



**HAL**  
open science

## Aperçu de la transmission héréditaire de quelques caractères juvéniles chez *Populus nigra* L.

E. Teissier Du Cros

► **To cite this version:**

E. Teissier Du Cros. Aperçu de la transmission héréditaire de quelques caractères juvéniles chez *Populus nigra* L.. *Annales des sciences forestières*, 1977, 34 (4), pp.311-322. 10.1051/forest/19770404 . hal-00882160

**HAL Id: hal-00882160**

**<https://hal.science/hal-00882160>**

Submitted on 11 May 2020

**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.

## Aperçu de la transmission héréditaire de quelques caractères juvéniles chez *Populus nigra* L.

E. TEISSIER du CROS

Centre de Recherches Forestières d'Orléans, I.N.R.A.,  
Ardon, 45160 Olivet

---

### Résumé

La filière classique de l'amélioration d'une espèce forestière passe par une phase appelée « détermination des paramètres génétiques ». Elle est indispensable, quel que soit le mode normal de multiplication de l'espèce : végétatif ou sexué. Elle consiste à déterminer la variabilité, les héritabilités, les corrélations parents-enfants des caractères à intérêt économique et les corrélations entre ces caractères. *Populus nigra*, essence naturelle en France et parent possible d'hybrides interspécifiques de peupliers fait l'objet de cette étude.

Dans 21 peuplements distincts des Alpes françaises, nous avons prélevé des boutures d'un arbre choisi au hasard et récolté sa descendance. L'ensemble du matériel, mères et descendances, a été multiplié végétativement. Une confrontation de ce matériel a été réalisée dans la pépinière expérimentale du Centre de Recherches Forestières d'Orléans.

Les caractères étudiés sont : hauteur et diamètre à un et deux ans, angle d'insertion des branches, débourrement végétatif et arrêt de croissance, sensibilité à *Melampsora larici-populina*.

La majorité des caractères étudiés accusent une variabilité. Mais seuls les caractères phénologiques et la sensibilité aux rouilles sont dotés d'une héritabilité au sens large (estimée chez les mères) de valeur notablement élevée. Ces caractères ont aussi une corrélation parents-enfants significative.

Les corrélations génétiques entre les caractères conduisent aux conséquences suivantes : la sélection au profit de la tardiveté de débourrement conduirait à un gain de vigueur chez les mères et les descendants et à un port plus étalé chez les descendants. Le choix d'individus ou de familles à arrêt de croissance précoce à l'automne ne semblerait avoir aucune conséquence sur les autres caractères, notamment la croissance. Mais la sélection de matériel peu sensible aux rouilles risque de provoquer une perte de vigueur. Cette corrélation défavorable conduit à sélectionner les familles et les individus qui lui échappent.

---

### 1. — Introduction

Les peupliers noirs : *Populus deltoides*, *P. nigra* et leurs hybrides *P. x euramericana* se multiplient dans la pratique essentiellement par voie végétative. Mais, l'amélioration génétique de ces espèces nécessite l'intervention de la voie sexuée, soit pour le rassemblement de matériel de base, destiné à être sélectionné, soit lors de programmes d'hybridations orientés vers la découverte de lois génétiques, ou vers la production de matériel amélioré.

Réalisé dans certaines conditions, le rassemblement de matériel de base peut permettre d'apprécier divers paramètres génétiques tels que :

- variabilité des caractères et héritabilité au sens large,
- corrélations parents-enfants,
- corrélations entre caractères.

## 2. — Méthodologie

Les plants observés appartiennent tous à l'espèce *Populus nigra*. Le matériel de base récolté en 1971 provient de 21 peuplements distincts représentés chacun par un arbre (ortet), choisi au hasard, et par la descendance de celui-ci obtenue par pollinisation libre. Le dispositif comprenait 7 répétitions complètes. Dans chaque répétition, un ramet de l'ortet choisi a été planté à proximité de un ou de deux de ses descendants. En dehors de toute mortalité, chaque ortet est donc répété 7 fois et les familles par 7 à 10 individus différents. Ce dispositif a été installé dans la pépinière du Centre de Recherches Forestières d'Orléans. Quelques renseignements concernant l'origine du matériel végétal employé sont rassemblés au tableau 1.

TABLEAU 1  
*Origine du matériel de base utilisé pour l'étude*  
*Origin of the material applied in this study*

N°	Latitude	Longitude (E)	Altitude (m)	Département	Cours d'eau	Localité la plus proche
71002	45° 43	6° 33	700	Savoie	Doron	Beaufort
005-2	45° 43	6° 29	576	—	Doron	Bonnecine
014	45° 45	6° 20	470	—	Chaise	Marlens
015	45° 37	6° 47	820	—	Isère	Bourg-St-Maurice
016	45° 36	6° 52	890	—	Isère	Séez
021	45° 33	6° 40	662	—	Isère	Aime
023	45° 29	6° 33	490	—	Isère	Moutiers
025	45° 29	6° 31	460	—	Isère	Moutiers
030	45° 35	6° 27	495	—	Isère	Rognaix
036-2	45° 28	6° 17	360	—	Arc	Epière
037	45° 23	6° 15	437	—	Arc	La Chambre
052	45° 55	6° 39	550	Haute-Savoie	Arve	Sallanches
065	46° 01	5° 55	305	—	Les Ussets	Frangy
069	45° 56	5° 50	250	Savoie	Fier	Seyssel
072	45° 35	5° 36	213	Isère	Guiers	St Genix
073	45° 47	5° 27	204	—	Rhône	Briord
076	45° 49	5° 13	191	Ain	Ain	Port Galand
078	46° 00	5° 18	226	—	Ain	Priay
095	43° 41	5° 40	242	Vaucluse	Durance	Mirabeau
104	44° 12	5° 56	460	Alpes-de-Haute-Provence	Buëch	Sisteron
105	44° 21	5° 54	535	Hautes-Alpes	Beynon	Sisteron

Pour tempérer nos élans généralisateurs, rappelons que les conclusions de cette étude ne sont valables que pour l'échantillon présenté ci-dessus observé dans les conditions expérimentales et particulières de cette pépinière.

Le matériel de base utilisé et le dispositif employé attirent quelques remarques :

a) L'estimation d'un certain nombre de paramètres génétiques, notamment les héritabilités au sens strict calculées soit dans les plantations comparatives de descendances, soit par régression parents-enfants, suppose que les deux parents des familles soient connus et croisés selon un plan adéquat ou encore que toutes les

descendances aient un père moyen commun (le même nuage de pollen) qui représente l'effet peuplement. C'est pourquoi une étude de structure génétique ne peut donner des résultats corrects que si les arbres échantillonnés appartiennent à un même peuplement.

Or, les 21 descendances que nous avons étudiées ont des origines très éloignées. Les pères de ces descendances représentent un effet père moyen de chacun de ces peuplements, effet qui n'a aucune raison *a priori* d'être similaire d'une station à l'autre. De ce fait, il nous est interdit d'évaluer les hérédibilités citées ci-dessus. Par contre, la présence de sept ramets de chaque ortet pour les mères autorise une estimation des hérédibilités au sens large.

b) Deux types d'« effets communs » risquent de biaiser certains calculs :

— Une éventuelle ressemblance entre une mère et ses descendants peut être le fait non seulement des relations héréditaires qui les lient, mais aussi de l'effet provenance moyen qui fait que les pères possibles et les mères ont tous subi la même pression de sélection. A cela peut s'ajouter un effet de « milieu commun » dû à la plus ou moins grande fertilité des stations. On peut espérer que ce dernier biais disparaît après bouturage. En effet, si le semis peut, pour sa hauteur, avoir été influencé par la grosseur des graines, il n'en est pas de même chez *P. nigra*, tout au moins pour un plant issu de bouture. Sa taille est relativement indépendante de celle de la bouture dont il est issu.

— La ressemblance mère-descendants risque d'être accentuée du fait de l'utilisation d'un dispositif où systématiquement une mère et l'un de ses descendants sont côte à côte. La crédibilité de nos résultats repose donc sur l'homogénéité du dispositif qui, heureusement, ne couvrait que 120 m<sup>2</sup> en pépinière.

\* \* \*

Les caractères étudiés sont de divers types :

#### *Phénologie.*

Elle permet d'apprécier l'adaptation et le potentiel productif des clones ; les caractères sont : périodes de débourrement et d'arrêt de croissance. Ces périodes sont importantes à connaître pour sélectionner des provenances, des familles ou des clones qui profitent au mieux de la saison de végétation tout en ne se représentant pas aux gelées d'automne ou de printemps dans des états physiologiques qui les rendraient sensibles au froid.

#### *Forme.*

L'angle d'insertion des branches, que nous avons pris en considération, détermine d'abord le port des arbres, donc leur emploi, mais surtout le pourcentage de bois sans nœuds, un arbre à port étalé laissant à diamètre de branches égal des cicatrices d'élagage plus petites qu'un arbre à port fastigié.

#### *Vigueur.*

Les caractères mesurés — à un an, hauteur et diamètre à 0,5 m de hauteur ; à deux ans, hauteur et diamètre à 1 m de hauteur — déterminent l'aptitude à la croissance juvénile.

*Sensibilité aux maladies.*

C'est la sensibilité à une rouille, *Melampsora larici-populina* <sup>(1)</sup> qui a été observée ici.

Ont été mesurés à l'issue de la première saison de végétation en 1974 : la hauteur totale, le diamètre à 0,5 m, l'arrêt de croissance en hauteur et la sensibilité aux rouilles; le débourrement a été observé au début de la deuxième année de croissance ; hauteur, diamètre et sensibilité aux rouilles ont à nouveau été mesurés à la fin de la deuxième année de végétation en 1975.

La variable utilisée pour le débourrement est la somme de trois observations portant sur trois bourgeons avec 3 stades d'évolution. Elle est considérée comme quantitative.

L'arrêt de croissance en hauteur (AC) est apprécié au moyen de la relation :

$$AC = \text{Arc sin } \sqrt{\frac{H_T - H_A}{H_T}}$$

ou  $H_T$  = hauteur totale du plant après l'arrêt de croissance,  
 $H_A$  = hauteur du plant dans la troisième semaine d'août.

Le rapport  $\frac{H_T - H_A}{H_T}$  est, chez les peupliers, en liaison étroite avec la date d'arrêt de croissance proprement dit mais, il représente en réalité la part de l'accroissement de hauteur effectué en arrière saison par rapport à la hauteur totale. La transformation Arc sin  $\sqrt{\quad}$  proposée par les biométriciens a un effet normalisant pour une variable qui est ici un pourcentage.

La notation de rouille est réalisée sur toutes les feuilles de la pousse principale pour les plants d'un an, sur toutes les feuilles d'un rameau latéral vigoureux pour les plants de deux ans. Les variables utilisées sont les données brutes par clone ou descendance dans l'étude de la variabilité et les pourcentages de feuilles notées 3 et 4 — les plus rouillées — des moyennes de clones ou de familles pour le calcul des corrélations <sup>(2)</sup>.

### 3. — Variabilité des caractères étudiés

Le tableau 2 synthétise les résultats des analyses de variance ou du test « 2 I » de l'Information (Arbonnier, 1966) <sup>(3)</sup>. Ce tableau montre l'existence d'une variabilité génétique pour la majorité des caractères étudiés. L'amplitude des variations chez les mères semble supérieure à celle des moyennes de descendance, d'où des F et des coefficients de variation interclones supérieurs aux F et coefficients de variation interdescendance. Ceci n'est pas anormal puisqu'aux effets additifs estimés dans les variances entre moyennes de descendance, s'ajoutent les effets de dominance dans la variance entre clones.

<sup>(1)</sup> Je remercie J. Pinon de sa collaboration active pour le relevé des attaques de rouilles dans cette expérience.

<sup>(2)</sup> Pour plus de détails se référer à l'article Pinon et Teissier du Cros (1976).

<sup>(3)</sup> Le test 2 I de l'Information a été utilisé ici sur les sommes des effectifs par clone (ou descendance) et par classe de sensibilité aux rouilles. Cette méthode très discriminante du point de vue statistique ne débouche pas sur une possibilité d'estimer des héritabilités. Nous n'avons pas procédé à une analyse de variance classique sur les pourcentages de notes 3 et 4, car la trop grande abondance de pourcentages individuels égaux à zéro, risquait de biaiser cette variable.

TABLEAU 2

Variabilité — hérabilité

Variability — heritability

	Mères (clones)				Descendances			
	F ou (2 l)	h <sup>2</sup> au sens large	C. V. inter- clones (en p. 100)	C. V. intra- clones (en p. 100)	F ou (2 l)	C. V. inter- descend. (en p. 100)	C. V. intra- descend. (en p. 100)	
Hauteur	1974	3,25 **	0,31	54	25	2,40 **	42	27
	1975	5,22 **	0,38	65	28	2,68 **	44	27
Diamètre	1974	4,10 **	0,40	64	31	2,00 **	47	34
	1975	4,33 **	0,36	98	47	1,47 NS	55	45
Angle d'insertion des branches .....		3,42 **	0,27	24	13	5,01 **	27	18
Débourrement .....		18,93 **	0,72	269	14	10,97 **	221	15
Arrêt de croissance en hauteur .....		7,95 **	0,59	15	5	1,87 *	10	7
Sensibilité aux rouilles	1974	(366,85 ***)	( <sup>1</sup> )			(817,76 ***)		
	1975	(747,44 ***)	( <sup>1</sup> )			(839,53 ***)		

où F = valeur du test F de Fisher  
 2 l = valeur du test 2 l de l'information  
 CV = coefficient de variation  
 NS = non significatif  
 \* = significatif au seuil de 5 p. 100  
 \*\* = significatif au seuil de 1 p. 100  
 \*\*\* = significatif au seuil de 1 p. 1000.

(<sup>1</sup>) h<sup>2</sup> incalculable. Caractère qualitatif.

Un fait peut néanmoins surprendre dans ce tableau, c'est les valeurs assez voisines des coefficients de variation intra clones et intra descendances. On doit se rappeler que cette variabilité résiduelle exprime dans un cas une variabilité intra-clone, donc essentiellement les effets du milieu, et dans l'autre, les mêmes effets du milieu auxquels s'adjoint la variabilité entre clones. Une explication possible de ce phénomène peut être l'état physiologique « âgé » des copies des mères. En effet il est probable que la rejuvenilisation par seulement 2 bouturages successifs n'a pas ramené les mères dans un état aussi jeune que celui de plants provenant de boutures issues de semis d'un an. A titre indicatif les boutures des mères, dont la reprise en pépinière n'a été que de l'ordre de 70 p. 100 par rapport aux 98 p. 100 pour les descendances, ont donné des plants moins hauts que pour les descendances.

Autre signe de l'existence d'une relativement forte variabilité entre clones : les hérabilités au sens large (h<sup>2</sup>) chez les clones. Ces valeurs sont fortes pour les caractères phénologiques. Ceci a déjà été constaté chez de nombreuses autres essences forestières, notamment chez les résineux. Pour les peupliers, on pourrait utiliser leur caractère hautement discriminant pour la différenciation clonale. La sensibilité à la rouille n'ayant pu être appréciée quantitativement au niveau individuel, le calcul de l'hérabilité est impossible. Néanmoins il est probable que l'intensité du contrôle

génétique de ce caractère est forte. A titre de référence, citons Jokela (1966) qui donne des valeurs de l'ordre de 0,87 pour des attaques de *Melampsora medusae* sur *Populus deltoïdes* (4).

La valeur faible de l'héritabilité de l'angle d'insertion des branches peut étonner, étant donné que chez les peupliers adultes le port est une caractéristique clonale très discriminante. A 2 ans, en pépinière, cette variabilité semble ne pas s'être exprimée ou avoir été très réduite par une plantation trop dense. En effet, la valeur du F (3,42) bien que significative est faible et elle ne correspond qu'à la singularisation d'un clone par rapport aux autres qui ne diffèrent pas entre eux. Nous ne pourrions tirer aucune conclusion pratique sérieuse des corrélations calculées avec ce caractère pour les mères.

Cherchant à « expliquer » par les conditions écologiques d'origine les variations des caractères observés entre les descendance, nous n'avons trouvé qu'une seule liaison significative ( $r = -0,59^{**}$ ), celle entre la date de débourrement et l'altitude. Les descendance les plus tardives proviendraient des sites les plus élevés. Ce résultat pourra être rattaché aux liaisons entre caractères que nous verrons au paragraphe 6-1. Il mérite pourtant ici un commentaire. On constate généralement chez les espèces forestières, surtout résineuses, de montagne, que le débourrement végétatif est d'autant plus précoce que la situation d'origine est élevée. Ce phénomène, dû à la sélection naturelle, est probablement lié à la fréquence des gelées tardives, plus grande à basse altitude qu'en montagne. Nous constatons avec *Populus nigra* un résultat opposé. Il tient vraisemblablement à ce que cette espèce débourre avant les gelées tardives et que ces gelées ne provoquent que peu de dégâts. Le débourrement des peupliers semble lié à l'acquisition d'un certain besoin en chaleur après l'hiver, besoin qui serait atteint plus rapidement à basse qu'à haute altitude ; d'où un débourrement plus précoce des provenances de basse altitude.

Les autres corrélations entre les caractères observés (notamment la vigueur) et l'altitude d'origine ne diffèrent pas de zéro.

#### 4. — Stabilité des caractères observés

Signalons des corrélations élevées entre caractères mesurés 2 années consécutives : vigueur et sensibilité à *Melampsora larici-populina* (coefficients de corrélation en italiques dans le cadre supérieur et dans le cadre inférieur du tabl. 3). Ces valeurs sont très significatives aussi bien entre les mères qu'entre moyennes de descendance. Pour la vigueur, cela tient surtout au fait que les hauteurs ou les diamètres mesurés en 1975 comprennent les hauteurs et diamètres de 1974. Pour les rouilles, par contre, les deux notations sont indépendantes et, qui plus est, réalisées en 1974 sur la flèche et en 1975 sur un rameau latéral. Ce résultat satisfaisant, confirme la bonne répétabilité de ce type de notation phytosanitaire.

#### 5. — Corrélations parents-enfants

Du fait des restrictions énoncées au paragraphe 2-a, nous savons que les liaisons parents-enfants n'autorisent pas l'estimation des héritabilités au sens strict. Mais

(4) Jokela ne précise malheureusement pas dans son article comment il a quantifié sa variable « sensibilité à la rouille » plant par plant, alors que manifestement son échelle de notation est qualitative.

TABLEAU 3

Corrélations

Correlation coefficients

		MÈRES									
		H 74	H 75	D 74	D 75	Déb	A. C.	A	R 74	R 75	
MÈRES	Hauteur 1975 ....	0,85**									
	Diamètre (D)	1974 ....	0,89**	0,94**							
		1975 ....	0,75**	0,92**	0,89**						
	Débourrement (Déb)	- 0,43	- 0,47*	- 0,46*	- 0,46*						
	Arrêt de croissance (A. C.)	0,03	0,02	0,13	0,21	- 0,39					
	Angle des branches (A)	0,34	0,29	0,30	0,31	- 0,39	0,36				
Rouilles (R)	1974 ....	0,45*	0,56**	0,57**	0,49*	0,02	- 0,02	- 0,03			
	1975 ....	0,42	0,54**	0,45	0,43	- 0,12	0,10	0,07	0,67**		
DESCENDANTS	Hauteur	1974 ....	0,21								
		1975 ....		0,25							
	Diamètre	1974 ....			0,23						
		1975 ....				0,25					
	Débourrement					0,84**					
	Arrêt de croissance						0,68**				
Angle des branches							0,48*				
Rouilles	1974 ....								0,64**		
	1975 ....									0,67*	
		DESCENDANTS									
DESCENDANTS	Hauteur	1975 ....	0,85**								
			0,87**	0,74**							
	Diamètre	1974 ....	0,81**	0,91**	0,78**						
		1975 ....	- 0,52*	- 0,44*	- 0,55**	- 0,44*					
	Débourrement	0,42	0,36	0,26	0,36	- 0,34					
	Arrêt de croissance	0,55**	0,50*	0,49*	0,47*	- 0,56**	0,34				
Angle des branches	0,66**	0,68**	0,56**	0,66**	- 0,16	0,38	0,16				
Rouilles	1974 ....										
	1975 ....	0,34	0,47*	0,44*	0,45*	- 0,05	0,35	0,13	0,69**		

Seuils de signification : 5 p. 100 1 p. 100  
 • mère/mère : 0,44 0,56  
 • mère/descendant : 0,44 0,56  
 • descendant/descendant : 0,43 0,55

l'examen des corrélations parents-enfants nous permet néanmoins d'avoir une idée de la dépendance génétique des caractères concernés. Ces valeurs (voir cadre intermédiaire du tabl. 3) sont assez élevées pour certains caractères : débourrement, arrêt de croissance et sensibilité aux rouilles. Ces caractères, dont on a déjà montré qu'ils avaient une forte héritabilité au sens large (tabl. 2), semblent confirmer ici leur importante dépendance génétique totale exprimée par la stabilité des classements des mères et de leurs descendants.

## 6. — Corrélations entre caractères

Après avoir déterminé les caractères sous forte dépendance génétique, il est nécessaire d'examiner comment une sélection qui les prendrait en compte peut influencer indirectement sur d'autres caractères liés génétiquement avec eux (tabl. 3, cadres supérieur et inférieur, valeurs en lettres droites).

### 6.1. — Liaisons avec le débourrement

#### 6.11. *Entre les mères.*

On remarque d'abord une tendance générale de corrélations négatives — significatives pour certaines — entre la vigueur et le débourrement. Les clones à débourrement tardif (valeur faible de la variable utilisée) auraient les croissances les plus élevées. Ce type de liaison souvent recherché chez certains arbres forestiers sensibles aux gelées de printemps n'est pas primordial chez les peupliers noirs de notre territoire, qui débourent souvent largement avant les dernières gelées de printemps. Malgré tout, si le problème se posait nous pouvons nous rappeler que le matériel à débourrement tardif serait à rechercher dans les sites les plus élevés (cf. paragraphe 3).

#### 6.12. *Entre les moyennes de descendances.*

Même type de liaison avec la vigueur qui confirme celle du paragraphe précédent. Une liaison supplémentaire semble se dessiner ici, c'est la corrélation hautement significative entre le débourrement et l'angle des branches. Elle est confirmée ici par les corrélations positives et significatives entre angle des branches et vigueur. La liaison angle des branches-débourrement est difficile à expliquer directement. En effet, il a été précisé plus haut (fin du paragraphe 3) qu'il n'y a aucun rapport entre l'altitude d'origine, influant sur le débourrement, et ce caractère de forme, mais elle est probablement la conséquence indirecte de la liaison angle des branches-vigueur. Cette dernière peut être expliquée relativement simplement : on a remarqué, chez certains arbres fruitiers (Jankiewicz, 1968) et chez les peupliers (Teissier du Cros, 1969) que la pousse terminale a pour effet d'augmenter l'angle d'insertion des ramifications sous-jacentes et qu'un faible développement de cette pousse dû à des causes extérieures, entraîne un redressement de ces ramifications. La fertilité du milieu, comme les facteurs génétiques, qui ont pour effet d'accroître la vigueur de la pousse terminale, peuvent donc entraîner chez les peupliers une augmentation de l'angle d'insertion des branches, expliquant ainsi la corrélation constatée.

6.2. — *Liaisons avec l'arrêt de croissance*

L'arrêt de croissance en hauteur chez les peupliers est en liaison directe avec la latitude d'origine ; les individus venant de régions septentrionales s'aoûtant en un lieu donné avant ceux de régions méridionales. Cela a été montré clairement par Pauley et Perry (1954) pour *Populus deltoïdes* et par Teissier du Cros (1974) sur *Populus trichocarpa*. Chez *Populus nigra* on observe bien une variabilité de ce caractère sans qu'aucune corrélation n'apparaisse avec la latitude d'origine. Précisons, pour expliquer cette absence de corrélation, que l'amplitude latitudinale de notre échantillon est très faible (2°20').

6.21. *Entre les mères.*

Aucune liaison significative n'apparaît avec ce caractère, notamment avec la vigueur appréciée sous ses différentes formes. Les clones à arrêt de croissance précoce, ceux que l'on pourrait rechercher là où des gelées d'automne seraient à craindre ne seraient pas les moins vigoureux.

6.22. *Entre les moyennes de descendance.*

L'absence totale de corrélation avec la vigueur observée chez les mères est remplacée ici par une tendance positive non significative qui ne paraît pas devoir prêter à conséquence.

La faiblesse ou l'absence de liaison peuvent être considérées comme favorables. Elles ne concernent bien entendu que des plants d'un ou deux ans. Mais, comme c'est précisément sur de jeunes plants que des défauts d'aoûtement se produisent du fait des froids précoces d'automne, nous pourrions considérer qu'il n'y a aucun désavantage à sélectionner les clones à arrêt de croissance précoce, sélection qui ne se traduirait pas par le choix indirect de clones faibles.

6.3. — *Liaisons avec la sensibilité aux rouilles*

En 1974, comme en 1975, nous constatons une liaison positive et souvent significative entre la sensibilité aux rouilles et la vigueur. Les clones ou les descendance en moyenne les plus hauts seraient les plus rouillés. Les individus les plus grands ont-ils intercepté plus de spores et sont-ils de ce fait plus rouillés ?

Nous avons regroupé les mères (clones) ne se distinguant statistiquement ni pour la hauteur ni pour la sensibilité aux rouilles<sup>(5)</sup>. Dans les cinq groupes obtenus, nous avons estimé la corrélation rouille-hauteur en faisant l'hypothèse que cette corrélation, si elle existait ne pouvait être due qu'aux effets du milieu. Dans tous les cas, bien que de valeur positive (moyenne des valeurs 0,19) ces corrélations sont loin d'être significatives. La liaison observée semble bien être de nature génétique.

6.4. — *Conséquences pour la sélection*

Cette étude nous a mis en présence de trois types de liaisons entre caractères :

- des liaisons favorables : tardiveté-vigueur et tardiveté-angle des branches ;
- une absence de liaison : arrêt de croissance-vigueur ;
- une liaison défavorable : rouille-vigueur.

(5) Cet artifice avait pour but d'augmenter le nombre de degrés de liberté.

La sélection pour la tardiveté du débourrement végétatif conduirait au choix de descendance et de clones vigoureux et à des descendance à port étalé. La recherche de ce matériel « tardif » devrait être faite préférentiellement en altitude.

La sélection d'individus ou de familles à arrêt de croissance précoce semblerait n'avoir aucune incidence sur les autres caractères, notamment la croissance juvénile.

Mais la sélection pour une faible sensibilité familiale ou individuelle à la rouille conduirait à une perte de croissance. De ce fait, nous serions amenés, dans un premier temps, à chercher parmi les descendance, celles qui échappent à cette corrélation (voir fig. 1, cadre inférieur droit). Puis, dans un deuxième temps, à sélectionner dans ces descendance, les individus qui échappent aussi à cette corrélation. La figure 2 regroupe les données concernant les différents individus appartenant aux descendance retenues sur la figure 1. En tireté apparaissent les moyennes des descendance avant sélection ; en trait plein, les moyennes des descendance sélectionnées. Si on tient compte, pour la hauteur 1975, du coefficient de variation intraclone (tabl. 2 : 28 p. 100) on constate qu'un seul individu pourrait être retenu (15-401) par cette méthode récurrente (taux de sélection : 5 p. 1 000) ; les autres ne sortant pas de la fourchette qui contient la moyenne. Un calcul analogue, pour la sensibilité à la rouille — mais portant sur un échantillonnage de 14 clones au lieu de 20 — donne un coefficient de variation de 40,65 p. 100, qui confirme les aptitudes du clone 15-401.

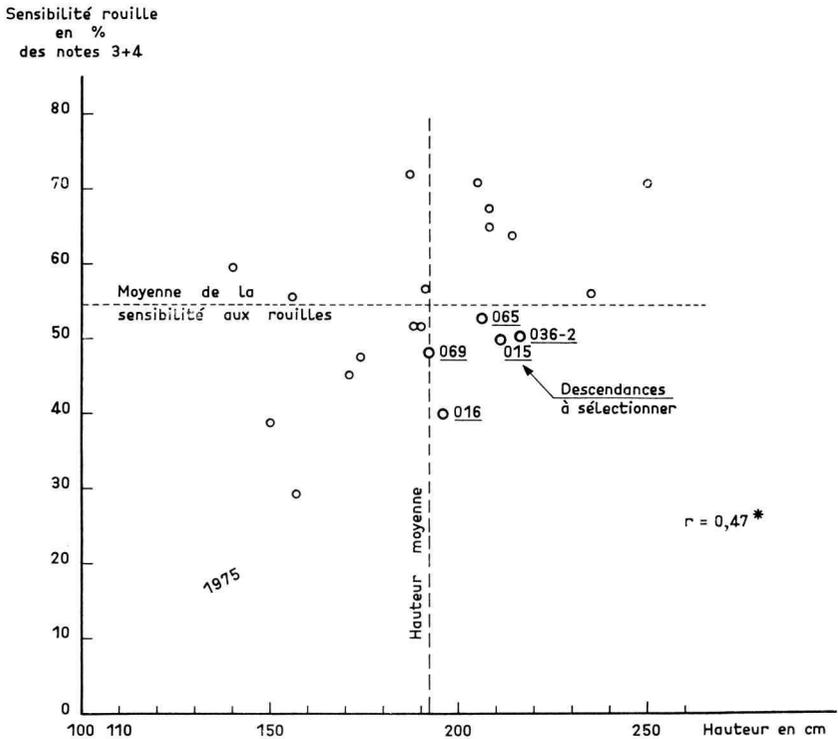


FIG. 1. — Corrélation rouille 1975 ; hauteur 1975 (moyenne des descendance).

Correlation between rust incidence and total height in 1975 (family means).

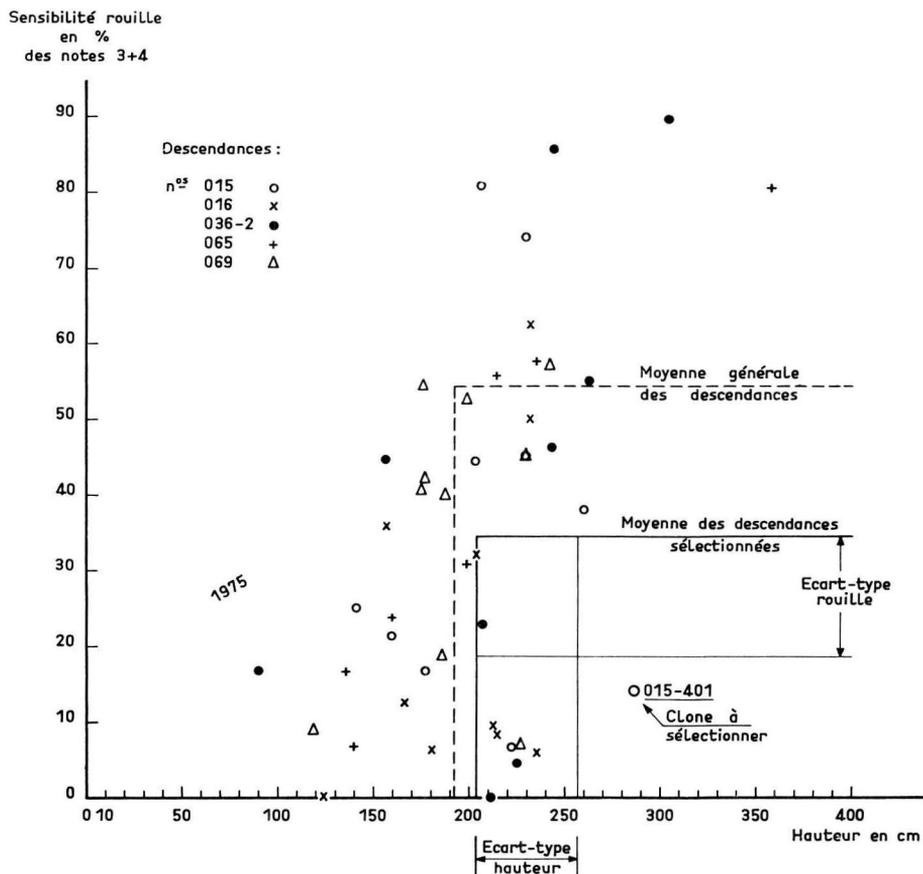


FIG. 2. — Schéma de sélection pour deux caractères à corrélation défavorable.

Selection process applied to two unfavorably correlated characteristics.

### 7. — Conclusion

Le matériel utilisé dans cette étude — des descendances maternelles d'arbres très isolés les uns des autres — a rendu impossible l'estimation de certains paramètres. Les héritabilités au sens strict n'ont pas pu être calculées du fait de l'indépendance totale des pères, d'un peuplement à l'autre.

La connaissance de ce paramètre est néanmoins indispensable dans un programme de sélection car elle permet la détermination des gains génétiques. Son calcul, lorsque le matériel de base est non sélectionné, se fait habituellement dans des études de structure génétique (6). Ce type d'étude est rarement possible pour *Populus nigra*, essence ripicole dont les peuplements qui subsistent actuellement sont

(6) Descendances d'un échantillon d'arbres sélectionnés dans un peuplement homogène d'étendue limitée. Les pères sont alors jugés communs pour toutes les descendances. Les mères doivent être suffisamment éloignées (25 à 50 m) pour être indépendantes génétiquement. Soixante dix descendances au minimum sont utiles pour la précision des estimations. Cela représente de 15 à 18 ha selon la distance entre mères.

étirés le long des cours d'eau sur une largeur très restreinte : quelques dizaines de mètres tout au plus.

Une autre manière d'aborder ce problème est d'estimer les paramètres dans une population dont la variabilité est recréée artificiellement. Nous avons utilisé cette deuxième méthode. Elle consiste à produire des descendance de croisements artificiels. La réalisation des croisements est en cours mais nous ne sommes pas encore en mesure d'en tirer les résultats.

Reçu pour publication en avril 1977.

### Summary

#### *Some aspects of the inheritance of a few juvenile characteristics in Populus nigra L.*

One of the stages of a tree breeding program is the determination of genetic parameters. It is considered as a compulsory process whichever is the way of propagation of the species : vegetative or sexual. It consists in the estimation of the variability, the heritabilities, the parents-offsprings correlations for economic characteristics and the genetic correlations between these characteristics. *Populus nigra*, a natural species in France, and a possible parent for hybrids between species of the Genus *Populus* is studied here.

Cuttings and seed of one average tree of 21 distinct stands of the French Alps have been collected. The ortets and offsprings have been vegetatively propagated and compared in the experimental nursery of the Forest Research Station of Orléans.

The characteristics which were studied are : height and diameter at one and two years ; crotch angle of the branches ; vegetative flushing and growth termination ; susceptibility to *Melampsora larici-populina*.

Most of those characteristics varied. But only the two phenologic ones and the rust susceptibility seem to possess a high broad sense heritability. The same characteristics have a high parent-offsprings correlation.

The consequences of the genetic correlations between characters may be summarized as follows : a selection for late flushing would bring a gain in vigor for clones and progenies and also a wider crotch angle of the offsprings. The choice of material with an early growth termination would have no consequence on other characteristics. But a low rust susceptibility being correlated with a low vigor would lead to the selection of families and clones which are exceptions to this correlation.

### Références bibliographiques

- ARBONNIER P., 1966. L'analyse de l'information. Aperçu théorique et application à la loi multinomiale. *Ann. Sci. For.*, **23**, 949-1017.
- JANKIEWICZ L. S., 1968. Mechanism of the crotch angle formation in apple trees. II. Investigation on auxine role. Institut de Pomologie de Skierniewice, rapport annuel.
- JOKELA J. J., 1966. Incidence and heritability of *Melampsora* rust in *Populus deltoïdes* Bartr. In *Breeding Pest Resistant Trees*, NATO-IUFRO, pp. 111-117.
- PAULEY S. S. et PERRY T. O., 1954. Ecotypic variation of the photoperiodic response in *Populus*. *J. of the Arnold Arboretum*, **25**, 167-188.
- PINON J. et TEISSIER du CROS E., 1976. Sensibilité aux rouilles de différentes espèces de peupliers *Melampsora larici populina* Kleb. et *M. allii populina* Kleb. *Ann. Sci. For.*, 1976, **33**, 2, 49-59.
- TEISSIER du CROS E., 1969. Evolution de l'angle d'insertion des branches de peupliers. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, 75 p.
- TEISSIER du CROS E., 1974. *Populus trichocarpa*, Exposé sur leur introduction et leur utilisation potentielle en France (résumé 1 p.). C.N.R.F. Nancy, 5 décembre.