

Criblage de génotypes de *Pyrus* vis-à-vis de la résistance au psylle du poirier *Cacopsylla pyri* (L.)

Philippe Robert¹
Philippe Guérif²
Jacques Lemoine²
Marcel Le Lézec²

¹ Unité mixte de recherche PaVé,
Institut national d'horticulture (INH),
2, rue Le Nôtre,
49045 Angers cedex 01
<philippe.robert@inh.fr>

² Unité mixte de recherche GenHort,
Institut national de la recherche agronomique
(Inra),
Station d'amélioration des espèces fruitières
et ornementales,
42, rue Georges Morel,
49071 Beaucouzé cedex
<lelezecc@angers.inra.fr>

Résumé

Cacopsylla pyri est l'un des principaux ravageurs du poirier en France. L'utilisation de variétés de poirier résistantes au psylle pourrait constituer une alternative à la lutte chimique, mais actuellement, toutes les variétés d'importance économique sont sensibles à ce psylle. Afin d'identifier des géniteurs de résistance, quatre méthodes de criblage ont été testées en 1996. La première est fondée sur une notation de présence ou d'absence de larves sur les feuilles et la deuxième sur les parties ligneuses. La troisième repose sur une évaluation du nombre de larves à l'extrémité des pousses et la quatrième sur l'observation de l'état du végétal (quantité de fumagine et état des pousses). Cette dernière méthode a été retenue pour évaluer une collection de *Pyrus*. Les classes de notation des symptômes vont de 1 (pas de dégât apparent) à 5 (une ou plusieurs pousses mortes). Le criblage de 82 génotypes de *Pyrus* a été réalisé de 1996 à 1999 dans un tunnel grillagé. La variété Williams, connue comme étant sensible au psylle du poirier, est notre témoin. La plus grande partie des génotypes sont sensibles. Cependant, 21 génotypes ont été évalués comme étant résistants à *C. pyri*. La plupart sont des hybrides interspécifiques entre *P. communis* et *P. ussuriensis* ou *P. longipes* ou *P. pyrifolia*, et possèdent un haut niveau de résistance au psylle du poirier.

Mots clés : Productions végétales ; Qualité et sécurité des produits.

Summary

Screening of *Pyrus* genotypes and susceptibility of pear tree cultivars to *Cacopsylla pyri* (L.)

Cacopsylla pyri is one of the most important insect pests in French pear orchards. Cultivars of pear trees resistant to *C. pyri* would offer an interesting alternative to chemical control. However, all major varieties grown in France are susceptible to pear psylla. To identify sources of resistance, four screening methods were compared in 1996. In the first method, nymph presence was scored on the leaves of different genotypes. In the second method, nymph presence was scored on the shoots of these same genotypes. In the third method, the number of nymphs was recorded on the upper parts of the shoots of these genotypes. In the fourth method, symptoms of psylla injury (sooty mould quantities and shoot status) were estimated. Following this preliminary study, the fourth method was chosen for screening a *Pyrus* collection. The injury symptoms were ranked from 1 (no apparent injury) to 5 (one or several dead shoots). Screening of 82 genotypes of *Pyrus* was conducted from 1996 to 1999 in a mesh-covered tunnel. The "Williams" cultivar known to be susceptible to pear psylla, was considered as control. Most varieties were susceptible. However, 21 genotypes were identified as resistant to *C. pyri*. Most of them are inter-specific hybrids between *P. communis* and *P. ussuriensis* or *P. longipes* or *P. pyrifolia*, and have a high level of resistance to pear psylla.

Key words: Vegetal Productions; Product Quality and Security.

C*acopsylla pyri* (Hemiptera, Psyllidae) est l'un des principaux ravageurs du poirier en France. L'utilisation de variétés de poirier résistantes au psylle pourrait constituer une alternative à la lutte chimique. Malheureusement, toutes les variétés d'importance économique sont sensibles [1, 2]. La création de variétés de poiriers résistantes nécessite au préalable d'identifier des génotypes résistants à *C. pyri*, certains de ces génotypes servant ensuite de géniteurs. Différents travaux ont déjà été réalisés dans ce but [3-9], mais la gamme de génotypes testés vis-à-vis de *C. pyri* est limitée. Un nombre plus important de génotypes de *Pyrus* ont été évalués vis-à-vis de *Cacopsylla pyricola*, une autre espèce de psylle qui est nuisible au poirier en Amérique du Nord [10-14]. Cependant, on ne sait pas si les génotypes identifiés résistants à *C. pyricola* le sont également à *C. pyri*. Repérer des génotypes résistants nécessite d'évaluer un grand nombre de plantes. Il faut donc disposer d'une méthode de criblage qui soit fiable et rapide. Il n'existe pas de méthode d'évaluation de la résistance à *C. pyri* (ou à *C. pyricola*) qui fasse référence, car les conditions expérimentales et les méthodes de notation varient suivant les auteurs. Les observations sont réalisées soit en verger expérimental [9, 15, 16], soit dans des cages placées en plein air [13] ou en serre [12] ou dans des enceintes climatisées [10]. De plus, le matériel végétal peut être testé en pleine terre, en pot ou sous la forme de fragments [17, 18]. Les comptages sont généralement réalisés sur un échantillonnage et la notation est souvent faite par classes. Les méthodes d'évaluation prennent en compte selon les cas : le nombre de pousses attaquées [16], d'œufs [13], de larves [3, 19], d'adultes [15, 20]. D'autres prennent en compte le miellat [21, 22] ou l'état du végétal [14].

Le premier objectif de la présente étude est de définir une méthodologie de criblage fiable et rapide. Nous avons choisi de travailler sous cage, afin de contrôler l'infestation initiale, et avec des plantes en pots afin de maîtriser le dispositif expérimental. Durant la première année de travail (1996) nous avons utilisé quatre méthodes de notation différentes afin de n'en retenir qu'une par la suite (de 1997 à 1999). Le deuxième et principal objectif de cette étude est de repérer dans une collection de *Pyrus* des génotypes résistants à *C. pyri*. Certains de ces génotypes pourront être ensuite utilisés pour l'étude des descendance et le choix de géniteurs

potentiels pour la création variétale. Le troisième objectif de notre travail est de comparer nos résultats sur *C. pyri*, avec ceux connus dans la littérature sur *C. pyricola*. Cela nous permettra de juger si les résistances sont communes aux deux espèces ou si elles sont distinctes.

Matériel et méthode

Plantes et insectes utilisés

De 1996 à 1999, 82 génotypes de *Pyrus* issus de la collection de ressources génétiques de l'Inra, ont été testés. Ce sont : i) des variétés de poirier ou d'autres hybrides de *P. communis* ; ii) des hybrides entre *P. communis* et un autre *Pyrus*, l'hybridation pouvant s'être réalisée depuis plusieurs générations ; iii) des génotypes d'origine génétique incertaine, mais qui sont très probablement des hybrides interspécifiques ; iv) des variétés de Nashi (*Pyrus pyrifolia*) ; et v) *Pyrus betulaefolia*. Les poiriers sont greffés pendant l'hiver sur porte-greffe *P. communis*, variété « Kirchensaller ». La greffe sur table est réalisée avec une portion de rameau greffon à deux yeux. Les poiriers sont plantés dans des pots de 2 litres contenant du terreau. Ils sont ensuite placés dans un tunnel non chauffé jusqu'à leur utilisation au mois de mai. Ces poiriers sont donc testés durant leur première année de croissance. La plupart des plantes mesurent entre 0,5 et 1 m de hauteur lors de l'infestation par les insectes. La variété Williams, qui est sensible au psylle [7], est utilisée comme témoin. Le nombre de répétitions par génotype varie entre 5 et 10. Cette variation est due à des différences de mortalité à la reprise des plantes.

Afin d'empêcher le développement d'autres ravageurs du poirier, notamment ceux producteurs de miellat (pucerons, aleurodes), des lâchers d'auxiliaires sont réalisés. Ces auxiliaires sont spécifiques du ravageur visé et ne s'attaquent pas au psylle. Quelques traitements contre les acariens et l'oïdium ont également été réalisés ; les acaricides et fongicides utilisés sont non toxiques pour le psylle.

La souche de *C. pyri* provient d'un verger multivariétal de l'Inra d'Angers. Elle est renouvelée chaque année. Les insectes sont élevés sur Williams en conditions contrôlées (photophase : 16 h, 22 °C, 60 % humidité relative (HR) ; scotophase : 8 h, 18 °C, 80 % HR).

Protocole expérimental

Les poiriers sont randomisés dans un tunnel grillagé (L = 10 m, l = 3 m, h = 2 m) installé sur le domaine de l'Inra. L'infestation est réalisée en mai sous forme d'adultes de tous âges répartis uniformément, à raison d'en moyenne 1 femelle et 1 mâle pour 2 poiriers. Cette valeur moyenne a été déterminée après un travail préliminaire réalisé en 1995. Si nous détectons après 2 semaines des adultes et des œufs sur Williams, nous considérons que l'infestation a réussi. Si ce n'est pas le cas, nous procédons à une nouvelle infestation, puis nous vérifions à nouveau. La notation est réalisée en septembre après 3,5 mois. Cette durée relativement longue nous permet d'évaluer les plantes après plusieurs générations de psylle. Le criblage est réalisé en 4 lots testés en 1996, 1997, 1998 et 1999. Williams est présent chaque année. Katman, NY10355, Smokvarka et Pierre Corneille ont été testés plusieurs fois.

Observations et analyse des données

Suite à des travaux préliminaires, nous avons testé quatre méthodes de notation en 1996 :

- méthode 1 : notation par présence ou absence de larves sur les feuilles ;
- méthode 2 : notation par présence ou absence de larves sur les parties ligneuses ;
- méthode 3 : évaluation par classe, du nombre de larves âgées (L.4 ou L.5) à l'extrémité des pousses (sur 15 cm) : 0 = 0 ; 1 = 1 à 10 ; 2 = 11 à 50 ; 3 = 51 à 100 ; 4 = plus de 100 larves ;
- méthode 4 : évaluation par classe, de l'état du végétal : 1 = très bon état ; 2 = un peu de fumagine (champignons noirs qui se développent sur le miellat des larves) au niveau des yeux ; 3 = présence de fumagine sur la pointe des rameaux ; 4 = fumagine importante, feuilles nécrosées et chute prématurée, bois mal aoûté (les pousses se lignifient mal et restent souples) ; 5 = pousse(s) morte(s). Lorsque l'état de la plante est limite entre deux classes, une note intermédiaire est attribuée (1,5 ou 2,5 ou 3,5).

Chaque plante est examinée par deux observateurs qui confrontent leurs appréciations, les quatre notes sont mises au même moment. De 1997 à 1999, les notations ont été réalisées selon la quatrième

méthode. Toutes les observations ont été réalisées par les deux mêmes personnes afin d'éviter un effet « notateur ».

Le dispositif expérimental et les méthodes de notation que nous utilisons sont différentes de celles employées par les auteurs ayant déjà abordé ce sujet.

Pour chaque génotype, les résultats sont comparés avec ceux du lot témoin Williams de la même année. Pour la première et la deuxième méthode de notation, les proportions de plantes portant des larves sont comparées en utilisant le test exact de Fisher ($P < 0,05$), qui est adapté aux petits échantillons [23].

Les données acquises selon la troisième et la quatrième méthode sont des variables semi-quantitatives. De ce fait, nous utilisons la médiane comme paramètre de position. La comparaison est réalisée avec le test de Kruskal-Wallis [23], en utilisant le logiciel Statgraphics-Plus ($P < 0,05$).

Résultats

Comparaison des différentes méthodes

Selon la première méthode de notation, aucun génotype n'est significativement différent de Williams (*tableau 1*). Suivant les cas, les larves sont présentes dans 50 à 100 % des répétitions. Selon les deuxième, troisième et quatrième méthodes, 13 génotypes sont significativement différents de Williams et 8 ne sont pas différents (*tableau 1*). Les résultats obtenus par ces trois méthodes ne diffèrent que pour deux génotypes. La variété Doyenné de Poitiers a une note significativement inférieure à celle de Williams avec la troisième méthode, mais il n'y a pas de différence avec les autres méthodes. Pierre Corneille a une note significativement supérieure à celle du témoin avec

la quatrième méthode, mais non avec les autres.

Les résultats obtenus avec la troisième méthode sont très variables chez de nombreux génotypes (*tableau 1*). L'étendue de la variation entre répétitions est de 3 ou de 4 classes pour la majorité des génotypes. Les résultats obtenus avec la quatrième méthode sont souvent variables, mais cette variabilité est plus faible qu'avec la troisième méthode. Pour la plupart des génotypes, l'étendue de la variation est de 1 ou de 2 classes.

Criblage

L'ensemble des résultats du criblage obtenus avec la quatrième méthode sur les 82 génotypes de *Pyrus*, y compris ceux de 1996, sont récapitulés dans le *tableau 2*. Les valeurs médianes obtenues par le témoin Williams de 1996 à 1999, montrent que cette variété a été fortement infestée par le psylle, avec toutefois une

Tableau 1. Résultats obtenus sur 24 génotypes de *Pyrus* en 1996, selon quatre méthodes de notation de la résistance au psylle.

Table 1. Results obtained with 24 *Pyrus* genotypes in 1996 according to four scoring methods used to test psylla resistance.

Génotype	1 ^{re} méthode	2 ^e méthode	3 ^e méthode		4 ^e méthode	
	% de plantes avec des larves sur les feuilles	% de plantes avec des larves sur les parties ligneuses	Médiane	Mini. Maxi.	Médiane	Mini. Maxi.
Williams (témoin)	100	100	4	3-4	3	3-4
<i>P. betulaefolia</i>	100	0 ***	0 ***	0-0	1 ***	1-1
Smokvarka	50	0 ***	0 ***	0-1	1 ***	1-1
NY10355	100	0 ***	0 ***	0-3	1 ***	1-1
NY10352	100	0 ***	0 ***	0-1	1 ***	1-2
NY10354	100	0 ***	0 ***	0-1	1 ***	1-2
NY10353	90	0 ***	0 ***	0-4	1 ***	1-2
Obican Vodenac	100	14 ***	1 **	0-4	1 ***	1-2
Shinseiki	88	11 ***	2 ***	0-3	1 ***	1-2
Karamanlica	100	10 ***	0,5 ***	0-3	1 ***	1-3
P20R05A70	100	20 ***	2 ***	0-4	1 ***	1-3
Spina Carpi	100	40 *	2 **	0-4	2 ***	1-2
Katman	100	0 ***	0 ***	0-4	2 ***	1-3
Kosui	100	0 ***	2 ***	0-3	2 **	1-3
Doyenné de Poitiers	100	70	3 *	1-4	3	1-4
Euras	100	90	3	0-4	2	1-4
NY10367	100	100	4	1-4	3	2-4
PYR1638	100	100	4	2-4	3	2-4
NY10312	100	100	4	3-4	3	2-4
NY10365	100	100	4	3-4	3	2-4
NY10348	100	100	4	3-4	3	3-4
NY10346	100	100	3	1-4	3,5	2-4
NY10368	100	100	3,5	0-4	4	2-4
Pierre Corneille	100	100	4	3-4	4 *	3-4

* : génotype significativement différent du témoin Williams ($0,05 > P > 0,01$) ; ** : génotype hautement différent du témoin ($0,01 > P > 0,001$) ; *** : génotype très hautement différent du témoin ($P < 0,001$).

Tableau 2. Résultats obtenus sur 82 géotypes de *Pyrus* testés de 1996 à 1999 selon la quatrième méthode de notation de la résistance au psylla.

Table 2. Results obtained with 82 *Pyrus* genotypes tested from 1996 to 1999 according to the fourth method of scoring for resistance to psylla.

	Médiane	Mini Maxi	Nombre répétitions	Année	Origine génétique		Médiane	Mini Maxi	Nombre répétitions	Année	Origine génétique
<i>Témoin</i>						<i>Médiane non différente (suite)</i>					
Williams	3	3-4	10	96	<i>Pc</i>	NY10312	3	2-4	10	96	<i>Pc</i>
Williams	4	4-5	7	97	<i>Pc</i>	NY10346	3,5	2-4	10	96	<i>Pc</i>
Williams	4	1-4	8	98	<i>Pc</i>	NY10348	3	3-4	9	96	<i>Pc</i>
Williams	4	4-4	9	99	<i>Pc</i>	NY10365	3	2-4	10	96	<i>Pc</i>
<i>Médiane inférieure à celle du témoin</i>						NY10367	3	2-4	10	96	<i>Pc</i>
Gutui	2 *	1-3	6	98	<i>Pc x Pp</i>	NY10368	4	2-4	10	96	?
Joséphine de Malines	3 *	1-4	9	98	<i>Pc</i>	P15R12A37	4	4-5	8	99	<i>Pc</i>
Karamanlica	1 ***	1-3	10	96	? (a)	P15R17A71	4	4-4	4	99	<i>Pc</i>
Katman	1 **	1-1	9	98	? (a)	P15R9A4	4	4-4	8	99	<i>Pc</i>
Katman	2 ***	1-3	9	96	? (a)	P32R10A121	4	4-5	7	97	<i>Pc</i>
Katman	1,3 ***	1-2	6	99	? (a)	P32R15A72	4	4-4	8	99	<i>Pc</i>
Kosui	2 **	1-3	10	96	<i>Pp</i>	P32R21A126	4	4-5	5	99	<i>Pc x Pp</i>
NY10352	1 ***	1-2	10	96	<i>Pc x Pu</i>	P32R28A105	4	4-4	7	99	<i>Pc</i>
NY10353	1 ***	1-2	10	96	<i>Pc x Pu</i>	P32R31A26	4	4-5	8	99	<i>Pc</i>
NY10354	1 ***	1-2	10	96	?	P32R5A133	5	3-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
NY10355	1 **	1-1	9	98	<i>Pc x Pu</i>	P32R5A52	4	4-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
NY10355	1 ***	1-1	10	96	<i>Pc x Pu</i>	P32R7A154	4	4-4	8	99	<i>Pc</i>
NY10355	1 ***	1-1	8	99	<i>Pc x Pu</i>	P32R7A73	4	3-5	7	99	<i>Pc</i>
Obican Vodenac	1 ***	1-2	7	96	? (a)	P32R8A122	4	4-5	7	97	<i>Pc</i>
<i>P. betulaeifolia</i> 337-41	1 ***	1-1	9	96	<i>Pb</i>	P4R11A80	4	3-5	7	97	<i>Pc</i>
P20R05A70	1 ***	1-3	10	96	<i>Pc x Pp</i>	P4R12A47	5	4-5	7	97	<i>Pc</i>
P4R9A15	3 *	2-4	5	97	<i>Pc x Pp</i>	P4R12A62	4	3-5	6	97	<i>Pc</i>
PB11	3,5 *	2-4	8	99	? (b)	P4R14A33	4	4-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
PB6	2,8 **	2-4	6	99	? (b)	P4R15A73	4	4-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
PB81	3,5 *	2-4	7	99	<i>Pc x Pp</i>	P4R16A15	4	4-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
Shinseiki	1 ***	1-2	9	96	<i>Pp</i>	P4R16A21	4	3-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
Smiljevka	1 ***	1-2	5	97	<i>Pc x Pl</i>	P4R18A15	5	3-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
Smokvarka	1 ***	1-1	10	96	? (a)	P4R1A67	4	3-5	7	97	<i>Pc</i>
Smokvarka	1 ***	1-1	7	97	? (a)	P4R21A12	5	4-5	7	97	<i>Pc</i>
Spina Carpi	2 ***	1-2	10	96	<i>Pc</i> ? (c)	P4R24A11	4	3-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
Triomphe de Ronchin	3 *	2-3	7	98	<i>Pc</i>	P4R2A8	5	3-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
<i>Médiane supérieure à celle du témoin</i>						P4R33A16	5	4-5	7	97	<i>Pc</i>
Pierre Corneille	4 *	3-4	9	96	<i>Pc</i>	P4R4A51	4,5	3-5	6	97	<i>Pc</i>
P7R5A1	5 *	5-5	7	97	<i>Pc</i>	P4R9A14	5	4-5	7	97	<i>Pc x Pp</i>
<i>Médiane non différente de celle de Williams</i>						P7R4A54	5	4-5	5	97	<i>Pc</i>
Beurré Bâchelier	3,5	1-4	6	98	<i>Pc</i>	Passe Colmar	4	1-4	7	98	<i>Pc</i>
Beurré Lebrun	5	4-5	7	97	<i>Pc</i>	PB56	4	4-4	7	99	<i>Pc x Pp</i>
Cardonnerie	3	2-4	5	98	<i>Pc</i>	Pierre Corneille	4	3-5	7	97	<i>Pc</i>
Conférence	5	3-5	7	97	<i>Pc</i>	Pierre Corneille	4	2-4	7	98	<i>Pc</i>
D'Août Lamer	3	1-4	8	98	<i>Pc</i>	Plovinne	4	3-4	6	98	<i>Pc</i>
Dolacom	4	4-5	8	99	<i>Pc</i>	PYR1638	3	2-4	10	96	<i>Pc</i>
Doyenné de Poitiers	3	1-4	10	96	<i>Pc</i>	Rosemarie	4	2-5	7	97	<i>Pc</i>
Doyenné du Comice	4,5	4-5	6	97	<i>Pc</i>	Saint Mathieu Grise	4	2-4	7	98	<i>Pc</i>
Euras	2	1-4	10	96	<i>Pc x Pp</i>	SEL 80-15-69	4,5	3-5	6	97	<i>Pc</i>
Frangipane	3	2-4	5	98	<i>Pc</i>	SEL 80-18-69	4	3-5	6	97	<i>Pc</i>
Grosse Louise	4	3-5	7	98	<i>Pc</i>	SEL 80-79-69	4	3-4	6	97	<i>Pc</i>
Harrow Sweet	5	4-5	6	97	<i>Pc</i>	Tosca	5	2-5	6	97	<i>Pc</i>

* : géotype significativement différent du témoin ($0,05 > P \geq 0,01$) ; ** : géotype hautement différent du témoin ($0,01 > P \geq 0,001$) ; *** : géotype très hautement différent du témoin ($P < 0,001$).

(a) : ce sont probablement des hybrides interspécifiques entre *P. communis* et une autre espèce. D'une part, leurs morphologies sont différentes du poirier commun (aspect de la feuille, architecture de la plante) ; d'autre part, une étude de 19 loci de marqueurs enzymatiques sur ces géotypes montre une forte fréquence d'allèles qui sont très rares dans les variétés de *P. communis* (E.Chevreau, communication personnelle). Bell et Stuart [10] suspectent pour Smorvarka une origine interspécifique avec *Pyrus eleagrifolia*. (b) : présence possible de *P. pyrifolia* dans les ascendants de PB6 ou de PB11, mais sans certitude ; (c) : Spina Carpi est considéré comme étant un *P. communis*. Cependant l'analyse en cytométrie en flux donne un résultat différent de ceux obtenus par les variétés issues de *P. communis*. Il est possible que Spina Carpi ait une origine interspécifique, qui doit néanmoins être confirmée.

valeur un peu plus faible en 1996. Les résultats sont peu variables, sauf en 1998 où une plante est notée 1.

Dans nos conditions d'évaluation, 21 génotypes ont une médiane significativement inférieure à celle de Williams (*tableau 2*). Les plantes ont peu ou pas de fumagine et les feuilles ne sont pas nécrosées. Les différences hautement significatives ($0,01 > P \geq 0,001$) et très hautement significatives ($P < 0,001$) apparaissent chez des hybrides interspécifiques, des génotypes d'origine incertaine, les *P. pyrifolia*, le *P. betulaefolia* et chez la variété Spina Carpi. Deux variétés, Joséphine de Malines et Triomphe de Ronchin, montrent des différences significatives ($0,05 > P \geq 0,01$) mais qui sont bien moins marquées. Tous les autres *P. communis* ne sont pas différents de Williams (*tableau 2*). De nombreux hybrides entre *P. communis* et *P. pyrifolia* ne sont pas différents de Williams. Des psylles à tous les stades pullulent sur ces génotypes sensibles. Pierre Corneille (en 1996) et P7R5A1 sont en plus mauvais état que Williams ; les médianes sont significativement supérieures, avec cependant des différences peu marquées ($0,05 > P \geq 0,01$).

Certains génotypes ont été testés à plusieurs reprises au cours des années. Les résultats obtenus sont cohérents pour les trois lots de Katman, les trois lots de NY10355 et les deux lots de Smokvarka ; leurs médianes sont toujours inférieures à celle du témoin de l'année. Pour Pierre Corneille, les résultats diffèrent un peu entre les années. En 1996, la médiane est significativement supérieure, alors qu'en 1997 et en 1998 les médianes ne sont pas différentes, mais dans les trois cas cette variété est sensible au psylle.

Discussion

Choix de la méthode de notation

Le premier objectif de cette étude était de choisir une méthode de notation. La méthode 1 n'est pas discriminante : on observe toujours des larves sur les feuilles. Elle ne permet même pas de repérer des génotypes qui visiblement sont très résistants ; nous ne l'avons donc pas retenue. La méthode 2 est discriminante car il n'y

pas toujours présence de larves sur les parties ligneuses. Cette différence est liée au comportement des larves lors de leur développement. Les jeunes larves se nourrissent surtout sur les feuilles, tandis que les larves âgées peuvent se déplacer vers les parties ligneuses. L'absence de larve sur les parties ligneuses, alors qu'elles sont présentes sur les feuilles, indique que le développement larvaire s'est interrompu avant son terme. Nous avons déjà observé ce phénomène sur NY10355 et sur Katman [24]. La méthode 3 est discriminante car le nombre de larves est significativement plus faible chez certains *Pyrus*. La méthode 4 est également discriminante car l'état des plantes est significativement meilleur chez certains génotypes. Les méthodes 2, 3 et 4 aboutissent à des conclusions quasiment identiques. Seules Doyenné de Poitiers et Pierre Corneille donnent des résultats non concordants. Les méthodes 2 et 3 présentent cependant un biais. Sur les génotypes sensibles, le nombre de larves peut diminuer en fin d'expérimentation, suite à la chute des feuilles après une forte attaque. Dans ce cas, la note est sous-évaluée par rapport au niveau de sensibilité de la plante. Cela nous a conduit à écarter les méthodes 2 et 3.

Nous avons retenu la méthode 4, car elle permet d'avoir un « historique » de l'infestation. Les traces noires de fumagine subsistent longtemps sur la plante. L'importance des zones noircies par la fumagine est liée à la quantité de miellat produite par les larves ; elle est donc indicatrice de l'importance de l'infestation. Les nécroses foliaires, le mauvais aoûtement ou la mort de la pousse sont également révélateurs de l'intensité de l'infestation. Cette méthode permet également, dans une certaine mesure, de juger de la réaction de la plante et notamment de son éventuelle tolérance au psylle. Elle présente une bonne répétitivité, car même si le niveau d'infestation varie suivant les années, les conclusions sont identiques pour les génotypes testés à plusieurs reprises. Katman, NY10355 et Smokvarka peuvent être classés résistants ; Pierre Corneille peut être classé sensible. Cependant, cette méthode demande une certaine expérience de la part des observateurs, qui doivent se familiariser avec l'échelle de notation. Le fait que toutes nos observations aient été réalisées par le même binôme d'observateurs a sans doute permis de limiter les biais d'appréciation lors de la notation.

Analogie entre les résultats obtenus et les travaux antérieurs

Notre méthode d'évaluation conduit à des résultats comparables à ceux cités dans la littérature. Parmi les génotypes que nous avons testés, Conférence [7, 25], Doyenné du Comice [7, 25], Katman [24], NY10355 [24], *P. betulaefolia* [7, 26] ont été déjà évalués vis-à-vis de *C. pyri*. Nous arrivons aux mêmes conclusions, tout en utilisant une méthodologie différente.

Parmi les génotypes que nous avons évalués, 13 ont été testés vis-à-vis de *C. pyricola* par différents auteurs. Pour Conférence [13], Karamanlica, Katman [10], NY10352 [10, 17, 20], NY10353, NY10354 [17], NY10355 [17, 27, 28], *P. betulaefolia* [13, 21], Pierre Corneille [14], Smiljevka, Smokvarka [10], Williams [12, 14, 17], nos résultats vis-à-vis de *C. pyri* sont identiques à ceux obtenus vis-à-vis de *C. pyricola*. Cette concordance nous permet d'avancer l'hypothèse que la résistance à une espèce de psylle s'appliquerait également à l'autre. Le seul cas litigieux est celui d'Obican Vodenac : les résultats de Puterka sur *C. pyricola* [20] sont en contradiction avec ceux de Bell et Stuart sur *C. pyricola* [10] et avec les nôtres sur *C. pyri*.

Conclusion

Le principal objectif de cette étude était de repérer des génotypes résistants à *C. pyri*. Sur les 82 génotypes évalués, 21 se révèlent résistants. Après trois mois et demi d'une forte infestation dans le tunnel, les plantes sont en bon état.

L'absence totale de développement de *C. pyri* sur *P. betulaefolia* a déjà été constatée [6, 26] ; cela est normal, car cette espèce n'est pas citée comme plante-hôte de ce psylle [29]. Le faible développement du psylle sur les variétés de *P. pyrifolia* (Shinseiki et Kosui) est logique, car le Nashi est cité comme « plus tolérant que le poirier commun » au psylle [25]. Kosui a d'ailleurs été évalué résistant à *C. pyri* [30].

La plupart des variétés de poirier commun (*P. communis*) sont sensibles, notamment les variétés d'importance économique comme Conférence ou Doyenné du Comice, ce qui confirme les observations de différents auteurs [1, 7, 8, 31]. Deux génotypes, Triomphe de

Ronchin et Joséphine de Malines, sont cependant identifiés résistants, mais leurs niveaux de résistance n'apparaissent pas très élevés. D'autres génotypes comme Doyenné de Poitiers présentent vraisemblablement aussi une « résistance peu élevée », qu'il faudrait révéler par un test plus sensible. Ce test nécessiterait des notations régulières, selon des critères permettant une quantification plus précise.

La plupart des autres génotypes résistants sont, ou sont suspectés être, des hybrides interspécifiques ; il s'agit de Gutui, Karamanlica, Katman, NY10352, NY10353, NY10354, NY10355, Obican Vodenac, P20R5A70, P4R9A15, PB6, PB11, PB81, Smiljevka, Smokvarka. Spina Carpi, une très vieille variété italienne de poirier, présente également un niveau intéressant de résistance et son origine génétique serait à vérifier. Les niveaux de résistance varient depuis une résistance modérée, comme par exemple chez P4R9A15 ou BP11, jusqu'à une résistance totale, comme par exemple chez Smokvarka ou NY10355. Un haut niveau de résistance à *C. pyri* pourrait donc être obtenu par l'introduction chez *P. communis* de gènes provenant de *P. ussuriensis*, de *P. longipes* ou de *P. pyrifolia*. Ce fait a été également constaté sur *C. pyricola* avec *P. calleryana*, *P. faurei* [13], *P. ussuriensis* [12, 15, 22], *P. amygdaliformis* [32], *P. eleagrifolia* et *P. longipes* [10] ■

Remerciements

Nous remercions Georges Allard, André Belouin, Pierre-Olivier Fongueuse, Yves Rabineau, Michèle Travers, pour leurs contributions précieuses, notamment dans la préparation du matériel végétal et dans le suivi de l'élevage de psylles. Nous remercions également Rachid Boumaza pour ses conseils avisés en statistique, Anissa Chaïb pour ses remarques judicieuses lors de la rédaction du document, Elisabeth Chevreau pour ses informations sur l'origine génétique de certains génotypes, Josiane Le Corff pour ses remarques pertinentes et la correction du résumé en anglais.

Références

1. Bassino JP, Fort G, Gendrier JP, Reboulet JN. *La lutte intégrée en vergers de poiriers. Premiers résultats obtenus en France. Un ravageur difficile à maîtriser : le psylle commun.* Groupe de travail pour la lutte intégrée en

arboriculture : comptes rendus du cinquième symposium sur la lutte intégrée en vergers, Bolzano, 3-7 septembre 1974. Wageningen (Pays-Bas) : Organisation internationale de lutte biologique contre les animaux à les plantes nuisibles (OILB) ; Section régionale ouest-paléarctique (SROP), 1975 : 153-74.

2. Atger P, Lemoine J. Observations sur l'incidence de la variété et du mode de conduite du poirier sur la pullulation des psylles. In : *Lutte intégrée contre les psylles du poirier*. Toulouse. *Bull OILB/SROP*, 1983 ; 7 : 241-4.

3. Berrada S, Nguyen TX, Lemoine J, Vanpoucke J, Fournier D. Thirteen pear species and cultivar evaluated for resistance to *Cacopsylla pyri* (Homoptera : Psyllidae). *Environ Entomol* 1995 ; 24 : 1604-7.

4. Braniste N, Amzar V, Radulescu M. Resistance source to *Psylla* sp. In : Sugar D, ed. *Sixth international symposium on pear growing. Acta Horticulturae* (International Society for Horticultural Science, ISHS, Medford, États-Unis) 1993 ; (367) : 54-60.

5. Briolini G, Cappeli A, Rivalta L, Rosati P. Observations on *Pyrus communis* resistance to *Psylla pyri*. *Acta Horti* 1988 ; 224 : 211-21.

6. Dardagnon D, Lemoine J, Nguyen TX. Sensibilité de quelques cultivars de poiriers aux attaques de *Psylla pyri* L. (Homoptera : Psyllidae) en milieu artificiel. Protection intégrée en vergers de poirier. Alcobaca (Portugal). *Bull OILB/SROP* 1989 ; 13 : 131-6.

7. Nguyen TX, Lemoine J. *Classification de quelques cultivars de poirier en fonction de la ponte préférentielle et du mécanisme d'antibiosis de Psylla pyri* L. (Homoptera-Psyllidae). Fifth International Colloquium on pears. Cesena (Italy). *Bull OILB/SROP* 1993 ; 17/2 : 108-12.

8. Quarta R, Puggioni D. Survey on the variety susceptibility to pear psylla. *Ann Instit Sperimen Frutticult* 1984 ; 15 : 7-15.

9. Rosati P, Rivalta L, Gibertoni P, Fideghelli C. *Study of some characters in different pear progenies.* Eucarpia tree fruit breeding symposium. Angers : Inra, 1979 : 83-90.

10. Bell RL, Stuart LC. Resistance in eastern European *Pyrus* germplasm to pear psylla nymphal feeding. *HortScience* 1990 ; 25 : 789-91.

11. Bell RL. Additional east european *Pyrus* germplasm with resistance to pear psylla nymphal feeding. *HortScience* 1992 ; 27 : 412-3.

12. Harris M K. Greenhouse testing of pears with *Pyrus ussuriensis* lineage for resistance to psylla pyricola. *J Econ Entomol* 1975 ; 68 : 641-4.

13. Westgard PH, Westwood MN, Lombard PB. Host preference and resistance of *Pyrus* species to the pear psylla *Psylla pyricola* Foerster. *J Am Soc Hort Sci* 1970 ; 95 : 34-6.

14. Quamme HA. Observations of psylla resistance among several pear cultivars and species. *Fruit Var J* 1984 ; 38 : 34-6.

15. Harris MK. Host resistance to the pear psylla in a *Pyrus communis* x *P. ussuriensis* hybrid. *Environ Entomol* 1973 ; 2 : 883-7.

16. Quarta R, Puggioni D. Survey on the variety susceptibility to pear psylla. *Acta Horti* 1985 ; 159 : 77-86.

17. Puterka GJ, Bell RL, Jones SK. Ovipositional preference of pear psylla (Homoptera : Psyllidae) for resistant and susceptible pear. *J Econ Entomol* 1993 ; 86 : 1297-302.

18. Chang JF, Philogene BJR. The development and behavior of the pear psylla, *Psylla pyricola* (Homoptera : psyllidae) on different pear root-stocks and cultivars. *Phytoprotection* 1976 ; 57 : 137-49.

19. Harris MK. Sampling pear foliage for nymphs of the pear psylla, using the Berlese-Tullgren funnel. *J Econ Entomol* 1971 ; 64 : 1317.

20. Puterka GJ. Intraspecific variation in pear psylla (Psyllidae : Homoptera) nymphal survival and development on resistant and susceptible pear. *Environ Entomol* 1997 ; 26 : 552-8.

21. Williams MW, Batjer LP, Degman ES, Burts EC. Susceptibility of some pear species to injury from pear psylla. *Proc Am Soc Hort Sci* 1963 ; 82 : 109-13.

22. Butt BA, Stuart LC, Bell RL. Feeding, longevity, and larval development of pear psylla (Homoptera : Psyllidae) nymphs on resistant and susceptible pear genotypes. *J Econ Entomol* 1989 ; 82 : 458-61.

23. Scherrer B. *Biostatistique*. Boucherville (Québec) : Gaëtan Morin éditeur, 1984 ; 850 p.

24. Robert P, Chausset J, Lézec ML. Larval development of *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera : Psyllidae) on two resistant *Pyrus* genotypes. Breeding for resistance to insects and mites. *IOBC wprs Bulletin* (Dundee) 1998 ; 22 : 89-91.

25. Masseron A, Thibault B, Decoene C, Hilaire C, Dalle E. Le psylle du poirier *Psylla pyricola*. In : *Le Nashi*. Paris : Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), 1988 : 94.

26. Faivre d'Arcier F, Lemoine J, Rieux R, Debras JF. Évolution de *Cacopsylla pyri* (L.) sur cinq descendance de *Pyrus Adalia* 2000 ; 43 : 8-13.

27. Butt BA, Stuart LC, Bell RL. Feeding behavior of pear psylla (Homoptera : Psyllidae) nymphs on susceptible and resistant *Pyrus* germplasm. *J Econ Entomol* 1988 ; 81 : 1394-7.

28. Gérard HC, Fett FF, Moreau RA, Osman SF, Miller RL. Chemical and enzymatic investigation of the leaf cuticle of pear genotypes differing in resistance to pear psylla. *J Agric Food Chem* 1993 ; 41 : 2437-41.

29. Hodkinson ID. The taxonomy, distribution and host-plant range of the pear-feeding psyllids (Homoptera : Psylloidea). In : *Lutte intégrée contre les psylles du poirier*. Toulouse. *Bull OILB/SROP* 1983 ; 7/5 : 33-44.

30. Ognjanov V, Vujanovic-Varga D, Gasic K, Nadj B. Disease resistance in apple, pear and peach germplasm originating from the Balkan peninsula. In : Fokkema NJ, ed. *XXV international horticultural congress*, Brussels. *Acta Horticulturae* (International Society for Horticultural Science, ISHS, Medford, États-Unis) 1998 ; (513) : 63-8.

31. Hermann L. Équilibre végétatif du poirier. In : Atger P, ed. *Le psylle du poirier*. Paris : Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), 1982 : 55-62.

32. Stancevic A, Gavrilovic J, Stankovic D, van der Zwet T. "Pitoma Slanopadja" a natural pear hybrid between *Pyrus amygdaliformis* and *P. communis*. *HortScience* 1984 ; 19 : 254-5.