

## Comportement des cultivars de peupliers commercialisables dans l'Union européenne vis-à-vis de quelques parasites majeurs

J Pinon<sup>1\*</sup>, A Valadon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pathologie forestière, Inra, 54280 Champenoux ;

<sup>2</sup>Division Ressources génétiques et plantes forestières, Cemagref, domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson, France

(Reçu le 9 août 1995 ; accepté le 30 novembre 1995)

**Summary – Behaviour towards major parasites of poplar cultivars registered in European Union.** The 130 poplar cultivars registered for commercial use in any country of the European Union (EU) can be marketed within the EU since 1966 but their circulation became free in 1993 with the opening of the single market. This paper aims to present most of the knowledge available about their behaviour towards major diseases such as the oozing canker (*Xanthomonas populi*), leaf brown spots (*Marssonina brunnea*), foliar rusts (*Melampsora* spp), leaf mosaic (poplar mosaic virus) and bark necrosis (*Discosporium populeum*). For three-quarters of the cultivars information is available which provides useful data to choose cultivars for wood production and for scientific purposes. Nevertheless, there are contradictions among authors, especially for leaf diseases, and this phenomenon is discussed. Information is scarce for some cultivars whose culture is generally limited and for some diseases (mainly *M medusae*, virus and *Discosporium populeum*). Disease resistance depends partly on the poplar species. Fair resistance is common to the oozing canker (*P nigra*), *M brunnea* (*P deltoïdes*, *P nigra* and *P trichocarpa*), rusts (*P deltoïdes*) and *Discosporium populeum* (*P trichocarpa*). Tendencies are less clear for interspecific hybrids, also due to active selection for resistance. It is therefore suggested to increase our knowledge through international cooperation including exchanges of methods and development of some early tests. A better appraisal of damages is necessary for foliar diseases.

poplar / diseases / resistance / European Union

**Résumé –** Les 130 cultivars de peupliers inscrits aux catalogues des différents pays membres de l'Union européenne sont commercialisables dans l'ensemble de ces États depuis 1966 mais leur libre circulation résulte de l'ouverture du marché unique en 1993. Cette note vise à récapituler les informations disponibles sur leur comportement envers les maladies les plus dommageables : le chancre bactérien (*Xanthomonas populi*), la brunissure des feuilles (*Marssonina brunnea*), les rouilles foliaires (*Melampsora* spp), la mosaïque virale et la nécrose d'écorce à *Discosporium populeum*. Le comportement envers les principales maladies a pu être renseigné pour les trois quarts des clones. Il en résulte des informations utiles pour raisonner le choix des cultivars tant pour la production que pour la définition de modèles. Il existe parfois des différences notables d'appréciation

\*Correspondance et tirés à part

Tél : (33) 03 83 39 40 52 ; fax : (33) 03 83 39 40 69 ; courriel : pinon@nancy.inra.fr

pour un cultivar donné selon les auteurs. Ce phénomène concerne surtout les maladies du feuillage, dont l'expression est particulièrement dépendante du climat. De plus, il existe des différences importantes de répartition géographique des trois espèces de *Melampsora*. D'autres raisons responsables de divergences entre auteurs sont discutées. Il apparaît que, pour certains clones (peu cultivés) et certaines maladies (*Melampsora medusae*, la mosaïque virale et *Discosporium populeum*), les informations disponibles sont insuffisantes. Selon les espèces auxquelles appartiennent les cultivars, il est possible d'identifier des sources de résistance au chancre bactérien (*Populus nigra*), au *M brunnea* (*P deltoïdes*, *P nigra* et *P trichocarpa*), aux rouilles (*P deltoïdes*) et au *Discosporium populeum* (*P trichocarpa*). Les tendances sont moins nettes pour les hybrides interspécifiques dont l'échantillon est de plus biaisé par la sélection. Il est suggéré d'approfondir les connaissances en se basant sur une coopération internationale, un échange de méthodes de test et parfois la mise au point de tests précoces. Des informations complémentaires seraient utiles pour mieux cerner les seuils de nuisibilité, en particulier des parasites foliaires.

## peuplier / maladies / résistance / Union européenne

### INTRODUCTION

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1966, les cultivars de peupliers inscrits aux catalogues des différents pays membres de l'Union européenne sont commercialisables dans l'ensemble de ces États. En pratique leur libre circulation n'est intervenue qu'en 1993 avec l'ouverture du Marché unique (Terrasson et Valadon, 1993). Parmi les 130 cultivars dénombrés à ce jour, seuls trois d'entre eux ('Beaupré', 'I-214' et 'Robusta') étaient inscrits dans au moins cinq pays différents et déjà largement répandus en Europe. Des informations sur leur comportement sanitaire sont disponibles dans la plupart des pays. À l'inverse, pour de très nombreux cultivars, dont 93 enregistrés dans un seul État membre, les sources documentaires sont rares et ils sont mal connus dans des pays où leur culture pourrait éventuellement être engagée. Il était donc nécessaire de réaliser une synthèse des informations disponibles.

À cet objectif agronomique s'ajoute un objectif scientifique : repérer des cultivars dont le comportement sanitaire en fait des modèles pour l'étude des relations hôte-parasite. De tels cultivars peuvent être utilisés comme piège pour la détection d'un parasite ou de certains de ses pathotypes. Ils peuvent également être utilisés comme source de résistance et comme base pour l'étude du déterminisme de la résistance et de sa transmission héréditaire et la recherche de marqueurs moléculaires ou biochimiques de résistance, etc. Enfin la mise en évidence de discordances entre auteurs peut

permettre de déceler une variabilité dans le pouvoir pathogène ou la composition des populations parasites.

Des synthèses dédiées à une maladie donnée avaient déjà été réalisées, par exemple pour les rouilles (Pinon 1991a, 1992a) ou le chancre bactérien (Ridé et Ridé, 1993). Depuis, des compléments d'informations sont devenus disponibles, en particulier à la faveur du développement de races physiologiques. Pour d'autres maladies importantes, il n'existait pas de synthèse ou des synthèses ne comportant qu'une faible partie des cultivars inscrits à l'un ou à plusieurs des catalogues nationaux. Outre le chancre bactérien et trois espèces de *Melampsora* (*M larici-populina* Kleb., *M allii-populina* Kleb., *M medusae* Thümen), nous avons inclus la brunissure des feuilles à *Marssonina brunnea* (Ell et Ev) Magn, le virus de la mosaïque et la nécrose d'écorce à *Discosporium populeum* (Sacc) Sutton longtemps appelé *Dothichiza populea* Sacc et Briard.

### MÉTHODE

Les données figurant dans diverses publications et dans différents rapports ont été récapitulées selon une échelle classique en cinq classes : très résistant (et parfois immun), résistant, assez résistant à assez sensible, sensible et très sensible. Une difficulté a résidé dans le fait que quelques auteurs ont utilisé des barèmes en trois ou même quatre classes. Autant que faire se pouvait ces notations ont été traduites dans le barème cinq classes en évitant les deux classes extrêmes.

Toutes les données disponibles ont été utilisées sans jugement sur leur degré de fiabilité. Une certaine prudence s'impose néanmoins dans le cas du chancre bactérien. Il est souvent difficile d'interpréter les résultats de tests d'inoculation pratiqués dans un but de sélection (Ridé, com pers). Les données ainsi recueillies présentent un caractère drastique et elles peuvent paraître éloignées du comportement des clones au champ. Des auteurs indiquent des sensibilités qui pour certains cultivars pourraient les rendre acceptables en culture. Toutefois pour ces mêmes cultivars, les données obtenues en France et en Belgique par Ridé, Ménard et Steenackers sont plus sévères. Ces différences ne reflètent pas des différences de méthodologie dans l'appréciation du comportement clonal puisque la majorité des auteurs s'est inspirée des travaux de Ridé. En fait les souches utilisées en France et en Belgique sont souvent plus pathogènes que celles employées par exemple aux Pays-Bas. La perte totale d'agressivité de certaines souches de référence en culture a abouti à des résultats aberrants. De plus il a été montré que quelques souches présentes en Grande-Bretagne et dans quelques stations belges pouvaient rendre trop sensibles des cultivars jugés jusqu'alors acceptables comme 'Boelare' (Nesme et al, 1994). Le potentiel de dispersion de telles souches n'est pas bien connu mais elles sont déjà présentes dans plusieurs sites en Belgique.

Dans le cas des cultivars à résistance (race) spécifique (en particulier envers *M larici-populina*), nous avons préféré ne pas leur attribuer de notes de sensibilité car leur état sanitaire peut varier considérablement selon la population de races à laquelle ils sont confrontés.

Selon les couples cultivars-maladies, l'abondance des informations est très variable. Dans certains cas nous n'avons trouvé aucune donnée. Lorsque une seule notation est mentionnée, il peut s'agir d'un cultivar que plusieurs auteurs ont jugé de manière identique, ou parfois cela révèle la présence d'une seule source d'information. La mention des sources de bibliographie permet de lever cette ambiguïté. Souvent une fourchette est proposée : elle reflète la diversité d'appréciation des auteurs, voire leurs

contradictions. Lorsque les notes données par les divers auteurs forment un continuum, nous avons utilisé les séparateurs « / » ou « à » entre les valeurs extrêmes. Lorsque deux notes ne se suivent pas immédiatement dans notre barème, nous avons opté pour le séparateur « , » qui signale donc une discontinuité.

## RÉSULTATS

Le tableau I rassemble toutes les informations disponibles. Il permet de dresser un inventaire des informations auxquelles nous avons pu accéder en termes d'abondance et de cohérence (ou d'incohérence). Dans les trois quarts des cas (c'est-à-dire une maladie sur un cultivar), nous avons trouvé une ou plusieurs informations dans la littérature ou dans nos observations antérieures et souvent non publiées. Les lacunes concernent certains cultivars inscrits dans un seul catalogue national et dans des pays où la populi-culture est peu développée (comme 'TR 56-75', 'Casale 78', 'OP 42', 'Suwon' et 'Balsam Spire') et surtout certaines maladies. Les défauts de connaissance portent principalement sur *M medusae*, la mosaïque virale et *D populeum*.

Dans quelques cas les écarts entre les appréciations portées par les auteurs sont considérables. Ainsi quelques cultivars ont reçu des notes allant de la classe de plus grande résistance à celle de la plus grande sensibilité. Mis à part le cas de 'Rochester' envers *D populeum*, ce sont les parasites foliaires qui sont concernés : *M brunnea* ('Ghoy' et 'Jacometti 78B'), *M larici-populina* ('Dromling', 'Marilandica', 'Robusta' et 'Unal') et *M allii-populina* ('Cima', 'Luisa Avanzo', 'Beaupré' et 'Raspalje'). Plus nombreuses sont des notations couvrant quatre des cinq classes du barème. Elles concernent *M brunnea* ('Branagesi', 'Gaver', 'Gelrica', 'Harff', 'Koster', 'San Martino', 'Spijk', 'Tardif de Champagne' et 'Triplo'), *M larici-populina* ('Androscoggin', 'Blanc du Poitou', 'Flaschlanden', 'Fritzi Pauley', 'Gelrica', 'Grandis', 'Harff', 'I-214', 'I-262', 'I-455', 'Jacometti 78B', 'Loens', 'Neupotz', 'Ostia', 'Rintheim', 'Stella Ostigliese', 'Raspalje' et 'Tardif de Champagne') et *M allii-populina* ('Cappa Bigliona', 'Carpaccio', 'Flevo', 'Ghoy', 'Guardi', 'I-214',

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne.

	<i>Chancre bactérien</i>		Marssonina brunnea		M larici-populina		M allii-populina		M medusae		<i>Virus de la mosaïque</i>		Discosporium populeum	
<b><i>P. deltoides</i></b>														
Alcide	• 71	++ $\pm$ 4, 58		++ A, 58	$\pm$ 90	?						- M		?
Carolin	?	+ 15		++/+ A, 9, 23, 63	$\pm$ à -- 9, 16, 23, 63	P A, 83						?		?
Harvard	$\pm$ 71	++/+ 10, 11, 12, 36, 87, 96		++/+ 9, 23, 63, 96	++/+ 9, 23, 63	+ à - 33, 63, 96						-/- M, 36, 58, 87		++ 6
Lincoln	- W, 1	++,- G, 90		++ G, W, 1, 9, 23, 63	++/+ G, 9, 23, 63	?						+ 8		++/+ G, W, 1, 6
Lux	- 71	++/+ A, 4, 10, 11, 12, 36, 87		++/+ A, 5, 9, 23, 63	++/+ 5, 9, 23, 63	- 33, 63						$\pm$ à -- M, 8, 36, 58, 87		++ 6, 36, 54
Marquette	-/- W, 1	++ $\pm$ à - G, 84, 90		++ G, W, 1, 9, 23, 63	++/+ G, 9, 23, 63	?						$\pm$ 8		++ G, W, 1, 6
Onda	$\pm$ 71	++/+ 12, 36		++/+ 9, 10, 23, 63	++ 9, 23, 63	- 63						-/- M, 36		++ 36
Peoria	-/- 1	$\pm$ à - 84, 90		++ à $\pm$ A, 1, 9, 63	++/+ 9, 63	?						?		++ 1, 6
<b><i>P. nigra</i></b>														
Ankum	++ 2	+ à $\pm$ 2		$\pm$ 2	?	?						?		?
Brandaris	++ 2	++/+ 2		$\pm$ 2	?	?						?		?
Jean Pourtet	?	++ G, 36		+ à $\pm$ A, G, 9, 63	++/+ G, 9, 23, 63	?						++ 36		-- G, 36

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancre bactérien</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	M larici-populina	M allii-populina	M medusae	<i>Virus de la mosaïque</i>	<i>Discosporium populeum</i>
Loenen	++ 3	+	± 3	?	?	?	?
Schoorlдам	++ 2	++/+ 2	± 2	?	?	?	?
TR 56/75	?	?	?	?	?	?	?
Vereecken	++ 3, 71	+,- G, 3, 30	± à -- G, W, 3, 9, 63	++/+ G, 9, 23, 63	?	?	- G
Woltersen	++ 2	+ 2	± 2	?	?	?	?
<i>P x euramericana</i> Adige	?	± 36	± à - A, 9, 23	++ , ± à - 9, 23	?	++/+ 36	- 36
Agathe F	++/+ 2, 31, 71, 88	+ à ± 2, 31, 88	-- A, 2, 63	± 63	?	?	?
Allenstein	± à - W, 1	-/- G, W, 1, 30	+ à - G, W, 1, 9, 23, 34, 63	++/+ G, 9, 23, 63	?	+	+ à - G, W, 1, 6, 19, 75
Bellini	- 71	+ à - A, 13, 36	± à -- A, 5, 9, 23, 63	+ à ± 5, 9, 23, 63	-- 63	++ 36	-- 36
Bietigheim	++ 1	± à -- 1, 30, 84	-/- A, 1, 9, 23, 63	+ à ± 9, 23, 63	?	?	-- 1
BL Costanzo	++ 71	± à -- 10, 12, 30, 36, 84	± à -- A, 9, 23, 63	+ à - 9, 23, 63	± à - 33, 63	++/+ 36	+,- 6, 36

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancre bactérien</i>		Marssonina brunnea	M laticri-populina	M allii-populina	M medusae	<i>Virus de la mosaïque</i>	Discosporium populinum
Blanc du Poitou	± à - 1, 30, 71	± 1, 36	± à - A, 1, 9, 17, 34, 50, 63	++ à ± 9, 23, 63	- M	+/-- 33, 63, 94, 95	-	++ à - 1, 6
Bleu d'Exaerde	+ 30	± 30	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?
Boccalari	++/+ 71	± à -- G, 10, 30, 36, 84	± à -- A, G, 9, 23, 63	++/+, - G, 9, 23, 63	++/+ 36	æ à - 33, 63	++/+ 36	± à -- G, 6, 36
Branagesi	? ?	± à -- G, 4, 5, 36, 58	± à - 9, 23	++ à ± 9, 23	++/+ 36, 58	? ?	++/+ 36, 58	? ?
Büchig	++ 1	- 84	± à - A, 1, 9, 23, 63	++ à ± 9, 23, 63	? ?	? ?	? ?	- 1
Campeador	++/+ 71	- G	± à - G, 9, 63	± à - G, 9, 23, 63	++/+ M	? ?	++/+ M	± à ± G, 6, 54
Cappa Bigliona	? ?	± à - A, 36	± à -- A, 9, 23, 63	++ à - 5, 9, 23, 63	++/+ 36	? ?	++/+ 36	- 36
Carpaccio	? ?	± 36, 96	* A, 5, 9, 23, 63, 69, 96	++ à - 9, 23, 63, 90	++ 36	- 33, 63, 96	++ 36	- 36
Casale 78	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?
Cima	- 71	++/+ A, 13, 36	* A, 5, 23, 63, 69	++ à -- 5, 23, 63, 90	++ 8, 36	P A	++ 8, 36	- 36
Dolomiten	++ 1, W	± à -- G, W, 1, 30	± à - G, W, 1, 9, 23, 34, 63	++ à ± G, 23, 52, 63	++ 8	- 63	++ 8	-/- G, W, 1, 6, 19

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancre bactérien</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	<i>M larici-populina</i>	<i>M alli-populina</i>	<i>M medusae</i>	<i>Virus de la mosaïque</i>	<i>Discosporium populeum</i>
Dorskamp	- à ± 2, 31, 71	++ à ± G, 2, 4, 31, 58, 84	* A, 2, 9, 23, 63, 64	+ à ± 9, 23, 63, 90	± 63	- M	-/- 6, 58
Dromling	+ à ± W, 1, 30, 71	+ à - G, W, 1, 30, 50, 52, 97	++ à -- G, W, 1, 9, 50	++ à ± G, 9, 23, 63	?	++ , ± à - M, 8	± à - G, W, 1
Ellert	+ A	± A	* A, 69	± A	?	?	?
Eugenei	?	-- 50, 52	±, -- 32, 34, 50, 63	P 63	++ , - 33, 63, 76, 94, 95	- M	?
Flachslanden	+ à - W, 1, 30	± à - G, W, 1, 21, 30	++ à - G, W, 1, 9, 23, 34, 50, 52, 63	++ à ± G, 9, 20, 23, 63	?	?	± à - G, W, 1, 19, 75
Flevo	± 2, 30, 71	++ à ± 2, 4, 30, 80, 96	++ à ± A, 2, 9, 23, 32, 56, 63, 64, 96	++ à - 9, 23, 56, 63, 90	+ 33, 63, 94, 95, 96	± à - M, 58	-- 6
Florence Biondi	++/+, - 2, 31, 88, 71	+ à ± 2, 31, 88	-/- 2, 63	- 63	P A	?	?
Gattoni	?	± 36	± à - A, 9, 23	+ à - 9, 23	?	++/+ 36	+ 6
Gaver	++/+ 71	++ à - A, 81	* A, 9, 23, 63	++ , ± à - 9, 23, 63, 90	P A	?	?
Gelfica	+ à ± 1, 3, 27, 30, 71, 86	+ à -- 1, 3, 15, 21, 30, 46, 48, 50, 52, 81, 97	+ à -- 1, 3, 9, 16, 23, 34, 50, 51, 53, 63	+ à - 9, 23, 63	?	+ M	± à -- 1, 6, 19, 74, 81

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancres bactérien</i>	Marssonina brunnea	M latici-populina	M allici-populina	M medusae	<i>Virus de la mosaïque</i>	Discosporium populium
Choy	++/+ 71, 78, 79	++ à -- G, 4, 35, 78, 79, 81, 84	*	++ à - 5, 9, 23, 63	P A	?	++ à ± 6, 79
Gibecq	++/+ 71	± 81	*	++/+ 9, 23, 63	P A	?	-- 6
Grandis	-/- W, 27, 30, 71	+ à - W, 30, 80, 89	+ à -- W, 16, 34, 50, 63	++ ± à - 63	?	?	±, -- W, 19, 74
Guardi	?	+ à ± A, G, 13, 36	+ à - G, 2, 9, 63	+ à -- G, 9, 23, 63	- 33, 63	++ 36	-/- G, 36
Harff	++ à - 1, 3, 27, 30, 86, 89	+ à -- 1, 3, 21, 26, 30, 81, 89, 97	+ à -- 1, 3, 34, 37, 63	+ 20, 63	- 63	?	+ 1
Hees	++ ± A, 92	+ A, 92	*	+ A	P A	?	?
Heidemij	± 1, 3, 27, 30, 71	± à - 1, 3, 30, 47, 48, 97	± à -- 1, 3, 9, 23, 34, 47, 50, 51	++/+, - 9, 23, 55, 63	P A	- M	± à - 1, 19, 81
I 45-51	-/- 30, 71, 86	± à -- 15, 24, 30, 36, 42, 43, 84	± à -- 16, 23, 32, 37, 50, 63	++/+ 23, 55, 63	++,- 33, 63, 94, 95	++ ± à - M, 36	++/+ 54, 58
I 154	- 30, 71	± à -- 12, 15, 21, 24, 30, 33, 42, 43, 80	++ à ± 9, 16, 23, 32, 34, 52, 63	++ à ± 9, 23, 63	+ à ± 33, 63, 94, 95	++ à - M, 8, 36	- 41, 72, 93
I 214	++/+ 1, 3, 27, 30, 71	± à -- G, 1, 3, 4, 10, 11, 12, 15, 21, 24, 30, 36, 43, 48, 49, 50	++ à - G, 1, 3, 5, 9, 16, 23, 32, 34, 49, 50, 51, 52, 63, 90	++ à - G, A, 5, 9, 23, 63	-/- 33, 63, 76, 94, 95	++,- M, 8, 36	++ à ± G, 1, 6, 19, 23, 36, 54, 82, 93



Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancre bactérien</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	<i>M larici-populina</i>	<i>M allii-populina</i>	<i>M medusae</i>	<i>Virus de la mosaïque</i>	<i>Discoisporium populeum</i>
I 262	++/+, - W, 30, 71	-/- G, 10, 11, 12, 15, 24, 30, 36, 42	+ à -- G, W, 9, 23, 34, 37, 50, 52, 63	+ à ± G, 9, 23, 63	?	++ à - M, 8, 36	+ à ± G, 41, 54
I 455	++/+ 71	± -- 12, 15, 24, 30, 36, 42, 43	+ à -- 16, 32, 34, 37, 50, 52, 63	++ 63	-/- 33, 63, 76, 94, 95	++ à ± M, 36	+ à ± 41
I 488	++/+, - W, 30, 71	± -- G, 11, 12, 15, 30, 36, 42	± à -- G, W, 9, 23, 32, 34, 50, 63	++/+, - G, 9, 23, 63	-/- 33, 63, 76, 94, 95	++	+ G, 54
I-MC	?	- G, 30, 36, 58	+,-/- G	+ à - G, 9, 23	?	++ 36	+ G
Isières	++/+ 71	?	* A, 5, 9, 23, 63, 66	++ à - 5, 9, 23, 63	P A	?	?
Jacometti 78B	++,- W, 1	++ à -- G, W, A, 1, 24, 30	++ à - G, W, 1, 9, 23, 34, 50, 63	++/+ G, 9, 23, 63	++ 63	?	± à - G, W, 1, 19, 93
Koster	++/+ A, 91	+ à -- A, G, 4, 84, 91	++ A	++ A	?	?	?
Lampertheim	++ W, 1	± à - W, 30	-/- W, 1, 63	-/- 63, 90	?	+ 8	± à -- W, 1, 75
Lingelfed	± à - W, 1	± à - G, W, 1, 30	± à -- G, W, 1, 9, 23, 63	+ à -- G, 2, 9, 23, 63	?	?	+,-, G, W, 1
Loens	+,- 30, 71	± à -- 1, 30, 50, 52, 89, 97	++ à - 1, 9, 23, 34, 51, 63	++,- 9, 23, 63	?	- M	± 1, 19
Luisa Avanzo	± 71	++/+, - A, G, 36, 96	* A, G, 5, 9, 23, 63, 69, 96	++ à -- G, 5, 9, 23, 63, 90	-/- 33, 63, 96	++ 8, 36	-/- G, 6, 36

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancra bactérien</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	<i>M larici-populina</i>	<i>M allii-populina</i>	<i>M medusae</i>	<i>Virus de la mosaïque</i>	<i>Discosporium populeum</i>
Marilandica	+ à ± W, 1, 3, 30, 40, 71	+ , -/- G, W, 1, 3, 12, 21, 30, 43, 48, 50, 97	++ à -- G, W, 1, 3, 9, 23, 32, 34, 37, 51, 63	++ à - G, 9, 23, 63	?	- 77	±, -- G, W, 1, 40, 75
Neupotz	± à - W, 1, 27, 30, 71, 89	± à -- G, W, 1, 21, 30, 89, 97	++ à - G, W, 1, 9, 17, 23, 34, 50, 52, 63	++ à - G, 9, 20, 23, 63	?	- M	++, -- G, W, 1, 19, 74
Ogy	++/+ 71	± 81	* A, 5, 9, 23, 63, 66	++/+ 5, 9, 23, 63	?	?	-- 6
Ostia	++/+ 1, 71	+ à ± 1, 24, 30, 39	- à -- 1, 9, 23, 63	++ à ± 9, 23, 63	++,- 63	++ 8	++ 1
Pan	? 36	- 36	± à - 9, 23	+ à - 9, 23	?	++/+ 36	+,- 6, 36
Primo	++/+ 71	± 81	* A, 5, 9, 23, 56, 63, 64	+ à -- 5, 9, 23, 56, 63, 90	?	?	-- 6
Regenere de Neeroeteren	+,- 30, 86	-- 81	?	?	?	- M	? ?
Rintheim	++ 1	?	++ à - 1, 9, 63	++ à ± 9, 23, 63	?	+ 8	± 1
Robusta	++ à ± 1, 3, 27, 30, 71	+ à - G, 1, 3, 15, 24, 30, 43, 50, 84, 97	++ à -- 1, 3, 5, 9, 23, 32, 34, 37, 50, 51	++ à - 5, 9, 20, 23, 63	++,- 33, 63, 94, 95	- M, 77	-/- 1, 6, 82, 93
302 San Giacomo	? 36	± 36	± à -- 9, 23	+ à -- 9, 23	?	++/+ 36	± 6

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancres bactérien</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	<i>M larici-populina</i>	<i>M allii-populina</i>	<i>M medusae</i>	<i>Virus de la mosaïque</i>	<i>Discosporium populeum</i>
San Martino	-/- W, 71	++ à - A, G, 10, 11, 13, 14, 36, 96	++ à ± G, W, 9, 63, 96	++/+ G, 9, 23, 63	± à - 33, 63, 96	-- M, 8, 36, 87	+++ G, 6, 36, 54
Serotina	++/+, - W, 3, 40	+ à - W, 3, 21, 24, 30, 43, 48, 50	-/- W, 3, 32, 34, 50, 51, 63	- 63	± 63, 76	- 77	-/- W, 40, 74
Serotina de Selys	++/+ 71	± 30	-- 50	? ?	? ?	± M	-- 19, 75
Serotina erecta	+,- 40, 86	-- 52, 81	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?
Spijk	++/+ 2, 31, 71	+ à -- A, 2, 4, 31, 84, 88	* A, 2, 5, 63, 66	++/+ 5, 63	-/- 33, 63, 94	? ?	? ?
Stella ostigliese	? ?	± 36	+ à -- 9, 23	++ à ± 9, 23	? ?	++/+ 36	- 36
Tannenhoeft	± à - W, 1	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	- W, 1
Tardif de Champagne	+ à - 1, 27, 30, 71, 86	+ à -- G, 4, 15, 30, 81, 84	+ à -- A, 1, 34, 50, 51, 63	+ à ± A, 63	? ?	- M	± à -- 1, 19, 82
Triplø	± 71	+ à -- A, G, 36, 84, 96	++ à ± 9, 63, 96	++/+ 9, 23, 63	++ à ± 33, 63, 96	+ à ± 8, 36	± 36
Virgine de Frignicourt	± à -- 30, 71, 86	-/- 15, 30, 52, 97	± à - 34, 52, 63	++,- 55, 63	P A	- M	- 19
<b><i>P trichocarpa</i></b>							
Blom	++/+ 2, 31, 71	+ à ± 2, 31	++ à ± 2, 9, 23, 63	++/+, - 9, 23, 63	? ?	+ 45	++ 6

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chactre bactérien</i>	Marssonina brunnea	M larici-populina	M allii-populina	M medusae	<i>Virus de la mosaïque</i>	Discosporium populeum
Columbia River	++/+ 1, 27, 29, 71, 78, 79	++/+ 78, 79	± à - 1, 63, 79	++ 63	?	?	++/+ 1, 63, 79
Fritzi Pauley	++/+ 1, 2, 27, 30, 31, 71	++ à ± 2, 15, 30, 31	++ à - 1, 2, 9, 23, 63	++ 9, 23, 63	++ 33, 63, 94, 95	++/+ M, 45	++ 1
Muhle Larsen	-/- W, 1, 27, 71	?	± à - W, 1	?	?	?	++ W, 1
Scott Pauley	++/+ W, 1, 71	?	++ W, 1	?	?	?	++ W, 1
Trichobel	++/+ 71, 79	++/+ 79	± à - 63, 79	P 63	?	?	++/+ 79
<i>P maximowiczii</i> x <i>P trichocarpa</i> Androscooggin	±, -- W, 1, 3, 25, 30, 31, 71	++ à ± G, 3, 25, 30, 31	++ à - G, W, 1, 3, 9, 25, 32, 63	++/+ G, 9, 20, 23, 63	++ à ± 33, 76, 94	++ 45	++ à - G, W, 1, 6, 19, 20
OP 42	?	?	?	?	?	?	?
<i>P deltoides</i> x <i>maximowiczii</i> Eridano	?	++ ± 36, 84	++ à ± A, 9, 58	++ à ± 9, 58, 90	± 33	++ - 36, 58	++ 36
Suwon	?	?	?	?	?	?	?
<i>P deltoides</i> x <i>P trichocarpa</i> Barn	+ , - 3, 31, 71	++ ±, -- 3, 31	* A, 3, 9, 23, 63, 64	++/+ , -- 9, 23, 31, 63, 90	-/- 33, 63, 94	+ 45	+ 6

Tableau I. Principaux clones de peupliers inscrits aux catalogues des pays de l'Union européenne (suite).

	<i>Chancres bactérien</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	<i>M larici-populina</i>	<i>M allii-populina</i>	<i>M medusae</i>	<i>Virus de la mosaïque</i>	<i>Discosporium populeum</i>
Donk	+ à - 2, 31, 71	++ à ± 2, 4, 31	*	++/+ 9, 23, 63, 90	-/- 33, 63, 94	+	++ 6
<i>P trichocarpa</i> x <i>P deltoïdes</i> Beaupré	++/+ 71, 78, 79	+ à ± G, 58, 78, 79	*	++ à -- 5, 9, 23, 63, 90	± à - 33, 63	?	++/+ 6, 18, 78, 79
Boelare	± 71	+ à - G, 4, 58	*	+ à ±, -- 9, 23, 55, 63, 90	-/- 33, 63	?	++ 6
Hunnegm	++/+ 71	+ à ± 58, 84	-- 63	±, -- 63, 90	?	?	?
Raspalje	++/+ 71	+ à ± 58	++ à - 9, 23, 63	++ à -- 9, 23, 63, 90	± à - 33, 63	?	?
Unal	++/+ 71, 78, 79	+ à ± 58, 78, 79	++ à -- 5, 9, 23, 56, 63, 79	++/+ 5, 9, 23, 56, 63	-/- 33, 63	?	+ 18, 78, 79
<i>P balsamifera</i> x <i>P trichocarpa</i> Balsam spire	?	?	?	?	?	?	?
<i>P maximowiczii</i> x <i>P nigra</i> Rochester	± à -- W, 1, 2, 25, 30, 31, 71	++/+, - G, 2, 25, 30, 31	± à -- G, W, 1, 2, 9, 23, 25, 32, 56, 63	++ à ± G, 9, 20, 23, 56, 63	- 63, 94, 95	++ 45	++ à -- G, W, 1, 6, 19, 20, 73
<i>P maximowiczii</i> x <i>P berolinensis</i> Oxford	± à -- W, 1, 3, 27, 30, 71	++ à ± 3, 21, 30	± à -- W, 1, 3, 32, 34, 63	++ 20, 63	± à - 33, 63, 94, 95	++ 45	++ à - W, 1, 19, 20, 73

++ : très résistant à résistant ; + : assez résistant ou moyennement résistant (non utilisé pour le chancre) ; ± : moyennement sensible (pour le chancre : résistance insuffisante envers des isolats très agressifs) ; \* : sensible ; -- : très sensible ; P : présence du parasite établie en France sur le clone ; \*comportement dépendant de la race physiologique de *M larici-populina* ; les numéros renvoient aux références bibliographiques ; A : données des auteurs (non publiées) ; G : Giorelli, communication personnelle ; M : Morand, communication personnelle ; W : Weisgerber, communication personnelle.

'Isières', 'Lingenfeld', 'Marilandica', 'Neupotz', 'Primo', 'Robusta' et '302 San Giacomo'). Une amplitude de même importance a été reconnue envers *D populeum* ('Androscoggin', 'Blanc du Poitou', 'Boccalari' et 'Oxford'), le chancre bactérien ('Harff') et le virus de la mosaïque ('I-154' et 'I-262').

Enfin, dans près d'une cinquantaine de cas, une absence de continuité entre les notations est apparue. Toutes les maladies sont concernées, et en particulier le chancre bactérien (12 cas), *M allii-populina* (12 cas) et *M brunnea* (11 cas). À l'inverse, ce type de situation est rare pour *M larici-populina* (deux cas). Certains cultivars plus que d'autres présentent de telles discontinuités. Neuf sont concernés pour deux maladies et deux ('I-488' et 'Barn') le sont pour trois maladies.

Outre l'information apportée pour chaque cultivar pris individuellement, des tendances intéressantes caractérisent le comportement des espèces pures et de leurs hybrides. Les clones de *Populus deltoides* Bartr sont insuffisamment résistants au chancre bactérien et trop sensibles à la mosaïque virale. Ils sont assez tolérants envers *M brunnea* et résistent bien à *M larici-populina* et à *M allii-populina* (sauf 'Carolin', sensible à cette dernière espèce). *P deltoides* ne semble guère sujet à *D populeum*. Chez *Populus nigra* L, la résistance au chancre bactérien et à *M brunnea* est satisfaisante. Le peu d'informations disponibles à l'égard des autres maladies ne permet pas de dégager des tendances.

Les hybrides euraméricains [*Populus x euramericana* (Dode) Guinier] offrent des comportements très divers envers le chancre bactérien. Cette diversité résulte probablement des tendances contraires observées chez les espèces parentales (*P deltoides* et *P nigra*) et du fait que les clones sélectionnés en Europe du nord ont souvent été soumis, avant sélection finale, au test de leur sensibilité à ce pathogène. Envers *M brunnea*, on retrouve une grande diversité mais avec peu de cultivars doués d'un bon niveau de résistance et ceux-ci appartiennent à des sélections récentes ('Carpaccio', 'Cima', 'Hees', 'Isières' et 'Luisa Avanzo'). Les sélections anciennes sont généralement trop sensibles, ce qui est à rapprocher du fait que ce pa-

rasite a été introduit en Europe il y a une trentaine d'années. Un effort de sélection encore plus spectaculaire a été consenti pour la résistance à *M larici-populina*, des clones immuns ayant été obtenus. Toutefois l'émergence de races physiologiques chez *M larici-populina* a parfois ruiné cet acquis. Tous les types de comportement envers *M allii-populina* existent chez *P x euramericana*. Les cultivars les plus résistants peuvent aussi bien être anciens ('Virginie de Frignicourt' par exemple) ou récents ('Koster'). La sélection pour la résistance à cette espèce étant très peu développée, on peut penser que la diversité observée est caractéristique de ce groupe d'hybrides. Une diversité comparable est observée pour la réaction à la mosaïque virale et à *D populeum*.

Bien que les clones de *Populus trichocarpa* Torr et Gray soient peu nombreux, ils constituent un groupe assez homogène caractérisé par une bonne résistance au chancre bactérien et une tolérance envers *M brunnea*. Dans le cas du chancre bactérien cette tendance favorable traduit l'effort de sélection. En effet la section Tacamahaca présente une nette tendance à la sensibilité. L'impact de *M larici-populina* est en deçà du niveau de sensibilité que nous avons relevé sur diverses provenances de cette espèce, conséquence à nouveau d'un effet de sélection. Pour *P trichocarpa* l'immunité n'a pas été trouvée et de ce fait l'émergence de races physiologiques de *M larici-populina* n'a rien changé. *D populeum* ne semble pas être une source de problèmes pour *P trichocarpa*.

Les hybrides interaméricains (hybrides entre *P deltoides* et *P trichocarpa*) sont souvent résistants au chancre bactérien, ayant été sélectionnés pour ce caractère. La résistance à l'égard de *M brunnea* n'est pas exceptionnelle mais il n'y a pas non plus de trop fortes sensibilités. Comme pour les hybrides euraméricains, l'immunité envers *M larici-populina* est à présent contournée et ce phénomène aboutit à des attaques parfois trop élevées. *M allii-populina* étant peu dommageable dans les pays obtenteurs (Belgique et Pays-Bas), la sélection pour la résistance à cette rouille n'a pas été conduite. Il en résulte parfois des sensibilités gênantes (cas de 'Beaupré', 'Hunnegem' et 'Raspalje')

lors de la culture sur la façade atlantique où cette rouille est souvent majoritaire.

En plus des cultivars figurant dans le tableau I, quelques autres clones sont commercialisables dans l'Union européenne. La variété multiclonale 'Brühl' est composée de huit clones de *P. trichocarpa*. Albrecht et Böden (1988) indiquent qu'ils résistent tous bien à *D. populeum*. Les clones 1 et 3 sont les plus résistants au chancre bactérien et les 6 et 8 les plus sensibles. La résistance des autres est intermédiaire mais ne semble pas suffisante. Aucune information ne semble avoir été publiée à propos de leur comportement à l'égard des autres maladies. Quelques cultivars de la section *Leuce* sont aussi inscrits dans des catalogues nationaux. Peu d'informations sont disponibles, ces clones faisaient l'objet, jusqu'à présent, d'une diffusion confidentielle. De plus, ils n'hébergent pas toujours les mêmes parasites que ceux figurant dans le tableau I, et ces parasites eux-mêmes sont très peu étudiés. Ainsi le genre *Marssonina* est représenté par *M. castagnei* (Desm et Mont) Magn et le genre *Melampsora* par des espèces différentes de celles citées plus haut (Pinon, 1992a). Les renseignements les plus précis concernent *P. tremula* L x *P. tremuloides* Michaux cv 'Astria' sensible au chancre bactérien (Ridé et Ridé, 1993) et que nous avons jugé très sensible au chancre à *Hypoxyylon mammatum* (Wahlenb) Miller. 'Rajane', hybride récent entre *P. tremula* et *Populus alba* L, est plus tolérant envers cet agent de chancre sans toutefois atteindre le niveau de résistance de *P. alba*. Il est également peu sujet à la galle du collet provoquée par *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn. Enfin 'Mincio' constitue un cas rare d'hybride du type *P. deltoides* x *P. alba* dont la sensibilité aux rouilles pourrait être gênante.

## DISCUSSION

Au terme de cette synthèse, il apparaît que des informations manquent et qu'il existe des divergences très importantes entre auteurs. Nous allons analyser les raisons les plus vraisemblables qui permettent d'expliquer ces deux cas de figure.

Le tableau I révèle des défauts de connaissance sur le comportement de certains cultivars

à l'égard de quelques maladies. Cette situation peut résulter de causes distinctes. Parfois il s'agit de matériels dont la diffusion est confidentielle, y compris dans le pays obtenteur. Si ces derniers sont de sélection ancienne, cette situation reflète probablement leur peu d'intérêt agronomique. Dès lors le maintien de leur inscription dans un catalogue national apparaît comme peu justifié. Pour des cultivars récents, ce manque d'information rend nécessaire une étude complémentaire en préalable à leur diffusion dans une région où la maladie en question est présente.

Les divergences entre auteurs peuvent résulter d'artefacts ou peuvent traduire une diversité de situations en Europe. Une source d'artefacts provient d'erreurs possibles sur l'identité des cultivars puisque leur morphologie n'est pas toujours unique et qu'il n'existe pas encore de méthode d'identification infaillible, même en biologie moléculaire. Il n'est pas exclu que deux appellations aient été attribuées à un même clone. Ce pourrait être le cas de Casale 78 et de Jacometti 78B (Bisoffi, com pers). Dans le cas des rouilles, certaines études anciennes ne sont pas adossées à des identifications des espèces en cause.

Les différences d'appréciations des cultivars peuvent résulter des souches utilisées pour les inoculations comme déjà évoqué à propos du chancre bactérien, ou des méthodes de notation utilisées (Anselmi et Cellerino, 1978). Dans ce dernier cas, les différences ne sont pas nécessairement fortes. Par exemple, pour *M. brunnea*, une comparaison des méthodes italienne et française a conclu à une bonne liaison dans la plupart des cas (Joannes et Pinon, 1982). De plus, le classement ultérieur des données en groupes classés permet de réduire les divergences qui auraient résulté de l'utilisation des données absolues. Toutefois pour ce parasite nous avons observé que le classement des clones pour leur niveau d'infection peut être variable en pépinière sous l'effet de la pression d'inoculum. En dispositif monoarbre, du fait de la dissémination des spores par les gouttes de pluie, l'état sanitaire d'un individu dépend beaucoup du fait que ses voisins émettent peu (clones résistants) ou beaucoup d'inoculum (clones sen-

sibles). De plus le choix de la date de notation (et parfois de l'année) n'est pas neutre puisqu'elle correspond à une quantité globale d'inoculum qui est parfois trop faible ou trop forte pour discriminer les clones. Enfin, il n'est pas certain que l'évolution de la réceptivité des clones au cours de la saison de végétation soit la même pour tous.

En outre, les principales maladies ne sont pas réparties de manière homogène en Europe. Ainsi, le chancre bactérien à *Xanthomonas populi* (Ridé) Ridé et Ridé n'existe pas au sud de la vallée de la Loire. De ce fait le comportement des cultivars sélectionnés en Italie n'est accessible que si ces derniers ont été éprouvés plus au nord. Parmi les agents de rouille foliaire, *M larici-populina* est ubiquiste en Europe mais sa fréquence est variable selon les régions (Pinon 1991b). *M allii-populina* concerne plus la façade atlantique alors que *M medusae* n'est connu que dans le sud-ouest de la France, en Espagne et au Portugal (Pinon, 1986). Cette distribution restreinte de *M medusae* en Europe n'a pas incité les chercheurs à conduire des tests de sensibilité à cette espèce dont l'incidence n'est pas clairement évaluée. Nous disposons donc de mentions sur la présence de cette rouille sur des cultivars plantés dans le sud-ouest de la France, sans évaluation de l'intensité de l'attaque. De plus cette espèce était systématiquement associée aux autres *Melampsora*, rendant impossible une appréciation du comportement clonal. De ce fait, toutes les estimations de sensibilité proviennent de Nouvelle-Zélande et quelques fois d'Amérique du Nord. Entre ces deux sources d'information, des divergences sont parfois apparues et qui pourraient résulter de l'existence de races chez *M medusae*.

Le cas de *D populeum* est différent dans la mesure où ce parasite est ubiquiste mais l'intensité de ses manifestations est éminemment variable dans le temps. Les notations résultent pour l'essentiel de la constatation d'attaques naturelles qui ne se manifestent pas systématiquement puisqu'il s'agit d'un parasite de faiblesse. L'intensité des attaques est variable puisque dépendante à la fois de la prédisposition des cultivars (affaiblissement antérieurs par des facteurs biotiques ou abiotiques) et de l'inoculum

disponible localement. De plus, il n'existe guère de test par inoculation applicable à un nombre élevé de cultivars.

En ce qui concerne la mosaïque virale, l'expression des symptômes est dépendante des conditions thermiques qui peuvent les masquer. Lorsque les conditions thermiques sont favorables à l'extériorisation des symptômes, l'absence de ceux-ci sur un cultivar donné peut être interprétée de deux manières : soit ce cultivar est résistant, soit l'observation a porté sur des individus indemnes. Dans ce dernier cas il peut s'agir d'un cultivar potentiellement sensible et donc sa bonne apparence ne permet pas de conclure. Pour lever cette ambiguïté, le recours à l'inoculation est nécessaire. Dans le cas où les symptômes s'extériorisent, il n'est pas toujours évident d'estimer si la contamination par le virus a des conséquences telles qu'une réduction de croissance ou une difficulté d'enracinement. Pour acquérir cette information il faut en effet comparer deux lots du même cultivar, l'un sain et l'autre virosé, ce qui est rarement fait. De ce fait seuls les symptômes les plus spectaculaires permettent, sans risque d'erreur, de juger un cultivar trop sensible.

La variabilité du pouvoir pathogène au sein de certains parasites rend en outre plus complexe l'appréciation du comportement des cultivars. Le cas du chancre bactérien a déjà été évoqué et celui des rouilles tend à se compliquer. La sensibilité aux rouilles, et tout particulièrement à *M larici-populina*, dépend de la réaction des clones aux races physiologiques et à la fréquence de celles-ci localement. Or il existe des différences importantes dans les populations raciales dans une région donnée selon la composition de la population de cultivars, sur un site selon les années et entre régions (Pinon, 1995b). Ainsi la race E2 de *M larici-populina* est bien connue en Belgique (M Steenackers, com pers), en France mais pas en Italie (Giorcelli, com pers). À l'inverse, la race E3 est fréquente en Italie et en France mais ne l'est guère en Belgique. De plus certaines races décrites récemment en Europe n'ont pas été détectées en Amérique du Nord (Pinon et al, 1994). Ces différentes races ont émergé depuis environ une décennie en Europe. Il en résulte que les nota-



tions plus anciennes, par exemple celles publiées par van der Meiden entre 1958 et 1964 et par Lemoine et Pinon (1978), n'ont pu tenir compte de ce phénomène. Les clones immuns à l'époque ne le sont plus nécessairement maintenant.

Dans le cas des parasites foliaires, la nutrition de l'arbre en éléments majeurs peut modifier de manière importante son état sanitaire. Ce phénomène a été illustré notamment à propos du comportement de 'I-214' envers *M brunnea* (Garbaye et Pinon, 1973). De même la sylviculture joue un rôle déterminant sur le développement des rouilles : les peuplements denses, tels que les pépinières et les taillis à courte rotation créent des conditions environnementales très favorables aux rouilles (Pinon et Schvester, 1985). Il en résulte, pour le même clone, la même année et la même région, que l'infection sera plus forte dans ces types de peuplements qu'elle ne l'est dans une peupleraie à large espacement. De ce fait les notes attribuées aux clones peuvent varier considérablement selon le site étudié.

## CONCLUSION

Il apparaît au terme de cette étude que la collaboration déjà engagée au sein de l'Union européenne pour l'évaluation du comportement des clones de peuplier à l'égard des principales maladies doit être poursuivie et amplifiée. Cette collaboration doit porter sur des clones dont l'identité est certaine, en veillant à ce que le matériel végétal inclus dans les tests des divers partenaires ait une origine unique. Pour chaque maladie, les méthodes d'inoculation, le choix des souches des parasites et les méthodes de notation doivent être harmonisées afin de rendre les résultats comparables. En cas de divergences, il sera alors possible de mettre précocement en évidence des effets stationnels ou climatiques et surtout des pathotypes nouveaux (Pinon et Lefèvre, 1994). Pour le chancre bactérien et les maladies foliaires, cet objectif est près d'être atteint. Dans le cas de la mosaïque virale, peu d'équipes sont compétentes et pour *D populeum*, l'essentiel de la méthodologie est à mettre au point. Si pour la quantification des symptômes des maladies foliaires, un consen-

sus peut être assez facilement atteint, il demeure peu de travaux qui établissent une liaison entre ces symptômes et l'impact réel de la maladie. Dans le cas de *M brunnea*, à une même surface foliaire infectée correspondent des réductions de l'activité photosynthétique différentes selon les clones (Maurer et al, 1987). Nos essais en cours à propos des rouilles montrent la complexité de l'effet de ces parasites selon les clones, la précocité des attaques et le facteur étudié (croissance ou constitution de réserves). De plus les effets sur la saison de végétation suivante sont encore peu documentés et aucun critère simple ne permet d'appréhender les effets cumulatifs année après année.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement les D<sup>rs</sup> Giorelli, Morand et Weisgerber pour les compléments d'information qu'ils ont mis à leur disposition.

## RÉFÉRENCES

- [1] Albrecht J, Böden E (1988) Zur Krankheitsanfälligkeit von zugelassenen Pappelklonen der Sektionen Aigeiros und Tacamahaca. *Holzschutz* 42, 25-29
- [2] Anonyme (1982) Populierengids n°1. Wageningen, the Netherlands, 39 p
- [3] Anonyme (1982) Populierengids n°2. Wageningen, the Netherlands, 40 p
- [4] Anonyme (1992) Poplar Pathology: risk evaluation and prevention through durable resistance. Intermediate technical report, EEC Forest project contract (J Pinon, ed), 37 p
- [5] Anonyme (1993) Poplar Pathology: risk evaluation and prevention through durable resistance. Final technical report, EEC Forest project contract (J Pinon, ed), 68 p
- [6] Anselmi N (1986) Resurgence of *Cryptodiaporthe populea* in Italy. *EPPA Bulletin* 16, 571-583
- [7] Anselmi N, Cellerino GP (1978) Considérations sur des méthodes de relèvement de l'intensité d'attaque des rouilles sur peuplier. *FAO/CIP Vienne* 28-31 août, 34 p
- [8] Anselmi N, Cellerino GP (1982) Reaction to poplar mosaic virus of several clones (preliminary observations). 31th session of the working group on diseases, FAO, IPC Casale Monferrato, Italie, 6-8 septembre

- [9] Anselmi N, Cellerino GP, Magnani G, Giorcelli A (1986) Sur le comportement à l'égard des *Melampsora* de clones européens collectionnés dans les pépinières UPOV. FAO/CIP, Bordeaux, 22-24 septembre, 7 p
- [10] Anselmi N, Cellerino GP, Heather WA (1975) Diagnosi precoce della reazione di cloni di pioppo a *Marssonina brunnea* attraverso infezioni in laboratorio. *Cellulosa e Carta* 26, 29-36
- [11] Boccone A (1972) Ricerca di elementi per la diagnosi precoce del comportamento dei cloni di pioppo nei confronti della *Marssonina brunnea*. *Cellulosa e Carta* 23, 11, 59-65
- [12] Castellani E, Cellerino GP (1969) Cinque anni di osservazioni sul comportamento di vari cloni di pioppo verso la *Marssonina brunnea*. *Cellulosa e Carta* 20, 4, 3-16
- [13] Cellerino GP (1975) Sur les recherches concernant la résistance à *Venturia populina* et *Marssonina brunnea* de quelques nouvelles sélections de peuplier italiennes. FAO/CIP Belgrade, Yougoslavie, 29 septembre-3 octobre, 7 p
- [14] Cellerino GP, Anselmi N (1982) On the susceptibility to *Marssonina brunnea*, *Melampsora alii-populina* and *Venturia populina* of *Populus deltoides* from Oklahoma. 31th session of the working group on diseases, FAO/IPC Casale Monferrato, Italie, 6-8 septembre 1982
- [15] Chardenon J (1970) Une grave maladie du peuplier. *C R Acad Agric Fr* 56, 96-100
- [16] Chiba O (1964) Studies on the variation in susceptibility and the nature of resistance of poplars to leaf rust caused by *Melampsora larici-populina* Klebahn. *Bull Gov Exp St* 166, 86-157
- [17] Ciesla E, Czajka J, Siwecki R (1975) Field observations on the resistance of poplars infested by *Melampsora* sp. *Arboretum Kornickie* 20, 279-288
- [18] D'Oultremont CE, Steenackers V (1973) À propos des nouvelles variétés de peuplier inscrites au catalogue variétal. *Bull Soc Roy For Belg* 80, 110-122
- [19] Dagenbach H, Schlenker G (1976) *Dothichiza*-Anfälligkeit der verschiedenen Pappelsorten im Populetum Reichenberg. *Mitt Ver Forstl Standortskunde ForstpflZucht* 25, 26-32
- [20] Donaubaue E (1964) Untersuchungen über die Variation der Krankheitsanfälligkeit verschiedener Pappel. *Mitt Forstl VersAnst, Mariabrunn* 63, 1-121
- [21] Donaubaue E (1965) Über die *Marssonina*-Krankheit der Pappel in Österreich. Informationsdienst 96, Allg Forstztg 76, 10
- [22] Garbaye J, Pinon J (1973) Nutrition minérale et sensibilité à *Marssonina brunnea* (Ell et Ev) P Magn de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv 'I 214' : étude préliminaire sur de jeunes plants en milieu contrôlé. *Ann Sci For* 30, 423-431
- [23] Giorcelli A, Vietto L, Anselmi N (1992) Les *Melampsora* des peupliers cultivés en Italie : espèces, races physiologiques, incidence territoriale et susceptibilité clonale. In : *Évolution de la pathogénèse bactérienne et fongique liée aux programmes européens d'amélioration du peuplier* (M Ridé, ed), Rapport final, contrat CEE
- [24] Gojkovic N (1970) Problem smeđe pegavosti lisca topole *Marssonina brunnea* (Ell et Ev) P Magn. *Topola* 79-80, 39-57
- [25] Guldemond JL (1966) Les peupliers hybrides de baumiers 'Androsoggin', 'Geneva' et 'Oxford'. *Stichting Bosbouwproefstation « De Dorschkamp »* 53
- [26] Gremmen J (1964) The *Marssonina* disease of poplar. 2 inoculation experiments on leaf disks with ascospores and conidia. *Ned Bosb Tijdschr* 36, 149-157
- [27] Janssen A (1989) First results of resistance tests on different poplar clones in vitro with the bacterial canker pathogen *Xanthomonas populi* Ridé. Proc Meeting IUFRO working party S2.02.10, Hann Münden, 2-6 October 1989
- [28] Joannes H, Pinon J (1982) Comparaison de deux méthodes d'estimation de l'infection de jeunes peupliers par le *Marssonina brunnea* (Ell et Ev) Magn. *Eur J For Path* 12, 87-96
- [29] Kechel HG, Böden (1985) Resistenzprüfung an Pappeln aus Gewebekultur. *Eur J For Path* 15, 45-51
- [30] Kolster HW (1967) Populiererassen in de EEG Landen en hun bruikbaarheid voor Nederland. Stichting Bosbouwproefstation 'De Dorschkamp', 150 p
- [31] Koster R (1972) Elf nieuwe populiereklonen : ten geleide. *Ned Bosb Tijdschr* 238, 173-189
- [32] van Kraayenoord CWS (1974) *Melampsora* poplar leaf rust in New Zealand. Ministry of Works and Development, 9 p
- [33] van Kraayenoord CWS (1984) National report on activities related to poplar and willow IPC Ottawa, 6 p
- [34] Krzan Z (1982) Poplar resistance to infection by the fungus *Melampsora larici-populina* in field conditions. *Arboretum Kornickie* 26, 123-142
- [35] Lahouste JP (1986) Étude comparative de la sensibilité clonale de feuilles d'hybrides euraméricains carencées en azote à *Marssonina brunnea* (Ell et Ev) P Magn. FAO/CIP Bordeaux France, 22-24 septembre, 7 p
- [36] Lapietra G (1992) Principali caratteristiche dei piu' noti cloni di pioppo selezionati in Italia. *Informatore Agrario* 48, 5, 83-86

- [37] Leibundgut (H), Amels (1972) Observations sur la résistance à la rouille de quelques clones de peuplier. *Schweiz Z Forstw* 123, 255-258
- [38] Lemoine M, Pinon J (1978) Différences clonales de sensibilité des peupliers aux rouilles à *Melampsora larici-populina* et *M allii-populina*. *Rev For Fr* 30, 181-185
- [39] Lemoine M, Taris B, Chauvin B (1982) Observation sur la sensibilité à *Marssonina brunnea* à partir du dispositif expérimental adopté en 1975. FAO/CIP Casale Monferrato, Italie, 6-8 septembre, 5 p
- [40] Liekens H (1963) La culture du peuplier en Belgique. *Extrait Bull Soc Roy For Belg* 98 p
- [41] Magnani G (1963) Prove di resistenza di alcuni pioppi euramericani a *Dothichiza populea* Sacc et Briard. *Pubbl Centr Sper Agric For* 6, 155-178
- [42] Magnani G (1967) Ulteriori osservazioni sulla *Marssonina brunnea* nell'Italia centro-meridionale. *Cellulosa e Carta* 18, 3, 23-26
- [43] Marinkovic P (1968) Epifiticità *Marssonina brunnea* (Ell et Ev) P Magn in rasadnicima i plantacijama Euroamerickih topola u 1967 godini. *Topola* 12, 14-18
- [44] Maurer P, Dreyer E, Pinon J (1987) Évolution de la photosynthèse du peuplier au cours d'un cycle d'infection par *Marssonina brunnea*. Comparaison de trois clones. *Ann Sci For* 44, 135-152
- [45] van der Meer FA (1979) Test methods for poplar mosaic virus useful for the production of healthy stock, epidemiological research and detection of resistance. IUFRO working party S2.03.07, Orléans-Grammont, 17-22 septembre, 7 p
- [46] van der Meiden HA (1962) De praktische betekenis van verschillende populiere cultivars. *Ned Bosb Tijdschr* 34, 125-130.
- [47] van der Meiden HA (1962) De praktische betekenis van verschillende populiere cultivars. *Ned Bosb Tijdschr* 34, 308-314.
- [48] van der Meiden HA (1962) *Marssonina*, een gevaarlijke bladziekte bij populier. *Ned Bosb Tijdschr* 34, 249-254
- [49] van der Meiden HA (1963) De praktische betekenis van verschillende populiere cultivars. *Ned Bosb Tijdschr* 35, 14-18
- [50] van der Meiden HA (1964) Ergebnisse von Untersuchungen zu Rost und *Marssonina* in Holland. *Holzucht* 18, 16-20
- [51] van der Meiden HA, Kolster (1961) De gevoeligheid van een aantal populierenklonen voor roest (*Melampsora larici-populina*). *Ned Bosb Tijdschr* 33, 81-84
- [52] van der Meiden HA, Kolster (1963) De gevoeligheid van een aantal populierenklonen voor roest (*Melampsora larici-populina*). *Ned Bosb Tijdschr* 35, 413-415
- [53] van der Meiden HA, van Vloten H (1958) Roest en schorsbrand als bedreiging van de teelt van populier. *Ned Bosb Tijdschr* 30, 261-273
- [54] Michalopoulou-Skarmoutsou H, Skarmotsos G (1992) Influence of the poplar plants thickness to infection by *Dothichiza populea* and relative resistance of different poplar clones to it. Proc 19th session of the IPC, Zaragoza, 22-25 September, 244-251
- [55] Najdenov J (1982) Aspects de l'état phytosanitaire dans la culture du peuplier en Bulgarie. FAO/CIP Casale Monferrato, Italie, 6-10 septembre, 1-4
- [56] Najdenov J (1984) Otpornost novointrodukovanih klonova topola u SR Bugarskoj na topolovu rdu (*Melampsora* spp). *Topola* 28, 143-144, 87-89
- [57] Nesme X, Steenackers M, Steenackers V, Picard C, Menard M, Ride S, Ride M (1994) Differential host-pathogen interactions among clones of poplar and strains of *Xanthomonas populi* pv *populi*. *Phytopathology* 84, 101-107
- [58] Padro A (1992) Clones de chopo para el valle medio del Ebro. Diputación General de Aragón, 203 p
- [59] Pinon J (1986). Situation de *Melampsora medusae* en Europe. *Bull OEPP* 16, 547-551
- [60] Pinon J (1991a) Comportement des principaux clones de peuplier à l'égard des rouilles et plus particulièrement de *Melampsora larici-populina*. *Rev For Fr* 43, 301-308
- [61] Pinon J (1991b) Éléments de répartition des rouilles des peupliers cultivés en France. *CR Acad Agric Fr* 77, 109-115.
- [62] Pinon J (1992a) Frequency and evolution of *Melampsora larici-populina* Klebahn races in north-western France. *Ann Sci For* 49, 1-15.
- [63] Pinon J (1992b) Variability in the genus *Populus* in sensitivity to *Melampsora* rusts. *Silvae Genet* 41, 25-34
- [64] Pinon J (1995a) Présence en France d'une nouvelle race de *Melampsora larici-populina*, agent de la rouille foliaire des peupliers cultivés. *Rev For Fr* 47, 230-234
- [65] Pinon J (1995b) Variabilité des rouilles du peuplier et évolution de leurs populations. Conséquences sur les stratégies de lutte. Colloque État et perspectives de la populiculture, Académie d'agriculture, 29-30 mars 1995, Nantes, *CR Acad Agric Fr* 81, 99-109
- [66] Pinon J, Bachacou J (1984) Existence de deux groupes d'isolats différenciant par leur pouvoir pathogène chez *Melampsora larici-populina* Kleb. *CR Acad Agric Fr* 70, 114-122.

- [67] Pinon J, Lefèvre F (1994) A new virulence found among isolates of *Melampsora larici-populina*. Réunion de la Commission internationale du peuplier, Izmit (Turquie), 3–7 octobre, 8 p
- [68] Pinon J, Newcombe G, Chastagner GA (1994). Identification of races of *Melampsora larici-populina*, the eurasian rust fungus, on *Populus* species in California and Washington. *Plant Disease* 78, 101
- [69] Pinon J, Peulon V (1989) Mise en évidence d'une troisième race physiologique de *Melampsora larici-populina* Kleb en Europe. *Cryptogam Mycol* 10, 95-106
- [70] Pinon J, Schvester D (1985) Problèmes sanitaires dans les taillis à courte rotation. *Rev For Fr* 37, 17-25
- [71] Ride M, Ride S (1993) Sensibilité de cultivars ou clones de peuplier à *Xanthomonas populi*, agent du chancre bactérien, 5 p
- [72] Sekawin M (1959) L'expérimentation en Italie des clones de peuplier sélectionnés par l'Institut d'expérimentation pour la populiculture de Casale Monferrato. ENCC, 94 p
- [73] von Schönhar S (1957) Ein Beitrag zur Frage der Anfälligkeit verschiedener Pappelarten und Pappelsorten gegen *Dothichiza populea*. *Mitt Ver Forstl Standortskunde ForstpflZucht* 6, 59-64
- [74] von Schönhar S (1960) Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Pappelsorten gegen *Dothichiza populea*. *Allg Forst- u Jagdztg* 131, 259-261
- [75] von Schönhar S (1963) Ein weiterer Beitrag zur frage der Anfälligkeit verschiedener Pappelsorten gegen *Dothichiza populea*. *Allg Forst- u Jagdztg* 143, 57-60
- [76] Sharma JK, Heather WA (1976) Variation in clonal susceptibility of *Melampsora* rust of poplar in Australia. FAO/IPC Bordeaux, 13–14 septembre, 11 p
- [77] Siwecki R (1966) Spozrzecznia nad wirusowa mozaika topoli. *Sylvan* 110, 91-96
- [78] Soulères G (1982) Informations populiocolles. *Rev For Fr* 4, 327-328
- [79] Soulères G (1982) Étude sur cinq nouveaux cultivars de peupliers. *Forêts de France* 255, 29-34
- [80] Spiers AG (1978) An agar leaf-disc technique for screening poplars for resistance to *Marssonina*. *Plant Dis Rep* 62, 144-147
- [81] Steenackers V (1979) Conseils aux populiculteurs. *Bull Soc Roy For Belg* 86, 145-163
- [82] Taris B (1957) Contribution à l'étude des maladies cryptogamiques des rameaux et des jeunes plants de peuplier. Imprimerie alençonnaise, 232 p
- [83] Taris B (1975) Un nouveau danger pour la populiculture: le *Melampsora medusae* Thum. FAO/CIP Belgrade, 28 septembre–4 octobre, 3p
- [84] Terrasson D, Deboisse G (1990) Étude de la sensibilité de 40 clones de peupliers au *Marssonina brunnea*. CIP, Buenos Aires, 17–31 mars, 7 p
- [85] Terrasson D, Valadon A (1993) Conseils préliminaires pour l'utilisation des clones de peupliers inscrits sur les catalogues des États membres de la CEE. *Informations techniques du Cemagref* 92, note 1, 7 p
- [86] Viart M (1966) État actuel des connaissances sur le chancre bactérien du peuplier. *Seita. Bulletin du service de cultures des peupliers et des saules* 1 et 2, 9-44
- [87] Viart M (1972a) Trois nouveaux clones italiens 'Lux', 'Harvard', et 'San Martino'. *Rev For Fr* 24, 51
- [88] Viart M (1972b) Note sommaire sur onze nouveaux clones néerlandais. *Rev For Fr* 24, 293-294
- [89] Viart M (1973) Caractéristiques sommaires de quelques clones allemands. *Rev For Fr* 25, 45-46
- [90] Viénot C (1989) Variabilité de la sensibilité clonale aux maladies foliaires des espèces cultivées de peupliers. Mémoire de 3<sup>e</sup> année, Enitef Cemagref-Inra, 63 p
- [91] de Vries SMG (1987) *Populus euramericana* 'Koster'. *Ned Bosb Tijdschr* 4, 99
- [92] de Vries SMG (1989) Drie nieuwe populiereklonen. *Ned Bosb Tijdschr* 61, 18-19
- [93] Vujic P (1962) The susceptibility of some hybrid black poplars to *Dothichiza populea* Sacc et Briard. *Topola* 6, 28, 77-80
- [94] Wilkinson AG, van Kraayenoord CWS (1975) Breeding and selection of rust-resistant poplars in New Zealand. IPC, Roma, 1–6 décembre, 28 p
- [95] Wilkinson AG, van Kraayenoord CWS (1975) A susceptibility classification of poplar clones to *Melampsora* rusts in New Zealand. FAO/IPC Beograd, 28 septembre–4 octobre, 10 p
- [96] Wilkinson AG, van Kraayenoord CWS (1979) Breeding and selection of poplars resistant to *Melampsora* and *Marssonina* in New Zealand. IU-FRO working parties S.2.02.10 and S.2.02.07, Orléans-Grammont, 17–22 septembre, 16 p
- [97] Zycha H, Frölich HJ (1966) Das Auftreten der *Marssonina*-Krankheit an Pappelarten und -sorten in der Bundesrepublik im Jahre 1965. *Holzzucht* 20, 1