



HAL
open science

Comportement des principaux clones de Peuplier à l'égard des rouilles et plus particulièrement de *Melampsora larici-populina*

Jean Pinon

► **To cite this version:**

Jean Pinon. Comportement des principaux clones de Peuplier à l'égard des rouilles et plus particulièrement de *Melampsora larici-populina*. Revue forestière française, 1991, 43 (4), pp.301-308. <10.4267/2042/26213>. <hal-03425348>

HAL Id: hal-03425348

<https://hal.science/hal-03425348v1>

Submitted on 10 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

biologie et forêt

COMPORTEMENT DES PRINCIPAUX CLONES DE PEUPLIER À L'ÉGARD DES ROUILLES ET PLUS PARTICULIÈREMENT DE *MELAMPSORA LARICI-POPULINA*

J. PINON

Les clones de peuplier cultivés en France sont généralement ceux inscrits au « catalogue des espèces et variétés cultivées » dont la liste a évolué récemment (1^{er} mars 1989). En 1978 (Lemoine et Pinon), nous avons fait le point sur le comportement à l'égard des rouilles d'un certain nombre de clones en pépinière à Orléans. Depuis, nous avons étudié de nouveaux clones, en procédant à des observations supplémentaires en nature et à des inoculations en laboratoire des trois races de *Melampsora larici-populina* mises en évidence par Pinon *et al.* (1987) et Pinon et Peulon (1989). La présente note a donc pour but de dresser un bilan des connaissances et des résultats ainsi acquis ces dernières années sur le comportement des clones vis-à-vis des espèces de *Melampsora* présentes en France et plus particulièrement de *Melampsora larici-populina*, en limitant notre présentation aux clones inscrits au catalogue.

MÉTHODOLOGIES

Identification des espèces de *Melampsora*

Pour chaque clone, un minimum de 10 fructifications (urédosores) récoltées en nature (le plus souvent un multiple de 10) a été examiné au microscope pour l'identification des espèces de *Melampsora* selon des critères morphologiques (Pinon, 1973).

Notation et quantification des infections naturelles

La plupart des clones de peupliers inscrits au catalogue ont été notés pour leur infection par *Melampsora larici-populina* dans la pépinière de Champenoux (Meurthe-et-Moselle) depuis 1987. Ils y sont cultivés en pieds-mères recépés chaque hiver. Chaque clone est planté en petite parcelle monoclonale comportant huit à trente-deux souches. Un arrosage par aspersion intervient pendant quinze à trente minutes une nuit sur deux, ce qui favorise la croissance et surtout entretient une humidité atmosphérique suffisante pour permettre à la rouille de se développer. Ainsi, en dépit de la sécheresse de ces derniers étés, ce microclimat humide a rendu possible un bon développement de la maladie. Les notations sont réalisées fin août ou courant septembre. De plus, en 1990, des observations ont été conduites régulièrement dès la mi-juin pour détecter sur les divers clones l'apparition des premières infections. Pour chaque clone, huit pousses, toutes issues de pieds-mères différents, ont été notées. Chaque feuille reçoit une note caractérisant son degré d'infection. Ces notes correspondent aux quatre premières classes du barème défini par Ridé pour *Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) Magn. . Ainsi l'infection de chaque clone est caractérisée par le pourcentage de ses feuilles dans les quatre classes. Pour chaque année de notation prise séparément, ces données sont ensuite soumises à l'analyse factorielle des correspondances, puis transformées en codages selon la méthode décrite par Joannes et Pinon (1982). En perdant peu d'information, cette méthode d'analyse permet de quantifier l'intensité de l'infection sur chaque clone. Les valeurs ainsi obtenues subissent ensuite un changement d'origine et d'échelle afin qu'un clone dont toutes les feuilles sont indemnes reçoive la note 0 alors que celui dont toutes les feuilles auraient été placées dans la classe d'infection la plus élevée reçoive la note 100. Plutôt que de faire figurer les notes attribuées à chaque clone, nous avons préféré les soumettre à la classification hiérarchique ascendante, avec une troncature en cinq groupes de clones selon l'intensité de leur infection (tableau II, p. 304).

Inoculations en laboratoire

L'inoculation en laboratoire (Pinon et Peulon, 1989) a été réalisée sur des disques foliaires prélevés sur des plants sains élevés en serre. Elle a permis d'établir la liste des races pouvant potentiellement infecter chaque clone (réactions qualitatives) et de fournir certains éléments d'appréciation quantitative de leur sensibilité. Pour tenir compte de l'évolution de la sensibilité aux rouilles selon l'âge des feuilles, dix à quinze feuilles ont été prélevées sur des plants qui en portaient vingt à vingt-cinq. Chaque clone était représenté par trois plants et sur chaque feuille étaient découpés trois disques destinés à être inoculés chacun par une race différente.

Nous présenterons d'abord la liste des espèces de *Melampsora* capables d'infecter chacun des clones (sans préjuger de leur sensibilité) puis étudierons plus en détail le comportement de ces clones à l'égard de *Melampsora larici-populina*. L'ensemble des observations et des résultats sera synthétisé dans deux tableaux, l'un regroupant les données qualitatives (tableau I, p. 303) et l'autre les valeurs quantitatives (tableau II, p. 304).

ESPÈCES DE MELAMPSORA CAPABLES D'INFECTER LES PRINCIPAUX CLONES DE PEUPLIERS EN NATURE

En France, trois espèces de *Melampsora* peuvent infecter les peupliers des sections Aigeiros, Tacamahaca et leurs hydrides : *Melampsora larici-populina* Kleb. (comportant elle-même trois races physiologiques dénommées E1, E2 et E3), *Melampsora allii-populina* Kleb. et *Melampsora medusae* Thuem. Leur répartition géographique sera précisée par ailleurs (Pinon, sous presse) mais on peut la résumer ainsi : *Melampsora larici-populina* est ubiquiste, mais dans le Nord et l'Est il est majoritaire et parfois exclusif ; *Melampsora allii-populina* existe dans l'ensemble de la France, mais est surtout prépondérant dans le secteur ligérien, et *Melampsora medusae* semble

restreint à certaines stations du Sud-Ouest. Ainsi, selon les régions, ce ne sont pas les mêmes espèces qui sont à redouter. Il apparaît donc nécessaire de connaître la réceptivité des clones aux principales espèces de *Melampsora* qui sévissent dans les régions où ces clones sont bien adaptés écologiquement et donc cultivables. Le tableau I (ci-dessous) récapitule les observations pratiquées depuis une dizaine d'années. Du fait de la répartition plus limitée de *Melampsora medusae* (et qui reste à explorer), quelques clones n'ont pas eu l'opportunité d'être soumis à cette espèce, et leur comportement devra être précisé ultérieurement. Outre le cas de chaque clone que précise le tableau I, deux remarques se dégagent :

— l'immunité (absence d'infection) n'existe qu'à l'égard de *Melampsora larici-populina*. Ceci résulte de la sélection, parfois sévère, conduite pour la résistance à cette espèce en Belgique et aux Pays-Bas où elle est très majoritaire ;

— si on prend en compte la répartition géographique des rouilles et la nature des espèces capables d'affecter les différents clones, on perçoit une diversité de cas de figures : les clones anciens peuvent être infectés partout (par une, deux ou trois espèces de *Melampsora*) alors que certains clones modernes peuvent être presque indemnes dans une région (par exemple 'Beaupré', 'Boelare', 'Donk', 'Dorskamp', 'Flevo' et 'Ghoy' dans le Nord ou l'Est), alors qu'ils seront infectés ailleurs, telle la vallée de la Loire (*Melampsora allii-populina*) ou le Sud-Ouest (effets conjugués de *Melampsora allii-populina* et de *Melampsora medusae*).

Tableau I Espèces et races de *Melampsora* pouvant infecter les clones de Peuplier inscrits au catalogue

Clones	Espèces de <i>Melampsora</i>			Races de <i>Melampsora larici-populina</i>		
	<i>allii-populina</i>	<i>medusae</i>	<i>larici-populina</i>	E1	E2	E3
Beaupré	+	+	0	0	0	0
Blanc du Poitou	+	+	+	+	+	0
Boelare	+	?	0	0	0	0
Carolin	?	+	+	+	+	+
Cima	+	+	+	0	0	+
Columbia River	+	?	+	+	+	+
Donk	+	+	0	0	0	0
Dorskamp	+	?	0	0	0	0
Flevo	+	?	0	0	0	0
Fritzi Pauley	+	?	+	+	+	+
Ghoy	+	+	0	0	0	0
Hunnegem	+	?	+	+	+	+
I45-51	+	+	+	+	+	+
I214	+	+	+	+	+	+
Luisa Avanzo	+	+	+	0	0	+
Lux	+	+	+	+	+	0
Raspalje	+	+	+	+	+	+
Robusta	+	+	+	+	+	+
Tardif de Champagne	+	?	+	+	+	+
Trichobel	+	?	+	+	+	+
Unal	+	+	+	+	+	+

Détection des espèces en nature : + présence, 0 absence, ? pas d'informations.

Inoculations des races en laboratoire : + infection, 0 absence d'infection.

**COMPORTEMENT QUALITATIF ET QUANTITATIF DES CLONES
À L'ÉGARD DE *MELAMPSORA LARICI-POPULINA***

Les informations les plus nombreuses et les plus précises ont été recueillies pour *Melampsora larici-populina*. Elles concernent à la fois la précocité des attaques, et l'intensité de l'infection mesurée à la fois en pépinière à Champenoux, où cette espèce prédomine, et en laboratoire après les inoculations par les races E1, E2 et E3. Ces deux types d'approche sont complémentaires. En effet si les infections en nature constituent une référence, celles-ci sont sous la dépendance des fréquences des races au lieu et moment de l'observation. Nos études concernant les populations raciales à Champenoux (article en préparation) montrent que *Melampsora larici-populina* y est actuellement composé en majorité de la race E1 et que les races E2 et E3 n'exercent donc pas une forte pression. Dès lors les clones sensibles à ces deux seules races peuvent apparaître peu infectés du fait du faible inoculum pouvant les contaminer. Cependant les proportions actuelles des différentes races ne sont probablement pas figées car elles résultent en partie de la prépondérance des clones anciens sur lesquels la race E1 domine largement (les races E2 et E3 sont peut-être contre-sélectionnées sur ces clones). Ainsi l'inoculation au laboratoire par les trois races séparément permet-elle de soumettre chaque clone aux

Tableau II Comportement envers *Melampsora larici-populina* des clones inscrits au catalogue

	Infection en pépinière				Précocité en 1990	Inoculation en laboratoire	
	Intensité					Durée du cycle	Intensité d'infection
	1987	1988	1989	1990			
Beaupré	1	1	1	1		∞	0
Blanc du Poitou	—	5	4	4	18-7	C	M
Boelare	1	1	1	1		∞	0
Carolin	2	1	3	3	30-7	L	f/M
Cima	2	2	3	2	3-9	L	f
Columbia River	4	4	5	4	18-7	M	M
Donk	1	1	1	1		∞	0
Dorskamp	1	1	1	1		∞	0
Flevo	1	1	1	1		∞	0
Fritzi Pauley	—	5	5	4	18-7	NT	NT
Ghoy	1	1	1	1		∞	0
Hunnegem	4	2	5	5	18-7	L	F
I 45-51	—	5	5	—	19-6	M	M
I 214	4	4	5	4	19-6	M	F
Luisa Avanzo	1	1	2	2	3-9	L	F
Lux	2	1	3	3	30-7	L	f
Raspalje	3	2	5	5	19-6	L	M
Robusta	5	5	5	5	19-6	C	F
Tardif de Champagne	—	—	—	5	18-7	C	M
Trichobel	3	3	4	4	19-6	M	M
Unal	—	3	5	5	18-7	M	F

Groupes d'infection

- 1 : nulle ou très faible
2 : faible
3 : moyenne
4 : forte
5 : très forte

Dates de notation

- 1987 : 21-23 septembre
1988 : 22 août - 10 septembre
1989 : 10-27 septembre
1990 : 25-26 septembre

Durée du cycle

- C : court (moins de 9 jours)
M : moyen (9 à 11 jours)
L : long (plus de 11 jours)

Intensité d'infection

- f : faible ≤ 10 sores
M : moyenne 10-20 sores
F : forte ≥ 20 sores

NT = non testé quantitativement.

mêmes pressions d'inoculum de chacune d'elles (contrairement à ce qui vient d'être décrit pour l'infection en nature). Il est aussi possible en laboratoire d'estimer, sous conditions climatiques contrôlées, la durée d'un cycle d'infection (c'est-à-dire le temps séparant la contamination de la sporulation qui lui fait suite), ce qui est très difficile en nature où plusieurs cycles peuvent se chevaucher. À l'inverse, les notations d'infection sur le terrain intègrent d'autres paramètres malaisés à aborder et à synthétiser au laboratoire : efficacité de la sporulation, évolution en saison du climat et des effets qui en résultent sur la physiologie de la plante et donc sur sa sensibilité.

Réactions qualitatives à l'égard des races

Le tableau I (trois dernières colonnes, p. 303) dresse l'inventaire des races qui se sont révélées pathogènes sur chaque clone à l'issue des inoculations en laboratoire.

Les clones se regroupent en plusieurs catégories :

- ceux immuns envers les trois races ('Beaupré', 'Boelare', 'Donk', 'Dorskamp', 'Flevo' et 'Ghoy') ;
- ceux infectés uniquement par la race E3 ('Cima' et 'Luisa Avanzo') ;
- ceux immuns envers la race E3 mais infectés par les deux autres ('Blanc du Poitou' et 'Lux') ;
- ceux infectés par les trois races ('Carolin', 'Columbia River', 'Fritzi Pauley', 'Hunnegem', 'I 45-51', 'I 214', 'Raspalje', 'Robusta', 'Tardif de Champagne', 'Trichobel' et 'Unal').

Chez d'autres clones, non inscrits au catalogue ('Isières', 'Ogy', 'Rap' et 'Spijk'), nous avons détecté un autre type de comportement : l'infection par la seule race E2. Il apparaît que ce sont surtout les clones de sélection récente qui résistent au plus grand nombre de races mais aussi que cette réaction est individuelle puisque deux clones de la même famille ('Beaupré' et 'Unal') peuvent présenter des comportements très différents. À propos de 'Unal', nous avons indiqué antérieurement qu'il ne pouvait être infecté que par la race E2. Après avoir comparé la réaction aux trois races de plants issus de boutures prélevées tant chez le Dr Steenackers (obteneur de ce clone) que dans la pépinière de Guéméné-Penfao (Loire-Atlantique), il apparaît qu'"Unal" est bien sensible aux trois races. Ainsi, le clone que nous avons reçu initialement n'était pas 'Unal' mais un clone encore non identifié et morphologiquement très proche.

Réactions quantitatives à l'égard de *Melampsora larici-populina*

En pépinière, les clones indemnes de *Melampsora larici-populina* l'ont été chaque année, mais les autres clones ont pu changer de groupe d'infection d'une notation à l'autre (tableau II, ci-contre) ; ceci reflète des évolutions différentes selon les années et surtout selon les dates de notation. Par exemple, les clones 'Carolin', 'Hunnegem', 'Lux' et 'Raspalje' sont apparus nettement moins infectés en 1988, année pour laquelle la notation avait été conduite relativement tôt. Ceci traduit probablement, pour ces clones, une évolution particulière de l'infection : elle serait relativement lente à s'établir, ce qui n'empêcherait pas certains d'entre eux de présenter ultérieurement des niveaux élevés d'infection. Néanmoins le comportement moyen des clones est apparu stable au cours des quatre années d'observation : les coefficients de corrélation de rangs, calculés sur les notes entre toutes les notations, sont significatifs au seuil de 1 %.

La précocité d'infection en nature (tableau II) semble être un élément intéressant d'appréciation des clones : les onze clones dont les infections en nature ont été particulièrement précoces (détection des premières attaques entre mi-juin et mi-juillet) appartiennent tous aux catégories d'infection les plus fortes (4 et 5) lorsqu'ils sont notés en septembre. À l'inverse, les quatre clones ('Cima', 'Luisa Avanzo', 'Carolin' et 'Lux') dont les infections ont été plus tardives



Photo J. PINON - INRA Nancy

A gauche : symptôme de la rouille foliaire du Peuplier.

A droite : défeuillage provoquée par *Melampsora larici-populina* sur le clone 'Robusta'.

apparaissent peu atteints. Pour deux d'entre eux ('Cima' et 'Luisa Avanzo'), cette tardiveté est à rapprocher du fait qu'ils ne sont réceptifs qu'à la race E3, encore peu abondante dans la pépinière. 'Carolin' et 'Lux' peuvent être contaminés par la plupart des races et leur comportement satisfaisant jusqu'en fin de végétation traduit un développement tardif et lent de l'épidémie sur ces clones, suggérant une résistance générale assez élevée. Il semble donc que la précocité d'infection soit une composante de la sensibilité. Cette tendance peut s'expliquer *a priori* de deux façons : d'une part, une infection précoce permettra la réalisation, en une saison de végétation, d'un plus grand nombre de cycles d'infection et, d'autre part, cette précocité pourrait suggérer une aptitude à l'infection plus élevée lorsque la pression d'inoculum est encore faible (début d'été). Nous éprouverons ultérieurement cette hypothèse par voie expérimentale.

Relation entre les résultats de laboratoire et les observations en pépinière

Sur le plan qualitatif, nous avons vu que cette relation était excellente : les clones, jugés immuns en laboratoire envers l'ensemble des races connues actuellement, sont indemnes de *Melampsora larici-populina* sur le terrain. En ce qui concerne les clones qui s'infectent, la comparaison doit inclure les valeurs quantitatives relevées en laboratoire pour la durée du cycle et l'intensité de l'infection (tableau II, p. 304).

Les quatre clones peu touchés en pépinière ('Carolin', 'Cima', 'Luisa Avanzo' et 'Lux') présentent tous des cycles longs en laboratoire et une infection faible, à l'exception de 'Luisa Avanzo'. Toutefois, Anselmi (communication personnelle) a relevé en Italie de sérieuses attaques de *Melampsora larici-populina* sur ce clone, ce qui peut être rapproché de sa forte infection en laboratoire. Il se confirme donc que son bon état sanitaire en pépinière à Nancy y reflète la faible pression exercée par la race E3 et la longueur de ses cycles sur ce clone.

Pour les autres clones, jugés nettement plus sensibles en pépinière (c'est-à-dire ayant parfois été classés dans les catégories 4 et 5), la comparaison avec les données de laboratoire est plus nuancée et plus complexe. On notera d'abord qu'aucun de ces clones n'y a présenté de faibles infections. Ensuite, seuls deux clones ('Raspalje' et 'Hunnegem') se caractérisent par un cycle long qui pourrait contribuer à expliquer leur faible intensité d'infection lors de notations relativement précoces (1988) alors que leur forte attaque fin septembre refléterait leur contamination intense au laboratoire. Chez les autres clones, la durée du cycle peut être courte mais l'infection moyenne ('Blanc du Poitou'), la durée du cycle moyenne et l'infection moyenne ('Columbia River', 'l 45-51' et 'Trichobel'), ou la durée moyenne mais l'infection forte ('l 214' et 'Unal'). Ainsi au sein de ce groupe sensible en pépinière, les nuances qui sont apparues au laboratoire ne se traduisent pas clairement sur le terrain. Ceci tient probablement au fait que le test de laboratoire n'inclut pas tous les facteurs qui agissent en nature et que nous avons cités plus haut. De plus le nombre élevé de clones (et de races) à tester nous a conduit à les répartir entre plusieurs essais, ce qui rend les données sensibles aux fluctuations expérimentales (climat de la serre d'élevage des plants, lots de sporées, etc...).

Enfin, sur un seul clone se sont combinés les deux caractères les plus défavorables (cycle court et infection forte) : 'Robusta'. Il n'est pas étonnant que ce clone se situe en pépinière systématiquement dans le plus mauvais groupe.

CONCLUSIONS

Il apparaît de plus en plus clairement que le jugement des clones à l'égard des rouilles doit tenir compte des espèces de *Melampsora*, de leur répartition géographique, des races physiologiques (au moins pour *Melampsora larici-populina* dans un premier temps) et de la fréquence de chacune d'elles (dépendante probablement de la fréquence des clones capables de les favoriser). Un jugement global de la sensibilité « aux rouilles » serait donc hasardeux. De plus, le comportement des clones est aussi dépendant du milieu (variations climatiques de nature régionale, annuelle, de la densité du peuplement) et de la survenance éventuelle d'autres parasites foliaires plus précoces et susceptibles de réduire la surface foliaire contaminable. On peut aussi remarquer que le catalogue comporte un nombre élevé de clones de bon comportement, traduisant ainsi des gains acquis par voie de sélection génétique, même s'il n'est pas certain que toutes ces résistances soient stables à long terme.

Sur le plan méthodologique, il apparaît qu'on peut, au laboratoire, prévoir la réceptivité des clones aux différentes races de *Melampsora larici-populina* et détecter précocement ceux qui risquent de devenir fortement infectés en cas de prolifération d'une race jusqu'alors peu abondante (exemple de 'Luisa Avanzo'). Ces tests permettent aussi de dégager des grands groupes de clones dont le comportement en laboratoire permet une prévision au moins partielle de leur réaction sur le terrain. Pour compléter cette analyse des clones, les études en cours à l'INRA et au CEMAGREF sur l'impact des attaques de rouille sur la croissance et les mises en réserves apporteront des informations complémentaires pour mieux définir les seuils de nuisibilité.

Enfin on peut s'interroger sur le devenir à long terme des clones actuellement indemnes : risquent-ils de voir leur résistance un jour contournée par une nouvelle race ? Faute de connaître actuellement les bases génétiques de la résistance des peupliers, tout pronostic est impossible. L'inventaire des gènes de résistance est souhaitable, tant pour conforter les stratégies de sélection que pour prédire les gènes de virulence du parasite, et par là-même inventorier les races susceptibles, au moins théoriquement, d'exister.

J. PINON
Laboratoire de Pathologie forestière
INRA - CENTRE DE NANCY
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

Remerciements :

Cette étude a bénéficié de la collaboration technique de Madame Schipfer et de Monsieur Perochon et de la participation de Mesdemoiselles Attia, Peulon, Schell et de Messieurs Costa et Masson. Les récoltes d'échantillons ont été facilitées par Messieurs Armand, Borthelle, Deboisse, Gumez, Lachaume, Le Boulter, Lemoine, Taris et Terrasson.

BIBLIOGRAPHIE

- JOANNES (H.), PINON (J.). — Comparaison de deux méthodes d'estimation de l'infection de jeunes peupliers par le *Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. — *Journal européen de Pathologie forestière*, vol. 12, 1982, pp. 87-96.
- LEMOINE (M.), PINON (J.). — Différences clonales de sensibilité des peupliers aux rouilles à *Melampsora larici-populina* et *Melampsora allii-populina*. — *Revue forestière française*, vol. XXX, n° 3, 1978, pp. 181-185.
- PINON (J.). — Éléments de répartition des rouilles des peupliers cultivés en France. — Communication à l'Académie d'Agriculture de France, sous presse.
- PINON (J.). — Les Rouilles du Peuplier en France. Systématique et répartition du stade urédien. — *Journal européen de Pathologie forestière*, vol. 3, 1973, pp. 221-228.
- PINON (J.), PEULON (V.). — Mise en évidence d'une troisième race physiologique de *Melampsora larici-populina* Kleb. en Europe. — *Cryptogamie, Mycologie*, vol. 10, 1989, pp. 95-106.
- PINON (J.), VAN DAM (B.C.), GENETET (I.), DE KAM (M.). — Two pathogenic races of *Melampsora larici-populina* in north-western Europe. — *Journal européen de Pathologie forestière*, vol. 17, 1987, pp. 47-53.