



**HAL**  
open science

## Resistance a la verse du lin textile. Influence du milieu et criteres de selection proposes

Y. Menoux, E. Katz, A. Eyssautier, S. de Parcevaux

### ► To cite this version:

Y. Menoux, E. Katz, A. Eyssautier, S. de Parcevaux. Resistance a la verse du lin textile. Influence du milieu et criteres de selection proposes. *Agronomie*, 1982, 2 (2), pp.173-180. hal-02728277

**HAL Id: hal-02728277**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02728277v1>**

Submitted on 2 Jun 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.

# Résistance à la verse du lin textile : influence du milieu et critères de sélection proposés

Yvette MENOUX (\*), Elie KATZ (\*\*), Auguste EYSSAUTIER (\*\*\*) & Sané de PARCEVAUX (\*)

avec la collaboration technique de Daniel SAINTE-BEUVE (\*\*\*), Louison ROBINET (\*\*), Brigitte DURAND (\*) & Monique LE GLEO (\*)

(\*) I.N.R.A., Station de Bioclimatologie, route de St-Cyr, F 78000 Versailles.

(\*\*) Association technique pour la Production et l'Utilisation du Lin, F 60330 Le Plessis Belleville.

(\*\*\*) Institut technique agricole du Lin, 5, rue Cardinal Mercier, F 75009 Paris.

## RÉSUMÉ

Résistance à la verse,  
Lin textile,  
Expression du génotype,  
Conditions climatiques,  
Critères de sélection,  
Longueur des entre-  
nœuds.

Le comportement à la verse physiologique de 9 variétés de lin textile est étudié en conditions naturelles dans 2 localités différentes.

Les critères de sélection retenus tiennent compte des causes mécaniques de la verse et se rapportent essentiellement à la morphologie de la tige : hauteur, diamètre, longueur des entre-nœuds, répartition de la matière sèche le long de celle-ci. L'évolution de ces critères est suivie au cours du cycle biologique. Les mensurations des fibres élémentaires sont effectuées à la récolte. En cas de verse, des notations d'intensité sont faites.

Dans les conditions des essais, les critères les plus représentatifs de la résistance à la verse sont les suivants : courte longueur des entre-nœuds du 1/4 inférieur de la tige épicytolée, corrélativement vitesse d'élongation lente aux stades jeunes de la plante et faible valeur du rapport longueur/diamètre des fibres. Ces critères se révèlent aussi les plus indépendants des conditions culturales.

## SUMMARY

Lodging resistance,  
Fibre flax,  
Expression of genotype,  
Climatic conditions,  
Breeding criteria,  
Internode length.

*Lodging resistance in fibre flax : environmental effects and definition of breeding criteria*

Physiological lodging was studied under natural conditions in 9 flax varieties.

These varieties showed different degrees of resistance to lodging : « Taïga », « Natasja » and « Fany » were lodging-resistant ; « Hera », « Emeraude » and « Tissandre » were less resistant, but able to recover from lodging ; « Norfolk Earl », « Liral Prince » and « Liral Beattle » were lodging-susceptible.

The experiments were set up in 2 different geographical locations, where flax is normally cultivated in France. In looking for mechanical causes of lodging, we examined in particular morphological indices of the stem : height, diameter, internode length, dry matter distribution along stem. These indices were scored during the whole biological cycle. Fiber measurements were made at harvest time. Lodging intensity was noted as lodging occurred.

In our experimental conditions, it seems that the most representative lodging criterion is short basal-internode length ; this criterion is associated with a slow elongation rate during early growth. Another index is a low value for the fiber length : diameter ratio. These criteria were also most independent of cultural conditions.

## I. INTRODUCTION

La verse est un accident de culture toujours préjudiciable aux récoltes. Ses causes sont d'ordre mécanique.

Pour trouver les moyens de lutte contre cet accident, les propriétés de résistance mécanique des tiges et de leur ancrage au sol, ainsi que leur évolution en fonction de différents facteurs ont été abondamment analysées. De rares travaux font appel à des mesures directes de la résistance à la flexion : citons KONO & TAKAHASHI (1964) qui mesurent chez le riz la courbure de la base d'une tige soumise à des vitesses variables de vent en soufflerie et définissent ainsi la « rigidité à la flexion » (flexural rigidity) d'après la relation courbure-forces de torsion. La plupart des travaux cherchent à établir des relations entre résistance

à la verse et conformations morphologiques (hauteur et diamètre de la tige, géométrie du système racinaire...), anatomiques (importance des tissus de soutien...) ou composition chimique des parois cellulaires. Ces études portent essentiellement sur les céréales.

En ce qui concerne le lin (*Linum usitatissimum* L.), signalons les travaux de BREJCHA (1973), RYKOVA (1970), SKUCINSKA (1965) & TURKOVA (1960) sur les caractéristiques morphologiques et anatomiques de la tige, ceux de GRASCENKO (1963), de SEERGEVA & BARSEVA (1964) sur la composition chimique des feuilles de la tige, ceux d'EYSSAUTIER (1966, 1967 et 1968), HERMANT (1969), LECAT (1971) & ZLAMAL (1960) sur l'influence des pratiques culturales : date et densité de semis, fumures minérales... Signalons enfin les travaux particuliers à l'histologie des fibres en

relation avec la verse : BARSEVA (1973), BREJCHA (1970), RYKOVA (1965 et 1968), TUMALIEWICZ (1963) & ZLAMAL (1960).

L'analyse de tous ces travaux conduit à la conclusion attendue qu'une tige trapue, aux entre-nœuds courts, avec des tissus de soutien relativement abondants, sera le moins susceptible de verser. En liniculture textile, où l'on recherche des fibres longues et fines, on a tendance à provoquer l'allongement des entre-nœuds, la longueur de la fibre dépendant des distances entre insertions foliaires (JACQUEMART, 1961 ; KATZ & ROBINET, 1977).

Le sélectionneur doit donc trouver un compromis sous la forme de variétés de lin peu sensibles à la verse et produisant en quantité des fibres de bonne qualité technologique. En ce domaine, l'expérience montre que la variabilité interannuelle est souvent aussi grande que la variabilité intervariétale.

Ainsi, origine génétique et conditions climatiques sont 2 facteurs importants du comportement à la verse des variétés de lin. Très peu de travaux ont été consacrés à l'influence du climat sur l'expression du génotype.

Le but de cette étude est de définir des critères de sélection de variétés régulièrement résistantes à la verse ; autrement dit, de retenir, parmi un certain nombre de paramètres descriptifs de la résistance à la verse, ceux qui se révèlent les plus stables parce que dépendants surtout du génotype, et d'éliminer ceux qui sont plus spécialement dépendants des conditions climatiques.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### A. Choix des variétés

On trouvera une présentation détaillée des caractères morphologiques et anatomiques du lin notamment par BILLAUX (1969), JACQUEMART (1961), LOURD (1964), MASSIN (1968), MOULE (1972), PLONKA & ANSELME (1956).

Neuf variétés ont été retenues pour nos essais :

— 3 variétés nouvelles réputées résistantes à la verse : « Fany », « Natasja » et « Taïga » (Groupe A),

— 3 variétés plus anciennes moyennement résistantes : « Emeraude », « Hera » et « Tissandre », pouvant se relever après une verse mais présentant alors une arcure de la moitié inférieure des tiges (Groupe B),

— 3 variétés sensibles : « Norfolk Earl », « Liral Prince » et « Liral Beattle » qui ne sont plus cultivées (Groupe C).

### B. Conditions de culture

#### 1. Conditions générales

Deux séries expérimentales ont été réalisées en 1977 : l'une au Plessis-Belleville (Oise) sur les parcelles expérimentales de l'Institut technique agricole du lin, l'autre à Versailles (Yvelines) sur les parcelles expérimentales de l'Institut national de la Recherche agronomique. Les 2 implantations correspondent à la zone normale de liniculture, mais un peu à la limite de la grande liniculture.

Les semis ont été effectués à 2 dates : relativement tardive (22 avril) au Plessis-Belleville et très tardive (3 mai) à Versailles, les conditions climatiques défavorables n'ayant pas permis des semis plus précoces.

La taille et la disposition des essais ont été établis pour permettre des prélèvements opérés au hasard sans altérer le

peuplement et à une fréquence d'un prélèvement par semaine pendant 9 semaines (depuis le stade « 10 cm de hauteur » jusqu'à la récolte).

#### 2. Conditions édaphiques

Il n'a pas existé de différences notables entre les 2 séries, le sol étant de même nature limono-argileuse et de même richesse minérale. De plus, il n'a été effectué aucun apport d'engrais. Seuls, les précédents culturaux étaient différents : blé au Plessis-Belleville, sol nu à Versailles.

#### 3. Conditions climatiques

C'est à ce niveau que sont apparues les différences les plus notables (fig. 1) :

— La température a été plus basse à Versailles qu'au Plessis-Belleville juste avant la levée, au moment de l'initiation florale (I.F.) et en début de maturation (D.M.).

— La pluviométrie a été nettement plus élevée à Versailles qu'au Plessis-Belleville au tout début de la végétation, nettement plus faible au début de la floraison. Dans les deux cas, les réserves en eau du sol à l'époque du semis étaient encore intactes.

#### 4. Densité de population (tabl. 1)

Selon LECAT (1971), la densité de population optimale pour un rendement maximal avec des risques de verse

TABLEAU 1

*Densités de populations des parcelles expérimentales.  
Population density in experimental plots.*

	Versailles	Le Plessis-Belleville (moyenne de 3 répétitions)
Taïga	1 200	1 067 ± 120
Natasja	1 237	1 167 ± 100
Fany	1 342	1 217 ± 180
Hera	971	1 040 ± 100
Emeraude	1 109	1 203 ± 130
Tissandre	1 112	1 016 ± 70
Norfolk Earl	—	767 ± 40
Liral Prince	—	763 ± 130
Liral Beattle	—	883 ± 110

limités est de l'ordre de 1 900 plantes . m<sup>-2</sup>. Dans nos essais, cette densité n'a été que de 1 000 à 1 300 plantes . m<sup>-2</sup> pour les variétés des groupes A et B en raison de mauvaises conditions de germination : température du sol à la limite du zéro de végétation pour le lin, soit + 5 °C, malgré un semis tardif. Les densités encore inférieures obtenues pour les variétés du groupe C (800 plantes . m<sup>-2</sup> au Plessis-Belleville, environ 100 plantes . m<sup>-2</sup> à Versailles) tiennent à des facultés germinatives particulièrement déficientes, l'insuffisance de graines n'ayant pas permis de corriger ce défaut.

Malgré un écart important entre les densités de population obtenues dans nos essais et la densité optimale, l'expérimentation a été poursuivie : LECAT (1971) montre que l'influence de la densité de population sur le comportement à la verse du lin à fibre est relativement faible entre 1 000 et 2 000 plantes . m<sup>-2</sup>. L'échelle de notation de l'intensité de verse étant de 1 = pas de verse à 9 = verse

totale, les valeurs de la note passent de 3,7 à 5,2 entre 1 060 et 1 950 plantes . m<sup>-2</sup> et de 5,2 à 8 entre 1 950 et 3 160 plantes . m<sup>-2</sup> avec une plus petite différence significative de 0,9 au seuil de probabilité de 0,95 (3 champs en différentes localités de Seine-Maritime et 4 répétitions par champ).

### 5. Echantillonnage

A chaque prélèvement, 45 tiges au total par variété ont été récoltées à raison de 4 à 5 plantes par rangée de part et d'autre d'une réglette fine glissée en travers des rangs. Le 1<sup>er</sup> prélèvement a eu lieu à 20 cm du bord de la parcelle et ensuite de 15 en 15 cm ; les 2 rangs de bordure n'ont pas été récoltés.

### C. Choix des paramètres descriptifs de la résistance à la verse

Les paramètres retenus se rapportent à la morphologie et à l'anatomie de la plante, prenant en compte les causes mécaniques de la verse, les observations faites par les praticiens du lin et la facilité de mise en œuvre des méthodes de mesure. Ils peuvent se classer en 2 types :

— paramètres liés à la « morphologie externe » interve-

nant sur la résultante des forces extérieures notamment au moment des plus grands risques de verse : les hauteur et masse de l'axe hypocotylé du niveau du sol à l'insertion des cotylédons, la hauteur de l'axe épicotylé de l'insertion des cotylédons jusqu'au sommet de la tige ou jusqu'à la 1<sup>re</sup> fleur apparue (soit sensiblement la hauteur de la tige technique), « l'étiollement moyen » ou rapport de la masse de matière sèche à la hauteur, la vitesse d'élongation au cours des phases de croissance lente et rapide (fig. 1), la masse de matière sèche en position basale et en position apicale, le rapport « masse sommet/masse base ». L'évolution de ces paramètres a été suivie du stade « 10 cm de haut » jusqu'à la récolte,

— paramètres liés à la « morphologie interne » intervenant sur la résistance intrinsèque à la flexion. Un groupe de paramètres se rapportent directement aux caractéristiques de la fibre élémentaire : longueur et diamètre au maximum de son épaisseur, rapport « longueur/diamètre » permettant d'estimer la texture grossière ou fine de cette fibre. Un autre groupe de paramètres se rapportent à la longueur des entre-nœuds. Les feuilles de lin s'insèrent sur la tige selon 3 hélices (PLANTEFOL, 1952). Pour estimer cette longueur, on peut recourir à 2 procédés :

— une mesure directe de la distance entre insertions foliaires sur une même hélice le long d'une même génératrice,

— une estimation de la longueur des entre-nœuds, toutes hélices confondues, en calculant le rapport « hauteur/nombre de feuilles ».

Les 2 procédés ont été appliqués à des fins comparatives dans le souci de rechercher la méthode la plus appropriée et la plus simple possible. Les longueurs d'entre-nœuds ont été déterminées par segments de tige de 9 cm de haut, hauteur normalisée pour l'étude des qualités technologiques des fibres et correspondant sensiblement au 1/10 de la tige technique. Ces déterminations ont eu lieu à la récolte.

Le nombre de feuilles étant chez le lin un indice phénologique, on a compté le nombre de feuilles totalement développées au cours du cycle biologique. Les notations d'intensité de verse ont été établies chaque fois que cet accident s'est produit.

### D. Analyse statistique des données

Dans un premier temps, on s'est assuré que les paramètres retenus *a priori* étaient réellement représentatifs de la résistance à la verse : analyse de variance avec comparaisons individuelles orthogonales pour l'essai du Plessis-Belleville, test de Fischer pour l'essai de Versailles. On a pu ainsi retenir comme critère de résistance (ou de sensibilité) tout paramètre ayant montré une différence significative dans la comparaison de groupe à groupe.

Dans un deuxième temps, on a comparé, pour chaque groupe de variétés et pour chaque critère, les 2 conditions de culture. Pour affiner l'étude, on a analysé également les différences entre conditions de culture pour chacune des variétés et non plus seulement pour chaque groupe. Les critères variétaux les plus représentatifs de la résistance ou de la sensibilité à la verse sont ceux pour lesquels il n'existe pas de différence significative entre les 2 conditions de culture (test F). Dans les limites des conditions expérimentales réalisées, l'absence de différence significative permet en effet de penser que de tels critères sont plutôt sous la dépendance génétique que sous la dépendance des conditions culturales. Ce sont ceux qualifiés de « stables » dans l'introduction.

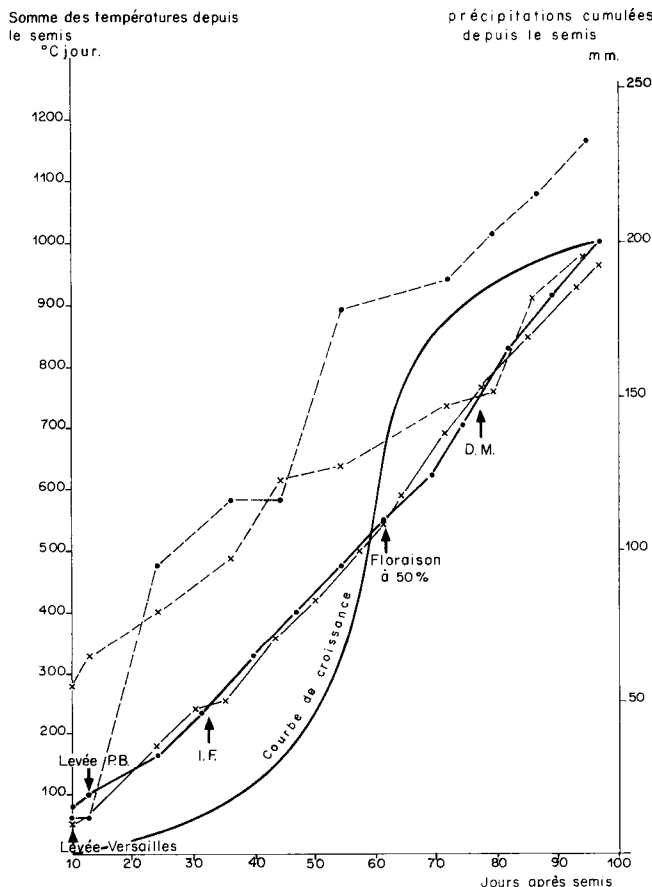


Figure 1  
Conditions climatiques. La courbe générale de croissance en hauteur est figurée à titre indicatif.

I. F. = induction florale ; D. M. = début de maturation.

Climatic conditions. A general curve of growth in height is given as an indication.

I. F. = floral induction ; D. M. = start of maturation.

× Versailles

● Le Plessis-Belleville

— Somme des températures (temperature sum)

--- Pluviométrie (rainfall).

TABLEAU 2

*Comportement à la verse des différentes variétés étudiées au cours de 1977*  
(1 = pas de verse à 9 = verse totale).  
*Lodging responses of the varieties studied during 1977*  
(1 = no lodging to 9 = total lodging).

		Groupe A			Groupe B			Groupe C		
		Taïga	Natasja	Fany	Hera	Emeraud.	Tissand.	Nor. Earl	Lir. Prin.	Lir. Beat.
Le Plessis-Belleville	Verse du 4/7	1	1	1	1	1	1	2,5	3,3	4
	Moyenne des répétitions							± 0,5	± 0,3	± 0,5
	Moyenne dans le groupe	1			1			3,3		
Le Plessis-Belleville	Verse du 20/7	2,3	4,0	3,2	3,2	5,2	5,2	7,7	8	8,5
	Moyenne des répétitions	± 0,5	± 1,2	± 0,8	± 0,8	± 0,8	± 0,8	± 0,3		
	Moyenne dans le groupe	3,2			4,5			8,1		
Versailles	Verse du 24/7	2,5	3,5	3,5	4,5	5,5	5,5	—	—	—
	Moyenne dans le groupe	3,2			5,2			—		

### III. RÉSULTATS

#### A. Comportement à la verse en 1977 des variétés étudiées

La verse s'est manifestée les 4 et 20 juillet au Plessis-Belleville, le 24 juillet seulement à Versailles.

Les notations sont consignées dans le tableau 2.

Au Plessis-Belleville, les variétés anciennes du groupe C se caractérisent par une note élevée de verse. Les différences sont significatives entre les groupes A et B, hautement significatives entre les groupes A + B et C. La variété « Hera », du groupe B, s'est révélée significativement aussi résistante que la moyenne du groupe A. La réponse est moins nette à Versailles ; cette variété y obtient cependant une note intermédiaire entre celles du groupe A et celles des 2 autres variétés du groupe B.

Au vu de ces résultats, la composition des groupes est légèrement modifiée et « Hera » passe du groupe B au groupe A.

#### B. Recherche de critères morphologiques représentatifs de la résistance à la verse. Comparaison des groupes de variétés de lins cultivés en un lieu donné (tabl. 3).

Les paramètres se révélant les plus représentatifs de la résistance à la verse sont présentés dans l'ordre de signification décroissante :

— longueur des entre-nœuds inférieurs 0-9 ou 0-18 cm quel que soit le mode de détermination,

— vitesse d'élongation à ce niveau, corrolaire du critère précédent,

— hauteur totale de la tige technique en fin de croissance,

— rapport « longueur/diamètre » des fibres élémentaires essentiellement à la base, à un moindre degré sur l'ensemble de la tige,

— masse des segments supérieurs (au-delà de 54 cm) lorsque les capsules sont bien développées,

— rapport de la masse de matière sèche de ces segments supérieurs à la masse de matière sèche à la base (0-18 cm).

Ce sont ces critères qui seront analysés dans le paragraphe suivant.

Contrairement à ce qui était attendu, le poids de matière sèche du niveau inférieur 0-18 cm à l'époque de la verse, l'un des indices du caractère « trapu », est plus élevé chez les variétés sensibles.

Les autres paramètres ne peuvent être considérés comme représentatifs de la résistance à la verse dans la mesure où il n'existe pas de différence significative de groupe à groupe en un lieu donné ; l'absence de différence sur le nombre de feuilles totalement développées montre que les plantes étaient au même stade phénologique à la récolte dans les 2 essais — ce qui valorise des comparaisons — et qu'elles n'ont pas subi de contraintes ni prononcées, ni prolongées : une sécheresse par exemple pourrait conduire à une diminution du nombre de feuilles (MENOUX, 1980).

#### C. Variabilité entre les sites des critères retenus

D'après l'analyse statistique, les critères retenus peuvent se classer en 2 groupes : ceux qui ne montrent pas ou qui montrent peu de différences significatives et qui peuvent donc être considérés comme des critères variétaux « stables », et ceux qui montrent des différences significatives et peuvent donc être considérés comme dépendant surtout du milieu de culture.

Pour la représentation graphique, les données expérimentales obtenues pour chaque variété et pour les 2 groupes ont été transformées en rapport : « données Versailles/données Le Plessis-Belleville », en abrégé V/P.B. (fig. 2).

##### 1. Critères variétaux « stables » (fig. 2a)

Les valeurs du rapport V/P.B. oscillent autour de la valeur 1.

La longueur des entre-nœuds du segment de base 0-18 cm apparaît le plus stable ; elle est significativement plus courte chez les variétés résistantes.

TABLEAU 3

Comparaison entre groupes des paramètres de résistance à la verse.  
Comparison of lodging-resistance parameters between groups.

		Le Plessis-Belleville				Versailles				
		Groupe A	A VS B	Groupe B	A + B VS C	Groupe C	Groupe A	A VS B	Groupe B	
Morphologie externe	<i>Axe hypocotylé</i>									
	— hauteur	cm	1,3	0	1,4	0	1,2	1,7	0	1,9
	— matière sèche	mg	17,0	0	18,5	0	19,0	20,5	0	24,0
	— matière sèche/hauteur	mg . cm <sup>-1</sup>	12,9	0	13,2	0	15,8	12,4	0	13,0
	<i>Axe épicotylé (tige technique)</i>									
	— hauteur	cm	83,9	S	86,0	S <sup>+</sup>	99,3	75,3	S <sup>+</sup>	82,7
	— étiolement moyen	mg . cm <sup>-1</sup>	4,7	0	4,5	0	5,1	5,6	0	5,9
	— vitesse d'élongation au cours de la phase de croissance lente	cm . j <sup>-1</sup>	0,32	S	0,36	S	0,41	0,30	S <sup>+</sup>	0,49
	— vitesse d'élongation au cours de la phase de croissance rapide	cm . j <sup>-1</sup>	2,30	0	2,28	S	2,79	1,82	0	1,53
	— matière sèche avant la verse : segment 0-18 cm au-delà de 54 cm	mg	132,0 213,5	S S	137,2 252,0	S S	152,0 319,3	158,0 314,0	0 0	168,0 336,0
<i>Nombre de feuilles totalement développées</i>		90,8	0	91,2	0	86,3	81,7	0	82,3	
Morphologie interne	<i>Longueur de la fibre</i>									
	— moyenne générale	mm	36,5	0	36,6	S	44,6	36,3	0	39,8
	— à la base (0-18 cm)	mm	25,1	0	28,6	S	42,2	27,7	0	29,2
	<i>Diamètre de la fibre</i>									
	— moyenne générale	µm	26,7	0	25,0	0	24,8	26,7	0	24,8
	— à la base (0-18 cm)	µm	31,5	0	29,3	0	29,4	30,7	0	29,3
	Rapport 1/d, moyenne générale	mm/mm	1 412	0	1 502	S	1 868	1 402	0	1 659
	Rapport 1/d à la base (0-18 cm)	mm/mm	802	S	976	S	1 186	904	0	996
	<i>Longueur des entre-nœuds</i>	mm								
	— détermination par comptage de feuilles (les 3 hélices confondues)									
	0 à 9 cm		4,2	S	4,7	S	5,1	3,7	S <sup>+</sup>	4,9
	0 à 18 cm		4,8	S	5,1	S	5,5	4,5	S <sup>+</sup>	5,4
	18 à 36 cm		8,8	S	7,7	S	9,7	9,4	0	9,7
	36 à 54 cm		11,7	0	10,7	0	13,2	10,8	0	12,3
	54 à 72 cm		14,1	0	12,6	0	15,4	10,8	0	11,7
	72 à 90 cm		—	—	—	—	12,0	—	—	—
	— détermination par mesure directe des distances interfoliaires le long d'une seule hélice									
0 à 0,10 H		29,2	S	35,0	S	37,7	35,7	S	37,5	
0 à 0,25 H		38,2	S	42,5	S	48,3	44,0	S	48,0	
0,25 à 0,50 H		77,0	0	77,5	S	94,0	79,0	0	83,5	
0,50 à 0,75 H		86,0	0	82,0	S	105,0	107,0	0	98,5	
0,75 à H		85,0	0	83,0	S	109,0	99,0	0	97,5	

0 = absence de différence significative ; S = différence significative avec un seuil de probabilité de 0,95 ; S<sup>+</sup> = différence significative avec un seuil de probabilité de 0,99.

Les valeurs relatives à la morphologie externe sont les moyennes obtenues pour des plantes en fin de croissance.

0 = no significant difference ; S = significant difference with P = 0,95 ; S<sup>+</sup> = significant difference with P = 0,99.

Values for external morphology are means for plants at harvest time.

Le rapport « longueur/diamètre » des fibres élémentaires de ce segment basal pourrait être également retenu comme critère stable, bien qu'il n'ait pas montré de différence très significative entre groupes à Versailles (tabl. 3).

La vitesse d'élongation de la base apparaît stable pour les variétés du groupe A, variable à un seuil de 0,95 avec les conditions de culture pour les variétés du groupe B (valeurs du rapport V/P.B. très supérieures à 1) et constitue sans doute le moins bon critère.

## 2. Critères variables avec les conditions de culture (fig. 2b)

Par opposition au cas précédent, les valeurs du rapport V/P.B. sont systématiquement inférieures ou supérieures à 1. Deux critères montrent la plus grande variabilité : la hauteur de la tige technique, toujours plus élevée au Plessis-Belleville qu'à Versailles, et la masse de matière sèche de l'inflorescence, généralement plus élevée à Versailles qu'au Plessis-Belleville. La variabilité de ce dernier critère, bien

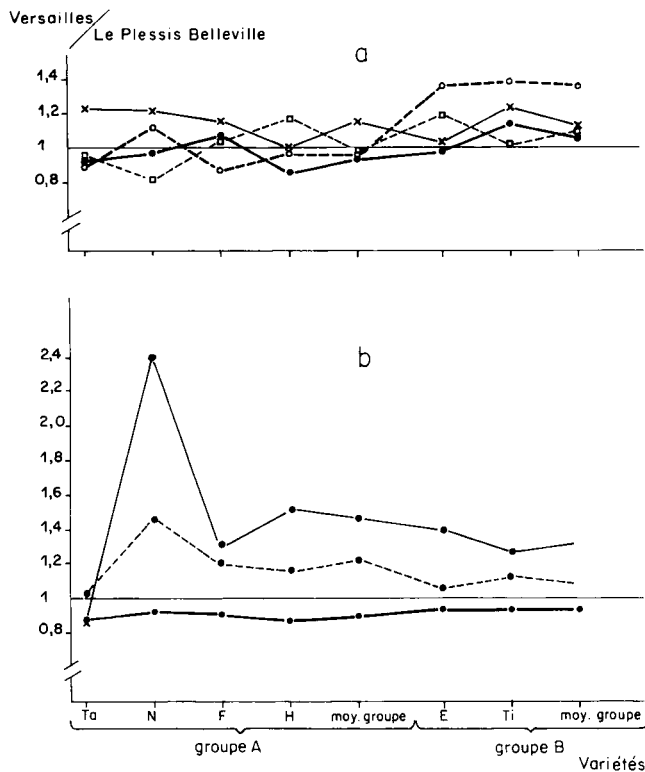


Figure 2

Comparaison entre sites de culture : valeurs du rapport « données de Versailles/données du Plessis-Belleville » (V./P. B.)

a) critères variétaux « stables » :

• longueur des entre-nœuds du segment basal ou hauteur/nombre de feuilles

× distance entre insertions foliaires sur une même hélice pour le segment basal

○ vitesse d'élongation du segment basal

□ rapport longueur/diamètre des fibres du segment basal

b) critères variables avec les conditions de culture :

— hauteur de la tige technique

--- matière sèche de l'inflorescence

..... rapport matière sèche sommet/matière sèche base.

Comparison between cultivation sites : values of the ratio « experimental data in Versailles/experimental data in Plessis-Belleville » (V./P. B.)

a) « stable » varietal criteria :

• basal-internode length or height/number of leaves

× distance between leaf insertion along one helix at basal level

○ basal elongation rate

□ fiber length/diameter ratio at basal level

b) criteria dependent on cultural conditions :

— technical stem height

--- inflorescence dry matter

..... top dry matter/basal dry matter ratio

Ta = « Taïga » ; N = « Natasja » ; F = « Fany » ; H = « Hera » ; E = « Emeraude » ; Ti = « Tissandre ».

qu'atténuée, reste élevée pour le rapport de la masse de matière sèche du sommet à la masse de matière sèche de la base.

— Hauteur de la tige technique plus élevée au Plessis-Belleville qu'à Versailles : une pluviométrie plus importante avant la floraison, au cours de la phase de croissance rapide a pu favoriser l'élongation des tiges chez les variétés cultivées au Plessis-Belleville (fig. 1 et 2). Ni la densité de population, ni l'étiollement qui aurait pu en résulter ne peuvent être évoqués (tabl. 1, 2 et 3).

— Production de capsules plus importante à Versailles qu'au Plessis-Belleville. Au moment de la floraison, un temps pluvieux au Plessis-Belleville (fig. 1) a pu perturber la nouaison. Par contre, une certaine sécheresse à Versailles a contribué à favoriser la production de fruits (MENOUX, 1978).

#### IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Ainsi, de tous les paramètres étudiés, deux seulement sont apparus comme de bons critères de la résistance variétale à la verse dans les conditions expérimentales réalisées, c'est-à-dire avec une densité de population entraînant une diminution moyenne de la verse d'environ 30 p. 100 par rapport à une culture de densité normale (LECAT, 1971). Ils se rapportent à la morphologie de la base de la tige : entre-nœuds courts correspondant à des fibres courtes : 25 mm chez les variétés résistantes contre 46 mm chez les variétés sensibles, et fibres présentant de faibles valeurs du rapport « longueur/diamètre » : respectivement 802 contre 1 186.

Par ailleurs, ces 2 paramètres sont en relation directe (coefficient de corrélation assez satisfaisant :  $r = + 0,745$  pour 60 couples de points). Le premier de ces critères : longueur des entre-nœuds déterminés en comptant le nombre de feuilles sur une hauteur de 18 cm est particulièrement facile à établir. Il peut donc être retenu en priorité. L'élongation de la base étant achevée généralement vers le 30<sup>e</sup> jour après le semis, il peut permettre de plus une estimation précoce du potentiel de résistance à la verse d'une variété. Il semble que, dans le cas des variétés étudiées, la valeur maximale de longueur d'entre-nœuds compatibles avec une bonne résistance soit de 5 cm, dans la mesure où cependant la hauteur de la tige n'excède pas 80 cm et où la production de capsules est relativement limitée pour ne pas augmenter les risques de verse par déplacement du centre de gravité vers le sommet de la tige.

Ces conclusions confirment les observations des sélectionneurs du lin textile et notamment le fait qu'il est difficile d'obtenir un lin de bonne qualité (fibres longues) résistant à la verse.

Les sites de culture ont été volontairement limités à ceux d'une zone normale de culture du lin textile. Si l'on voulait étendre cette zone et créer ainsi des contraintes au niveau des plantes, contraintes climatiques notamment, ces critères seraient à revoir. C'est ainsi qu'une sécheresse augmente la lignification de la base et contribue à augmenter la résistance à la verse (MENOUX, résultats non publiés) au détriment du rendement en fibres (KATZ, 1980 ; JACQUEMART, 1963). Une température basse, un rayonnement élevé peuvent contribuer également à augmenter la résistance à la verse (BOURGUIGNON, 1976).

Ainsi, tout facteur qui limite la vitesse de croissance durant les premiers stades de végétation contribue à augmenter la résistance à la verse.

Sur le plan génétique, il semble possible de créer des variétés à croissance lente en début de cycle. Pour obtenir un profil idéal de la plante, il faudrait prévoir ensuite une croissance rapide pour une production de fibres longues au niveau de la partie supérieure. Un équilibre entre la hauteur de la tige et le poids des fruits est également à rechercher.

Sur le plan cultural, étant donné que l'on ne possède pas la maîtrise des conditions climatiques, il faudrait pouvoir

revenir à la pratique des semis précoces de printemps pour profiter des températures fraîches. Des traitements par des « retardants de croissance » n'ont pas donné les résultats escomptés (EYSSAUTIER, 1968). Une autre pratique est à considérer également : celle des semis en automne de lins d'hiver.

Reçu le 15 avril 1981.

Accepté le 21 octobre 1981.

#### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. PLONKA & BABLON, sélectionneurs, ainsi que MM. GOULETTE & TRAVERS pour leur participation à la mise en place des parcelles expérimentales.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bartseva A. A.**, 1973. Résistance à la verse et structure anatomique d'une tige de lin. *Seleksija I Semenovodsto*, **1**, 37-38. (en russe).
- Billaux P.**, 1969. *Le lin au service des hommes*. Baillière et fils, Paris, 234 p.
- Bourguignon M.**, 1976. *Résistance à la verse du lin. Etude de la variabilité morphologique de quelques variétés textiles en fonction des conditions du milieu*. Mémoire de fin d'études I.S.A.B., 38 p.
- Brejcha L.**, 1970. Influence de la verse sur le lin. *Len A Konopi*, **8**, 19-27. (en russe).
- Brejcha L.**, 1973. Qualities of the flax varieties with regard to the lodging. *Len Konoplja*, **11**, 25-45 (Tch. Ang.).
- Eyssautier A.**, 1966. Etude sur la verse du lin à fibre. *C.R. A.G.P.L.*, rap. 3 et 7.
- Eyssautier A.**, 1967. Etude sur la verse du lin à fibre. *C.R. A.G.P.L.*, rap. 7.
- Eyssautier A.**, 1968. Etudes sur la verse du lin. *C.R. A.G.P.L.*, rap. 7.
- Grascenko G.**, 1963. La flexibilité du lin à fibre. *Trudy prikladn. Bot. Genet. Selekcii*, **35**, 99-105. (en russe).
- Hermant P.**, 1969. Les méthodes culturales du lin et la lutte contre la verse. *Prod. agric. fr.*, **44**, 45-47.
- Jacquemart J.**, 1961. Origine et croissance des fibres de lin. *Fibra*, **6** (1), 32-38.
- Jacquemart J.**, 1963. Etudes qualitative et quantitative de l'influence du régime en eau sur la formation des fibres de lin. *5<sup>e</sup> Cong. Intern. lin chanvre*, rap. 15, 138-145.
- Katz E.**, 1980. Contribution à la connaissance de la structure des faisceaux de lin dans la plante. *C.R. Groupe trav. 8, I.T.F.*, rap. 164, 20 p.
- Katz E., Robinet L.**, 1977. Contribution à la connaissance de la structure fibreuse du lin. *Bull. Sci. I.T.F.*, **6** (24), 253-269.
- Kono M., Takahashi J.**, 1964. Study of the mechanical properties of paddy culm with reference to lodging. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **10**, 239-249.
- Lecat L.**, 1971. Essais de vulgarisation des lins textiles. *C.R. activ. I.T.L.*, rap. 4.
- Lourd J.**, 1964. *Le lin et l'industrie linière*. Que sais-je ? Paris, 126 p.
- Massin B.**, 1968. *Essai sur l'écologie du lin*. Mémoire de fin d'études E.S.A. Purpan-Toulouse, 57 p.
- Menoux Y.**, 1978. Quelques effets et post-effets de sécheresses sur la croissance des plantes : cas particuliers du lin textile (Rés.). *Bull. Soc. ecophysiol.*, **3** (1), 54-55.
- Menoux Y.**, 1980. Effets et post-effets d'une sécheresse édaphique temporaire sur la croissance du lin : influence des conditions énergétiques du milieu. *Acta Oecol., Ecol. Plant.*, **1** (1), 55-69.
- Moule C.**, 1972. Plantes à fibres. In : « *Les plantes sarclées* », La Maison rustique, Paris, 207-221.
- Plantefol L.**, 1952. Phyllotaxie du *Linum usitatissimum* L. *C.R. Acad. Sci. sér. D*, **235**, 1242-1244.
- Plonka F.**, 1968. Recherches de base sur le lin. *C.R. Ass. Génét. Prod. Lin*, 1-5.
- Plonka F., Anselme C.**, 1956. *Les variétés de lin et leurs principales maladies cryptogamiques*. I.N.R.A., Paris, 179 p.
- Rykova R.**, 1965. Sur la verse du lin. *Inst. rast. Leningrad Sborn. Trud. Aspir. Molod. Nauk. Sotrud.*, **6**, 191-199. (en russe).
- Rykova R.**, 1968. Verse du lin et méthodes pour l'étudier. *Inst. Rast. Leningrad, Sborn. Trud. Molod Nauk. Sotrud.*, **9**, 299-306. (en russe).
- Rykova R.**, 1970. Définition de la résistance du lin à la verse. *Trudy prikl. Bot. Sel.*, **42** (1), 117-128. (en russe).
- Rykova R.**, 1972. About flax inherited resistance to lodging. *Trudy prikl. Bot. Sel.*, **48** (3), 194-201.
- Sergeeva D. C., Barceva A. A.**, 1964. Establishment of resistance to lodging in flax. *Agrohemija*, **12**, 67-70.
- Skucinska B.**, 1965. Méthode anatomique pour déterminer la résistance à la verse. *Modowla Restl. Aklim. Mas.*, **9**, 589-640. (en russe).
- Tumalewicz R.**, 1963. Analyse anatomique des tiges versées. *Race Inst. Przemysl. Wlok Lykow*, **11**, 43-55. (en polonais).
- Turkova**, 1960. Facteurs déterminant l'orientation des feuilles et tiges en relation avec la verse. *Vestn moscov. Univ. Ser. Biol.*, **15**, 37-45. (en russe).
- Zlamal Z.**, 1960. Verse du lin. *Len a Konopi*, **1**, 69-73. (en russe).