocement les plantes porteuses des gènes d'intérêt (avant même que le caractère considéré soit exprimé) et donc d'augmenter l'efficacité et la rapidité de la sélection.

## Proposer de nouveaux cultivars résistants sur le long terme

Après avoir repéré les cultivars géniteurs potentiels, l'enjeu du processus de sélection est d'optimiser l'expression du potentiel variétal.

Il s'agit tout d'abord de s'assurer de la bonne transmission des caractères de résistance des géniteurs à leurs descendance. Pour ce faire, le projet DUREBAN s'est basé sur l'analyse d'un jeu de données acquises pendant 10 ans. L'analyse génétique de ces données a permis de conclure à la transmission attendue des caractères de résistance dans les descendance. D'autre part, une étude réalisée en condition contrôlée a permis de mettre en évidence des régions du génome qui contrôlent la résistance chez certaines variétés. « *L'identification*





*des premiers QTLs ouvre la voie à l'application de méthodes de sélection assistée par marqueurs.* » explique Frédéric Salmon. « *Grâce au développement de ces marqueurs moléculaires, il sera désormais possible d'identifier précocement les variétés hybrides porteuses de ces résistances et ainsi d'accélérer le processus de sélection.* » ajoute-t-il.

A cause des capacités d'adaptation de la population pathogène, il est nécessaire d'évaluer la durabilité des résistances introduites dans les nouvelles variétés. Dans le cadre du projet DUREBAN, ce suivi s'est déroulé sur plusieurs années sur 7 variétés plantées dans différents contextes au champ. Aucune aug-

mentation significative du niveau de maladie n'est à déplorer. « *Enfin DUREBAN nous a permis d'identifier plusieurs composantes des résistances partielles portées par ces nouvelles variétés.* » explique Frédérique Salmon. Ainsi, un ralentissement de la durée du cycle du champignon et un affaiblissement de la densité de sporulation sont observés chez les hybrides par rapport à la variété sensible Cavendish. Ces résultats permettent de considérer que les résistances sélectionnées sont stables jusqu'à présent.



## 2 Types de résistances

### **La résistance totale ou spécifique ou monogénique**

Cette résistance est liée à un seul gène. Elle cible un agent pathogène spécifique, entraîne une réponse forte de la plante pour le neutraliser et provoque la disparition totale de la maladie. Cependant elle est peu durable dans le temps car les agents pathogènes évoluent rapidement pour la contourner en quelques années.

### **La résistance partielle ou quantitative ou polygénique**

Cette résistance est liée à plusieurs gènes. Elle a un spectre d'action plus large, ciblant plusieurs types d'agents pathogènes et confère une résistance beaucoup plus durable dans le temps. Elle n'apporte pas une protection totale contre le bioagresseur, mais ralentit fortement la progression de celui-ci. Le pathogène apparaîtra ainsi nettement moins virulent que sur une variété sensible.



## Déployer la culture des nouvelles variétés

Le potentiel génétique n'est cependant pas un rempart suffisant pour faire obstacle aux pathogènes. Une fois les nouvelles variétés sélectionnées, il s'agit d'une part de continuer à surveiller l'évolution potentielle du pathogène dont les capacités d'adaptation sont notoires, et d'autre part d'adopter les pratiques culturelles adéquates pour optimiser les résistances.

Le projet PotatoMETAbiome a montré ainsi qu'une conduite biologique de la santé des cultures augmentait les interactions entre le microbiome de la rhizosphère par rapport à une gestion chimique, renforçant ainsi les défenses naturelles des plantes. En outre, la diversification végétale est un levier important pour contribuer à la régulation naturelle des bioagresseurs. Augmenter la diversité intra-spécifique de la culture en utilisant plusieurs variétés dans une même parcelle fait partie de cette stratégie. Afin d'élaborer des stratégies de déploiement des hybrides résistants, le projet DUREBAN a développé un modèle de simulation spatialisé adapté à la cercosporiose noire du bananier tenant compte des caractéristiques géographiques et des pratiques agricoles. Il en est ressorti que la sévérité de la maladie est moins importante quand on simulait un mélange variétal intra-parcellaire plutôt qu'une mosaïque de parcelles monovariétales.

” **Il est maintenant nécessaire de travailler à des étapes de mise au point des itinéraires techniques.** ”

Frédéric Salmon  
CIRAD

Un autre facteur essentiel à prendre en compte pour garantir le succès du déploiement de nouvelles variétés est le niveau d'acceptabilité du changement par les producteurs, les industriels, les distributeurs et les consommateurs. Ainsi dans le cadre du projet DUREBAN, un verrou lié à la qualité des fruits a été identifié : les nouvelles variétés ne rentrent pas dans les standards de commercialisation. « *Il est maintenant nécessaire de travailler à des étapes de mise au point des itinéraires techniques au champ et post récolte pour essayer de minimiser les défauts des variétés*

*hybrides* » affirme Frédéric Salmon. « Les bananes hybrides sont plus grandes que les Cavendish et demandent donc une gestion au champ différente et donc un besoin d'adaptation des producteurs et du management des parcelles » explique-t-il. « *Le passage en mélange doit être réfléchi : on peut par exemple proposer de cultiver des triples rangs dédiés à telle variété hybride, en alternance avec d'autres triples rangs dédiés à*

*une variété sensible ou une autre variété résistante, ce qui permet de simplifier la gestion pour le producteur.* » ajoute-t-il. Ces obstacles techniques pourront être surmontés grâce à une collaboration étroite entre agriculteurs, chercheurs, industriels et acteurs publics.



### À voir aussi

[Appel à projets Ecophyto Recherche et innovation "Pour et sur l'engagement des parties prenantes dans les filières et les territoires pour appuyer et valoriser la réduction de l'usage et des impacts des produits phytosanitaires"](#)



Merci



[Animation Ecophyto RI](#)



[EcophytoPIC](#)



[animation-ecophyto@inrae.fr](mailto:animation-ecophyto@inrae.fr)

