

RESISTANCE AU PUCERON *Aphis gossypii* CONFEREE PAR LE GENE *VAT* DU MELON : TEST DIAGNOSTIC UNIQUE DE L'ANTIXENOSE ET DE L'ANTIBIOSE

Eric Lombaert, Christine Piotte, Michèle Salles, Xavier Fauvergue¹

Chez le melon, il existe une résistance, conférée par le gène *Vat*², à la colonisation par le puceron *Aphis gossypii*. Cette résistance s'exprime d'une part par une antixénose³ et d'autre part par une antibiose⁴. Des variétés possédant ce gène sont commercialisées depuis plus de 10 ans, et on peut donc craindre le développement de pucerons capables de surmonter la résistance conférée par *Vat*. Afin de déterminer l'ampleur éventuelle d'un tel contournement par le ravageur, il est nécessaire d'être capable d'évaluer de manière fiable la virulence des différentes souches d'*Aphis gossypii* prélevées sur le terrain. Nous proposons ici une méthode simple permettant de diagnostiquer rapidement à la fois le niveau d'antixénose et d'antibiose.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Préparation du matériel végétal

L'expérience porte sur des plants de melon au stade « 5 feuilles ». Deux variétés quasi-isogéniques sont utilisées : Margot (qui possède le gène *Vat*) et Vedrantaïs (qui ne possède pas le gène *Vat*). Cinq plants de chacune des deux variétés sont utilisés pour le test d'une souche d'*Aphis gossypii*. Les melons sont plantés en pots de 0,4 litres, et leur croissance s'effectue en phytotron à environnement contrôlé (25°C, 65% HR, L16 : D8). Un tuteur est placé le long de la tige afin de maintenir chaque plant vertical, et de manière à éviter d'avoir un recouvrement des différentes feuilles.

1.2 Préparation des pucerons

Le nombre de souches d'*Aphis gossypii* testées peut être très variable, mais il est nécessaire de posséder une ou deux souches témoins dont on connaît le comportement vis-à-vis de *Vat*. Pour chacune des souches, un élevage synchrone sur concombre (pour que l'effet « changement de plante hôte » soit le même pour tous les individus) est nécessaire en environnement contrôlé (20°C, L16 : D8) de manière à posséder pour le début de l'expérience 40 femelles devenues adultes depuis deux ou trois jours. Afin de limiter les problèmes liés aux effets maternels (notamment la production d'ailés), il est nécessaire de prévoir pour chaque souche un développement d'au moins deux générations dans des conditions optimales de densité, de nourriture, de température et de photopériode.

1.3 Infestation des plants

Il s'agit d'une expérience factorielle avec deux niveaux de traitement : la variété du melon et la souche d'*Aphis gossypii*. Le nombre de modalités est donc égal au nombre de variétés de plantes utilisées (deux) multiplié par le nombre de souches de pucerons à tester. L'unité

¹ UMR 1112 ROSE Réponse des Organismes aux Stress Environnementaux, INRA de Sophia Antipolis, 400 route des Chappes, BP 167, 06903 Sophia Antipolis Cedex.

² *VAT* = Virus Aphid Transmission (Pitrat et Lecoq 1980, 1982).

³ Impact sur le comportement de l'insecte (non-acceptation de la plante hôte).

⁴ Impact sur la physiologie de l'insecte (diminution de la croissance, de la fertilité, de la survie, etc.).

expérimentale est la feuille de melon. Pour chaque modalité, vingt répétitions sont effectuées : une répétition est constituée par une feuille infestée par un puceron. Pour chacun des plants, un anneau de glue est placé à la base de quatre feuilles, ainsi qu'à la base du plant. Chacune des quatre feuilles est infestée à J_0 avec une femelle de la même souche (figure 1).

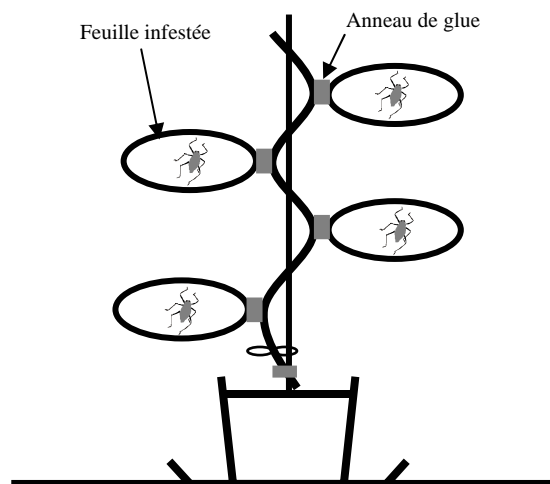


Figure 1 : description de l'infestation

1.4. Mesures

A 24H (J_1), 48H (J_2) et 72H (J_3), la présence ou l'absence de la femelle fondatrice sur chacune des feuilles est vérifiée et notée (elle est considérée comme absente si elle a quitté la feuille, si elle est dans la glue ou si elle est morte sur la feuille). A J_3 , l'ensemble des larves est également compté.

1.5. Analyse et interprétation

L'analyse statistique porte sur le nombre de larves présentes à J_3 . Un des moyens les plus adaptés à la comparaison de moyennes issues de données de comptages est d'effectuer une régression de Poisson. Pour cela, un modèle linéaire généralisé avec une fonction de lien logarithmique est ajusté aux données. Nous testons ainsi l'effet des différents niveaux de traitement. S'il y a un effet variété, on peut en conclure qu'il est dû au gène *Vat*. Toutefois, il s'agit d'un effet cumulé de l'antibiose et de l'antixénose : le nombre de larves comptées à J_3 dépend de la fécondité de la femelle, mais également du nombre de jours pendant lesquels elle est restée sur la feuille. Afin de posséder une estimation de l'antibiose seule, il est possible de rajouter au modèle une variable de régression dont on n'estime pas le paramètre (variable « offset ») qui nous permettra de retirer l'effet de l'antixénose. Dans notre cas, cette variable est le logarithme népérien du nombre de jours de présence de la femelle (plus un, afin d'éviter les zéros). L'antixénose peut être estimée à l'aide d'un indice qui se calcule en divisant, pour chaque souche, le nombre de femelles présentes à J_3 sur Margot par le nombre de femelles présentes à J_3 sur Vedrantaïs. Si cet indice est égal à un, on peut supposer que *Vat* n'a pas d'influence sur le comportement de la souche considérée. Au contraire, plus l'indice diminue et s'approche de zéro, plus l'antixénose liée au gène *Vat* est forte.

2. EXEMPLE DE RESULTATS : ETUDE DE QUELQUES SOUCHES D'*Aphis gossypii*

Au printemps 2003, plusieurs souches d'*Aphis gossypii* ont été prélevées dans la région PACA afin de déterminer l'ampleur du contournement de la résistance *Vat* en culture de melon. Examinons le cas de deux souches prélevées à l'intérieur de serres de melons résistants : la souche EL 83 issue d'une colonie peu abondante, et la souche EL 90 qui provient au contraire d'une infestation importante. La virulence vis-à-vis de *Vat* de ces souches ainsi que de deux souches de laboratoires (NM1 et C9) a été testée.

L'analyse des données, faite à l'aide des logiciels SAS (SAS Institute Inc. 1999), nous indique que, d'une manière globale, il existe un très fort effet de la souche d'*Aphis gossypii* ($p < 0,0001$) ainsi que de la variété de melon ($p < 0,0001$). La figure 2a représente l'antibiose

seule en exprimant les résultats prédits par le modèle linéaire généralisé (nombre de larves produites par jour et par femelle) en fonction de la variété. On peut y observer la grande variabilité qui existe entre les différentes souches, ainsi que l'impact important de *Vat*. Ces différentes constatations se traduisent de la même manière au niveau de l'antixénose (figure 2b).

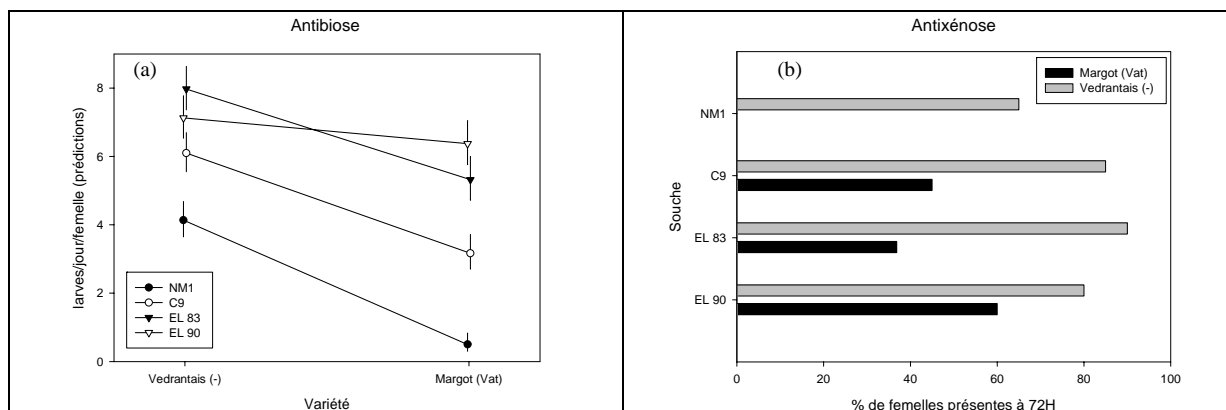


Figure 2 : (a) antibiose : nombre de larves pondues par jour et par femelle en fonction de la variété et selon les prédictions du modèle linéaire généralisé ; (b) antixénose : taux de présence des femelles à j_3 selon la souche de puceron et la variété de melon.

Le tableau 1 synthétise l'ensemble des résultats. Au niveau de l'antibiose, toutes les souches sont fortement affectées par *Vat*, à l'exception de la souche EL 90 qui ne présente pas de fécondité significativement différente sur Margot et sur Vedrantais (figure 2a). L'antixénose s'exprime quant à elle sur chacune des quatre souches, mais avec des intensités très variables. Au final, aucune des souches ne contourne le gène *Vat* : l'effet cumulé de l'antibiose et de l'antixénose est significatif pour toutes les souches. Toutefois, il existe une grande variabilité de réponses, et EL 90 présente par exemple un profil beaucoup moins sensible à *Vat* qui lui permet probablement de se développer beaucoup plus efficacement que les autres souches sur du melon résistant. Ce résultat est d'ailleurs confirmé par le succès de la colonisation par cette souche de la serre dans laquelle il a été échantillonné.

Souche	Provenance	Antibiose	Antixénose	Antibiose + Antixénose
NM1	Souche témoin labo	***	0	***
C9	Souche témoin labo	***	0,53	***
EL 83	Serre Carpentras	***	0,41	***
EL 90	Serre Carpentras	ns	0,75	***

Tableau 1 : tableau récapitulatif de l'impact du gène *Vat* sur chacune des quatre souches d'*Aphis gossypii* testées (*** = $p < 0,0001$; ns = $p > 0,05$).

3. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

En comparaison avec les tests d'antibiose et d'antixénose classiques, la méthode exposée ici présente plusieurs avantages : elle est unique pour les deux types de réponse, elle est rapide, elle nécessite peu de matériel biologique et elle est très discriminante. Les résultats obtenus ne

restent cependant que des estimations de l'antibiose et de l'antixénose qui sont des phénomènes complexes. Toutefois, la méthode est bien adaptée à la recherche d'un contournement de la résistance *Vat* sur un ensemble de souches d'*Aphis gossypii*. Des tests plus fins peuvent ensuite être entrepris sur les souches les plus intéressantes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pitrat M. et Lecoq H. (1980) Inheritance of resistance to cucumber mosaic virus transmission by *Aphis gossypii* in *Cucumis melo*. *Phytopathology* 70:986-961.

Pitrat M. et Lecoq H. (1982) Relations génétiques entre les résistances par non-acceptation et par antibiose du melon à *Aphis gossypii*. *Agronomie* 2:503-508.

SAS Institute Inc. (1999) SAS/Stat User's Guide, Version 8 - SAS Institute. Cary NC USA.