



## Valorisation des acides dicaféoylquiniques et dicaféoyltartriques comme substances naturelles de biocontrôle

Année de démarrage : 2016

Année de fin : 2020

Responsable scientifique

Jean-Luc Poëssel, INRAE

jean-luc.poessel@inrae.fr

Partenaires

INRAE PACA Avignon ; SBM Développement

Financement

Coût total du projet : 431 035 €

Subvention Écophyto : 110 658 €

### Mots clés :

Méthode de lutte naturelle ; Extraits de plantes ; Gestion des résistances des bioagresseurs ; Pucerons ; Maladies fongiques ; Biopesticides ; Substances naturelles ; Pratique élémentaire alternative ; Grandes cultures ; Horticulture

### Contexte et principaux objectifs

DicaBio a pour objectif de développer des substances naturelles comme biopesticides. Bien que de multiples publications montrent l'effet pesticide de nombreuses substances botaniques, leurs propriétés n'ont que très rarement débouché sur une utilisation comme outils de biocontrôle en raison de nombreux obstacles à leur développement.

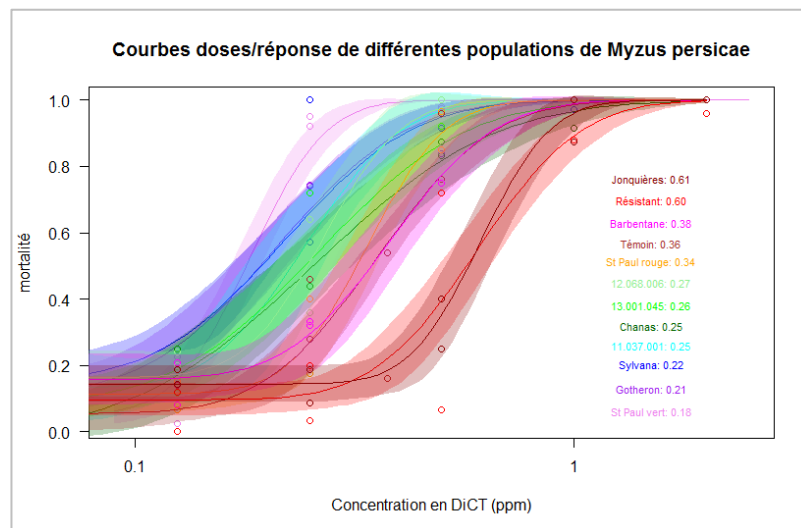
DicaBio vise à développer des molécules phénoliques végétales, les acides dicaféoylquiniques (diCQ) et dicaféoyltartrique (diCT) comme aphicides et fongicides biologiques utilisables sur de nombreuses cultures. Le manque de diversité des méthodes de lutte actuellement disponibles contre les pucerons conduit à l'apparition de résistances elles-mêmes responsables d'épidémies dans les cultures. En 2020, par exemple, les viroses de la betterave, transmises par des pucerons, ont entraîné des pertes de rendements très importantes conduisant à la remise sur le marché d'insecticides néonicotinoïdes. L'alternative aux produits de synthèse que nous proposons ici a pour objectif d'apporter une solution de contrôle très spécifique aux insectes ciblés et respectueuse de l'environnement et de la santé humaine.

### Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Les résultats obtenus par DicaBio concernent tous les niveaux de la chaîne de développement d'un produit biopesticide.

- ▶ Nous avons caractérisé de nouvelles sources végétales de production du diCT qui pourraient permettre un approvisionnement à partir de pissenlit ou d'arachide notamment.
- ▶ Nous avons étudié les propriétés chimiques des diCT et diCQ. Ces deux molécules sont très antioxydantes. Elles se dégradent rapidement par oxydation à pH neutre, le diCT moins vite que le diCQ, mais elles restent cependant stables à pH acide. Ces résultats ont permis d'orienter la fabrication des formulations réalisées par la société partenaire SBM.
- ▶ Parmi les 5 générations de formulation créées, la dernière développée offre un environnement permettant la stabilité de la molécule. Après mise au point d'un protocole de test de l'effet aphicide en laboratoire, les différents types de formulations (liquides, poudres mouillables, suspensions, liquide concentré) ont été étudiées pour leur activité aphicide sur différentes espèces de pucerons, avec addition ou non de coformulants devant faciliter la pénétration de l'actif. Malgré l'adaptation progressive des formulations pour résoudre les difficultés rencontrées, les tests de laboratoire n'ont pas permis de mettre en évidence d'effet aphicide net. Nos travaux sur le mode d'action de la formulation démontrent que le verrou réside dans l'absence de pénétration de la préparation dans les tissus foliaires malgré l'addition des adjuvants. En effet, lorsque ces formulations sont infiltrées dans les feuilles, elles montrent une très bonne efficacité. Nos résultats pointent également une faible rémanence de la substance sur la feuille et dans les tissus foliaires où elle est vraisemblablement métabolisée rapidement. Cette propriété est un gage de faible impact sur l'environnement.

- ▶ Nous avons mis en évidence que le diCT, a un potentiel fongicide *in vitro* comme le diCQ, notamment contre les pathogènes des semences de céréales et contre la septoriose foliaire du blé.
- ▶ Les travaux engagés sur le risque d'adaptation des pucerons aux traitements avec les diCT ou diCQ montrent qu'en l'état de nos connaissances les deux substances actives présentent une bonne durabilité d'action aphicide sur *Myzus persicae*, espèce qui pourtant a développé des résistances à de nombreux insecticides de synthèse. Il n'y a *a priori* pas de risque de résistances croisées aux produits insecticides de synthèse et à ces deux substances actives. Cependant, pour la première fois nous avons découvert un clone d'*Aphis craccivora* insensible aux deux composés. Mieux connaître l'origine de ce phénomène d'insensibilité pourrait nous aider d'une part à comprendre le mode d'action de ces substances et d'autre part à gérer le risque d'adaptation des pucerons.
- ▶ Les risques d'effets non intentionnels ont été évalués sur l'abeille domestique. L'exposition aiguë au diCQ et au diCT ne provoque pas de mortalité par contact ni par ingestion pendant plusieurs jours. Cependant, des effets de diminution de la prise alimentaire face à une exposition chronique ont été mis en évidence avec le diCT mais pas avec le diCQ. Ces résultats mettent en lumière d'éventuels effets non intentionnels dont pourraient pâtir les insectes utiles en cas d'une utilisation non adaptée de ces substances. Cependant, l'impact pour les abeilles de ces substances naturelles apparaît bien plus léger que celui des insecticides de synthèse utilisés couramment en agriculture.



Courbes de doses/réponse de différentes populations de *Myzus persicae* au diCT.  
Crédit image : Myriam Siegwart, INRAE

## Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

### Transfert :

Nous avons clairement identifié que l'absence de pénétration des produits constituait le verrou principal pour que ces substances puissent exprimer leur potentiel aphicide. Une fois ce problème résolu, de nouveaux produits de biocontrôle respectueux de l'environnement et de la santé humaine pourront être utilisés dans de nombreuses filières agricoles comme les grandes cultures, la betterave, le colza ou l'arboriculture fruitière en proie à des impasses techniques. Les résultats obtenus constituent un nouveau pas dans la valorisation des diCT et diCQ comme biopesticides et de façon générique contribuent significativement au développement novateur d'autres substances botaniques de biocontrôle.

### Recherche :

Il nous paraît nécessaire de développer maintenant des approches innovantes de formulation des produits biopesticides comme par exemple les nanoformulations, objets de nombreux travaux actuellement dans le monde, qui peuvent apporter de nouvelles solutions pour améliorer la très faible pénétration des produits actifs dans les tissus foliaires, principal verrou identifié au cours de DicaBio qui entrave leur efficacité. Des études supplémentaires sur les bases de ces formulations innovantes seraient également nécessaires pour évaluer la possibilité de développer un biofongicide à base de diCT pour contrôler la septoriose du blé ou d'autres maladies fongiques.

### Publications et colloques scientifiques :

#### COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ Séminaire de restitution intermédiaire des appels à projets « PSPE 2 » et « Pesticides 2014 » (14-15/12/2017), Paris, France
- ▶ Natural Products and Biocontrol Conference (25-28/09/2018), Perpignan, France
- ▶ Resistance'19. (16-19/09/2019), Rothamsted, UK

#### JOURNÉE TECHNIQUE :

- ▶ Journée Métabolites Secondaires (16/09/2018), Avignon, France

#### PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES :

- ▶ **Mode of action and sustainability of the use of caffeic acid derivatives in the control of aphids in agriculture** (en préparation). Siegwart M., Saugé MH., Lecerf E., Masclé O., and Poëssel JL.