

**PROJET: INFLUENCE DE LA TAILLE ET DU POIDS DES GRAINES
D'ÉPINETTE NOIRE [*PICEA MARIANA* MILL. B.S.P.] SUR LEUR
TAUX DE GERMINATION ET REVUE DE LITTÉRATURE
CONCERNANT D'AUTRES CRITÈRES DE SÉLECTION**

réf.: 9520263

RAPPORT D'ÉTAPE

POUR LE

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC

BUREAU RÉGIONAL SAGUENAY LAC-SAINT-JEAN

PAR

DANIEL LORD

DENIS WALSH

**Consortium de recherche sur la forêt boréale
Université du Québec à Chicoutimi
555, boul. de l'université Chicoutimi G7H 2B1
Tél.: (418) 545-5011. Fax.: 545-5012**

**PROJET: INFLUENCE DE LA TAILLE ET DU POIDS DES GRAINES
D'ÉPINETTE NOIRE [*PICEA MARIANA* MILL. B.S.P.] SUR LEUR
TAUX DE GERMINATION ET REVUE DE LITTÉRATURE
CONCERNANT D'AUTRES CRITÈRES DE SÉLECTION**

réf.: 9520263

RAPPORT D'ÉTAPE

POUR LE

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC

BUREAU RÉGIONAL SAGUENAY LAC-SAINT-JEAN

PAR

DANIEL LORD

DENIS WALSH

**Consortium de recherche sur la forêt boréale
Université du Québec à Chicoutimi
555, boul. de l'université Chicoutimi G7H 2B1
Tél.: (418) 545-5011. Fax.: 545-5012**

1. PRÉAMBULE

Ce rapport est présenté afin de rencontrer les exigences du protocole fixant les termes de la subvention relative au projet: "Influence de la taille et du poids des graines d'épinette noire [*Picea mariana* Mill. B.S.P.] sur leur taux de germination et revue de littérature concernant d'autres critères de sélection" et portant le numéro de référence 9520263. Il couvre les deux premiers mois d'activités de ce projet réalisées au laboratoire d'écologie végétale de l'Université du Québec à Chicoutimi.

Le Consortium de recherche sur la forêt boréale s'est engagé à:

- Réaliser des tests avec des semences de vingt lots d'épinette noire sur trois paramètres, soient la région écologique, le poids et le taux de germination, afin d'identifier de nouveaux critères de sélection qui nous permettraient d'ensemencer une graine par alvéole. Validation des nouveaux critères.
- Revue de littérature exhaustive sur cette problématique.
- Rapport d'étape au 15 mars 1996.
- Présentation des résultats et d'un rapport détaillé à la fin des travaux.

2. OBJECTIF DU PROJET

L'objectif général du projet est de trouver un critère physique permettant de sélectionner les graines d'épinette noire afin d'améliorer le pouvoir germinatif et la vigueur des lots de semences pour arriver à ne semer qu'une graine par alvéole dans la production de plants en récipients tout en assurant un taux d'occupation des alvéoles acceptable au point de vue économique.

Rappelons que les producteurs commerciaux en pépinière doivent ensemencer plus d'une graine par alvéole pour s'assurer que le taux d'occupation soit près de 100 %. Cette méthode, même si elle s'est avérée efficace dans le passé, présente certaines lacunes. Les récipients doivent être éclaircis ultérieurement à un semis par alvéole entraînant des coûts supplémentaires. Deuxièmement, cette méthode entraîne un certain gaspillage des graines puisqu'il faut 2 à 4 fois plus de graines par rapport à l'ensemencement d'une seule graine par alvéole. Ce dernier point est non négligeable puisque les graines provenant des vergers à graines sont en nombre limité.

L'atteinte de cet objectif signifie pour l'industrie: 1) une diminution de leur coût de production par l'élimination de l'éclaircie et du repiquage qui peuvent avoir des incidences importantes dans la rentabilité de leurs investissements, 2) une production plus uniforme et un gain potentiel de croissance des semis 3) une meilleure utilisation des ressources biologiques limitées que sont les graines provenant des vergers à graines.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Pour chaque lot, 120 graines ont été échantillonnées aléatoirement et la longueur et la largeur ont été mesurées sous un binoculaire à 0,1 mm près. Chaque graine a été pesée individuellement à 1/100 de mg à l'aide d'une balance électronique de marque Mettler. Au total, 2 400 graines ont été mesurées.

Une analyse de variance a été réalisée pour déterminer si le poids, la longueur ou la largeur moyenne des graines étaient significativement différents entre les lots. Le test de Bonferroni de comparaison des moyennes a été utilisé pour distinguer les lots qui sont significativement différents (Stoline, 1981). La relation entre le poids et la longueur et largeur de la graine a été analysée par une régression multiple:

$$\text{Poids} = a + b * \text{longueur} + c * \text{largeur}.$$

Les graines ont ensuite été déposées dans les alvéoles des plateaux multicellules (Plant Products Co. Ltd S288SQ) formant 12 rangées de 24 alvéoles (2 x 2 par 2,5 cm de prof.) remplies de tourbe horticole préalablement déshydratée. Les graines ont ensuite été recouvertes d'une couche de silice. Le dispositif expérimental était par blocs aléatoires, chaque rangée recevant une graine de chaque lot de graines; les deux alvéoles à l'extrémité de chaque rangée n'étaient pas ensemencées et servaient de bordures. Dix plateaux ont été ensemencés de cette façon pour un total de 2 400 graines: 20 lots x 12 rangée (blocs) x 10 plateaux.

Les plateaux multicellulaires ont été gardés au réfrigérateur à 5° C jusqu'au moment du test de germination. Les plateaux ont été disposés le 26 février 1996 dans une serre sous des gicleurs automatiques jusqu'à ce que la tourbe soit complètement imbibée. Les plateaux ont ensuite été déposés dans une salle de germination et recouverts d'un couvercle en plastique transparent pour augmenter l'humidité relative la première semaine de la germination. La température était maintenue à 26° C et l'éclairage fourni par des lampes à Haute Pression Sodium 18 heures/jour. Les plateaux étaient arrosés au besoin. Le nombre

de jours nécessaires à l'émergence de chaque graine a été noté une semaine après le début du test de germination et le sera 3 fois par semaine les trois semaines suivantes.

Les graines non-germées seront détérrées, disséquées et colorées au sel de tétrazolium pour évaluer le nombre de graines viables (endosperme et embryon colorés), non-viables (endosperme ou embryon non-coloré) ou vide.

Pour chaque lot, le taux de germination cumulatif sera calculé en utilisant la fonction de Weibull:

$$\%G = G_{\max} \{ 1 - \exp[-k (t - z)]^c \}$$

où %G est le taux de germination cumulatif, G_{\max} le taux de germination maximum, t le temps, k l'augmentation du taux de germination, z le nombre de jour avant la première germination et c un paramètre de forme de la courbe (*Wang et al.* 1994).

Pour illustrer l'importance biologique du poids de la graine sur le taux de germination, les graines des 20 lots seront regroupées en fonction de leur poids en 10 classes. La fonction de Weibull sera déterminée pour chacune des 10 classes de graines pour obtenir les valeurs de %G, k, z et c. Une analyse de régression sera réalisée en utilisant le poids moyen des graines de chaque classe comme variable indépendante et %G, k, z, c comme variables dépendantes. De même, une analyse de régression sera conduite utilisant le poids moyen par classe comme variable indépendante et le taux de germination comme variable dépendante. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel SysTat (SysTat, 1992).

4. ÉTAPES RÉALISÉES

4.1 Mesures du poids, de la longueur et de la largeur des lots de graines

Les vingt lots de graines d'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) ont été choisis par l'équipe du bureau régional du Ministère de l'Énergie et des Ressources et fournis par le Centre des semences forestières de Berthier. Quatre des lots de graines proviennent de verger à graines et ont été récoltés en 1994 (Lots 1 à 4, Tableau 1). Les autres lots de graines ont été récoltés en forêt en 1982, 1984, 1986, 1988 et 1990. Le taux de pureté est d'au moins 99 % et le taux de germination estimé par le Centre de semences forestières de Berthier variait de 57 à 99 %.

Les valeurs du coefficient d'asymétrie et de la kurtose indiquent que les fréquences des longueurs de tous les lots de graines sont distribuées normalement (fig. 1). Les plus grosses graines sont 2 fois plus longues que les plus petites, la longueur variant de 1,6 à 3,3 mm. pour une moyenne de 2,3 (fig. 1). La moyenne des longueurs du lot no. 4 est la plus élevée (Tableau 2). Cependant, les autres lots provenant des vergers à graines (1 à 3) n'occupent que les rangs 9, 6 et 8 respectivement. L'hétérogénéité intra-lot est du même ordre de grandeur, le coefficient de variation (C.V.) variant de 8 à 13%. Les distributions des longueurs dans chacun des lots sont très semblables entre eux (fig. 2). L'analyse de variance montrent des différences significatives des longueurs entre les lots et entre les lots provenant des vergers à graines et les graines récoltées en forêt (Tableau 3). Cependant, le tests de Bonferroni indique que la longueur moyenne du lot 4 est significativement supérieure aux moyennes des lots 1, 2 et 3.

Les fréquences des largeurs pour l'ensemble des lots sont distribuées normalement sauf que l'acuité de la distribution est plus forte que pour les longueurs (fig. 3). Les plus grosses graines sont aussi 2 fois plus large que les plus petites, la largeur variant de 0,7 à 1,6 mm pour une moyenne de 1,2. Les lots ayant les graines les plus longues ne sont pas nécessairement les plus larges puisque que les 4 lots provenant des vergers à graines occupent un rang inférieur par rapport au classement par le critère longueur (Tableau 4). La moyenne des longueurs varie d'à peine 0,2 mm entre les lots. Plusieurs lots présentent des valeurs extrêmes tant à la limite inférieure qu'à la limite supérieure de leur distribution (fig. 4). Les largeurs moyennes sont significativement différentes entres les lots et entre les lots provenant des vergers à graines et ceux récoltés en forêt (Tableau 5). La largeur moyenne des graines du lot no. 1 est cependant significativement plus petite que la moyenne des lots no. 2, 3 et 4.

La distribution des fréquences du poids pour l'ensemble des lots de graines est normale mais présente une légère asymétrie à droite puisque quelques graines ont un poids très élevé $> 2,2$ mg (fig. 5). Le poids des graines est très variables, les graines les plus grosses étant 4 fois plus pesantes que les plus petites. Les graines des lots provenant des vergers à graines ne sont pas nécessairement les plus lourdes (Tableau 6). Le coefficient de variation (C.V.) varie entre 15 et 25 % à l'intérieur de chaque lot. Les distributions du poids de chaque lot de graines sont présentées à la figure 6. Le poids moyens sont significativement différents entre les lots et entre les lots provenant des vergers à graines et ceux récoltés en forêt (Tableau 7).

L'estimation du poids à partir de la longueur et de largeur de la graines est très imprécise puisque le coefficient de corrélation (R^2) de la régression multiple ne dépasse pas 0,77 (Tableau 8). Dans le cas du lot 15, à peine 35% de la variation du poids de la graine s'explique par la variation de la longueur et de la largeur.

5. ÉTAPES EN VOIE DE RÉALISATION

5.1 Test de germination et de viabilité

Le test de germination a débuté le 26 février et devra se poursuivre durant quatre semaines. Aucun résultat n'est donc disponible pour l'instant.

5.2 Recherche bibliographique

La recherche bibliographique s'est faite en collaboration avec le service de recherche de la bibliothèque de l'U.Q.A.C. Les banques bibliographique informatisées suivantes ont été consultées:

- BIOSIS PREVIEW,
- AGRICOLA,
- CAB Abstracts,
- Life Science Collection,
- Pascal,
- SciSearch.

Plus de 300 références ont été obtenus dans un premier temps. La pertinence de chaque référence par rapport aux objectifs de cette recherche sera évaluée dans les semaines qui suivent. La revue de littérature sur la problématique du projet sera incorporée dans le rapport final.

RÉFÉRENCES

- Stoline, M.R. 1981 The status of multiple comparisons: simultaneous estimation of all pairwise comparisons in on-way ANOVA designs. *The American Statistician* 35: 134-141.
- SysTat 1992. *Statistics, Version 5.2 Edition*. Evanston, Il.: Systat, Inc., 724 pp.
- Wang, Z.M., Lechowicz, M.J. et C. Potvin 1994. Early selection of black spruce seedlings and Global Change - Which genotypes should we favor? *Ecol. Appl.* 4: 604-616.

Tableau 1. Informations sur les lots de graines d'épinette noire fournis par le Centre des semences forestières de Berthier.

Lots	Lots de graines	Germination		Nombre sem./kg (1 000)
		(ann-m)	%	
1	EPN-V1-020-Y63-021-94	95-06	97	795
2	EPN-V1-023-G85-024-94	95-03	99	801
3	EPN-V1-025-K13-026-94	95-03	96	848
4	EPN-V1-027-F26-027-94	95-03	98	768
5	EPN-N1-8E-M69-021-90	95-05	94	807
6	EPN-N1-9D-Y28-022-84	96-02	96	1011
7	EPN-N1-9D-Y28-022-84	96-02	98	1011
8	EPN-N1-6B-O98-023-88	95-12	91	763
9	EPN-N1-6B-O98-023-88	96-02	93	763
10	EPN-N1-11A-Y37-023-82	96-02	86	833
11	EPN-A1-12B-K91-025-90	96-02	90	954
12	EPN-N1-8H-M67-024-90	95-05	94	1008
13	EPN-N1-11A-Y32-024-84	96-02	50	1030
14	EPN-N1-11A-Y32-024-84	96-02	59	1034
15	EPN-N1-12B-Y45-024-86	96-02	77	1011
16	EPN-P1-6A-L96-025-90	95-04	98	801
17	EPN-N1-11A-L90-025-88	96-02	87	932
18	EPN-N1-12B-K91-025-84	92-02	94	1082
19	EPN-N1-11A-J74-023-84	92-02	79	965
20	EPN-N1-11A-Y32-024-88	96-02	81	886

Tableau 2. Rang, moyenne, minimum, maximum, écart-type (mm) de la longueur et coefficient de variation (C.V. %) pour chaque lot de graines d'épinette noire; n = 120.

	Lot de graines																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rang	9	6	8	1	7	14	11	4	3	5	15	17	16	19	13	2	18	20	12	10
Moyenne	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,3	2,3	2,4	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3	2,5	2,2	2,2	2,3	2,3
Minimum	1,8	2,0	1,8	2,1	1,8	1,9	1,7	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,8	1,6	1,9	2,0	1,8	1,7	1,8	1,8
Maximum	3,0	2,9	2,8	3,0	3,3	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,6	2,8	3,0	3,0	2,9	2,9	3,0
Écart-type	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C.V.	10	8	8	8	12	9	10	9	10	9	10	9	8	10	9	8	10	10	11	9

Tableau 3. Analyse de variance et test de Bonferroni de la longueur des 20 lots de graines. Les traits regroupent les lots de graines qui ne sont pas différents à un seuil de $P \leq 0,05$.

Source	d.l.	Carré moyen	F	P																				
Provenance	19	1,12	23,16	<0,0001																				
Vergers vs forêts	1	4,54	94,29	<0,0001																				
Erreur	2380	0,0482																						
Moyenne	Vergers 2,44	Forêts 2,33																						
Lot de graines																								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">18</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">14</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">17</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">12</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">13</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">11</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">6</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">15</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">19</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">7</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">20</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">1</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">3</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">5</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">2</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">10</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">8</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">9</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">16</td><td style="border-bottom: 1px solid black;">4</td> </tr> </table>					18	14	17	12	13	11	6	15	19	7	20	1	3	5	2	10	8	9	16	4
18	14	17	12	13	11	6	15	19	7	20	1	3	5	2	10	8	9	16	4					

Tableau 4. Rang, moyenne, minimum, maximum, écart-type (mm) de la largeur et coefficient de variation (C.V. %) pour chaque lot de graines d'épinette noire; n = 120.

	Lot de graines																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rang	11	7	6	5	12	18	14	3	1	2	15	16	17	19	8	4	10	20	13	9
Moyenne	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2
Minimum	0,9	1,0	1,0	0,9	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	1,0	0,8
Maximum	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5
Écart-type	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C.V.	12	9	8	10	13	9	9	9	9	9	10	10	10	11	9	10	9	10	9	9

Tableau 5. Analyse de variance et test de Bonferroni de la largeur des 20 lots de graines. Les traits regroupent les lots de graines qui ne sont pas différents à un seuil de $P \leq 0,05$.

Source	d.l.	Carré moyen	F	P															
Provenance	19	0,25	17,51	<0,0001															
Vergers vs forêts	1	0,32	21,92	<0,0001															
Erreur	2380	0,0144																	
	Vergers	Forêts																	
Moyenne	1,25	1,22																	
Lot de graines																			
18	14	6	13	12	11	7	19	5	1	17	20	15	2	3	4	16	8	10	9

Tableau 6. Rang, moyenne, minimum, maximum, écart-type (mg) du poids et coefficient de variation (C.V. %) pour chaque lot de graines d'épinette noire; n = 120.

	Lot de graines																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rang	8	5	9	3	7	18	15	2	1	6	14	17	16	20	11	4	13	19	12	10
Moyenne	1,16	1,23	1,16	1,25	1,16	0,96	1,02	1,25	1,27	1,18	1,03	0,98	0,98	0,92	1,09	1,24	1,06	0,93	1,08	1,14
Minimum	0,66	0,85	0,74	0,76	0,53	0,63	0,62	0,65	0,77	0,69	0,65	0,64	0,59	0,51	0,61	0,79	0,52	0,5	0,66	0,64
Maximum	1,89	1,87	1,76	1,88	1,84	1,68	1,58	1,80	2,25	1,75	1,58	1,41	1,72	1,46	2,06	1,79	1,53	2,26	2,3	1,83
Écart-type	0,25	0,20	0,19	0,19	0,29	0,19	0,20	0,22	0,24	0,20	0,18	0,17	0,19	0,18	0,17	0,21	0,19	0,21	0,23	0,21
C.V.	21	16	17	15	25	20	20	17	19	17	18	18	19	20	16	17	18	22	21	18

Tableau 7. Analyse de variance du poids des 20 lots de graines. Les traits regroupent les lots de graines qui ne sont pas différents à un seuil de $P \leq 0,05$.

Source	d.l.	Carré Moyen	F	P																
Provenance	19	1,585	36,781	<0,001																
Vergers vs Autres	1	5,357	124,339	<0,001																
Erreur	2380	0,043																		
Moyenne (mg)	Vergers 1,20	Forêts 1,08																		
	Lot de graines																			
	14	18	6	12	13	7	11	17	19	15	20	3	1	5	10	2	16	4	8	9

Tableau 8. Coefficients (erreur-type) de l'équation de la régression multiple du poids (P) de la graine en fonction de sa longueur (L) et sa largeur (l) pour les 20 lots de graines; l'expression est du type $P = a + b*L + c*l$.

Lot	a	b	c	R ²
1	-1,27 (0,13)	0,48 (0,05)	1,05 (0,08)	0,77
2	-1,09 (0,17)	0,43 (0,06)	1,01 (0,10)	0,62
3	-1,05 (0,20)	0,44 (0,07)	0,92 (0,12)	0,52
4	-0,78 (0,17)	0,32 (0,06)	0,96 (0,10)	0,58
5	-1,13 (0,12)	0,34 (0,05)	1,19 (0,10)	0,77
6	-1,09 (0,13)	0,32 (0,05)	1,12 (0,10)	0,68
7	-1,04 (0,13)	0,26 (0,05)	1,20 (0,10)	0,69
8	-1,15 (0,15)	0,33 (0,05)	1,24 (0,11)	0,68
9	-1,33 (0,17)	0,47 (0,06)	1,11 (0,11)	0,67
10	-0,50 (0,20)	0,17 (0,07)	0,98 (0,12)	0,42
11	-0,72 (0,13)	0,24 (0,05)	1,00 (0,10)	0,63
12	-0,48 (0,13)	0,26 (0,06)	0,73 (0,10)	0,51
13	-1,05 (0,15)	0,32 (0,06)	1,11 (0,09)	0,65
14	-0,67 (0,12)	0,27 (0,05)	0,85 (0,08)	0,61
15	-0,37 (0,19)	0,26 (0,06)	0,69 (0,11)	0,35
16	-1,07 (0,15)	0,41 (0,06)	1,02 (0,10)	0,67
17	-0,88 (0,15)	0,41 (0,06)	0,82 (0,10)	0,57
18	-1,10 (0,14)	0,44 (0,06)	0,94 (0,11)	0,63
19	-1,11 (0,18)	0,41 (0,07)	1,03 (0,13)	0,57
20	-1,05 (0,18)	0,47 (0,06)	0,88 (0,11)	0,56

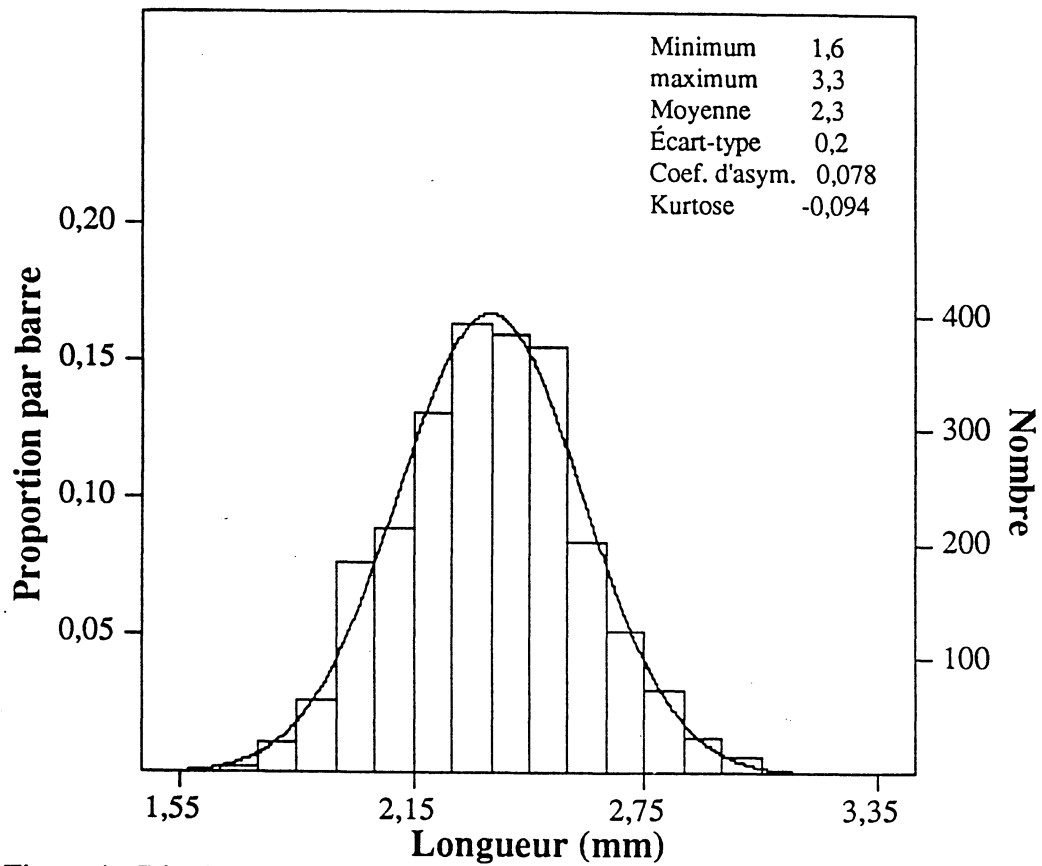
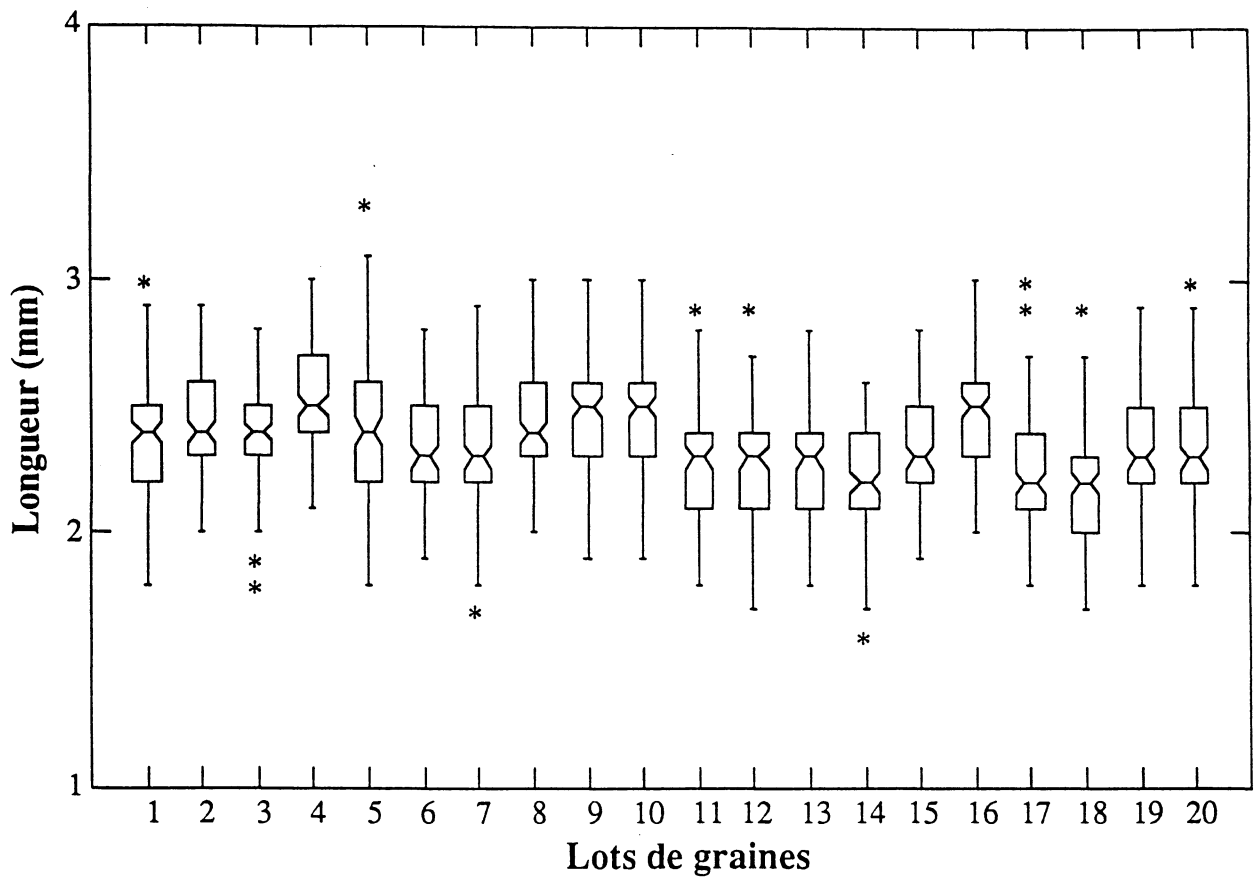


Figure 1. Distribution des fréquences de la longueur des graines de tous les lots (n = 2 400).



Figures 2. Distributions des longueurs de chaque lot de graines; les valeurs extrêmes sont indiquées par un *.

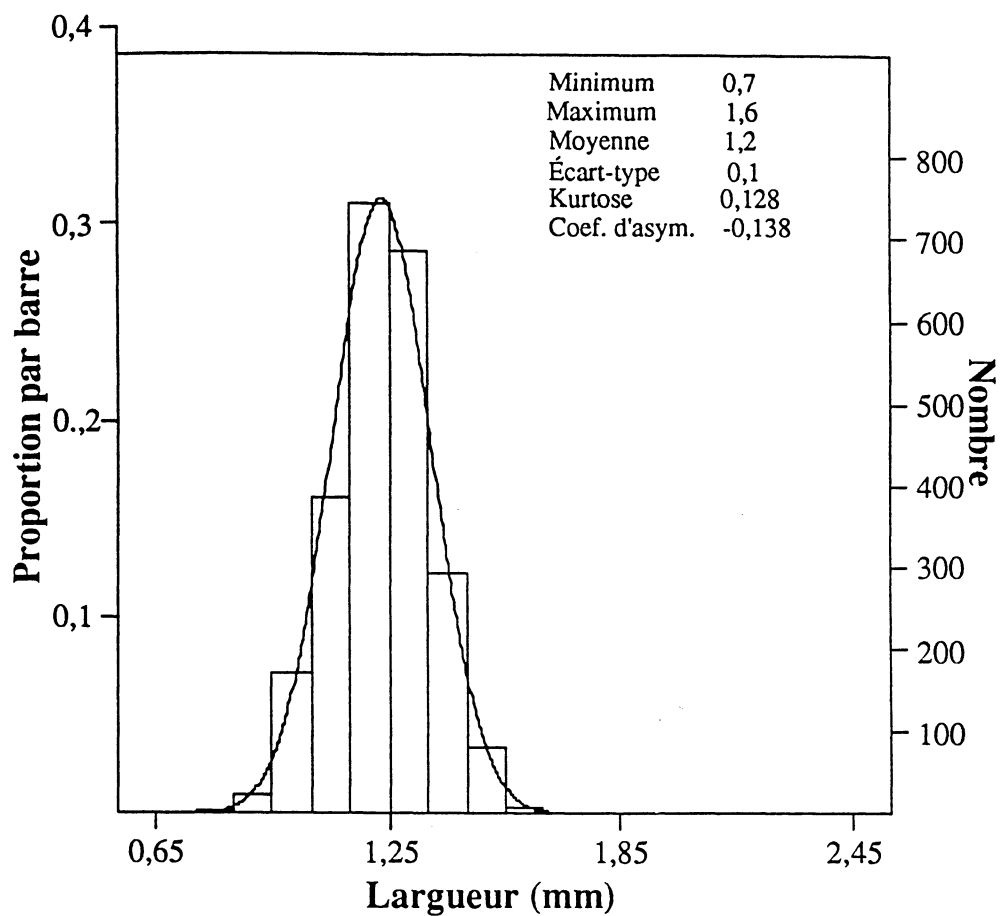
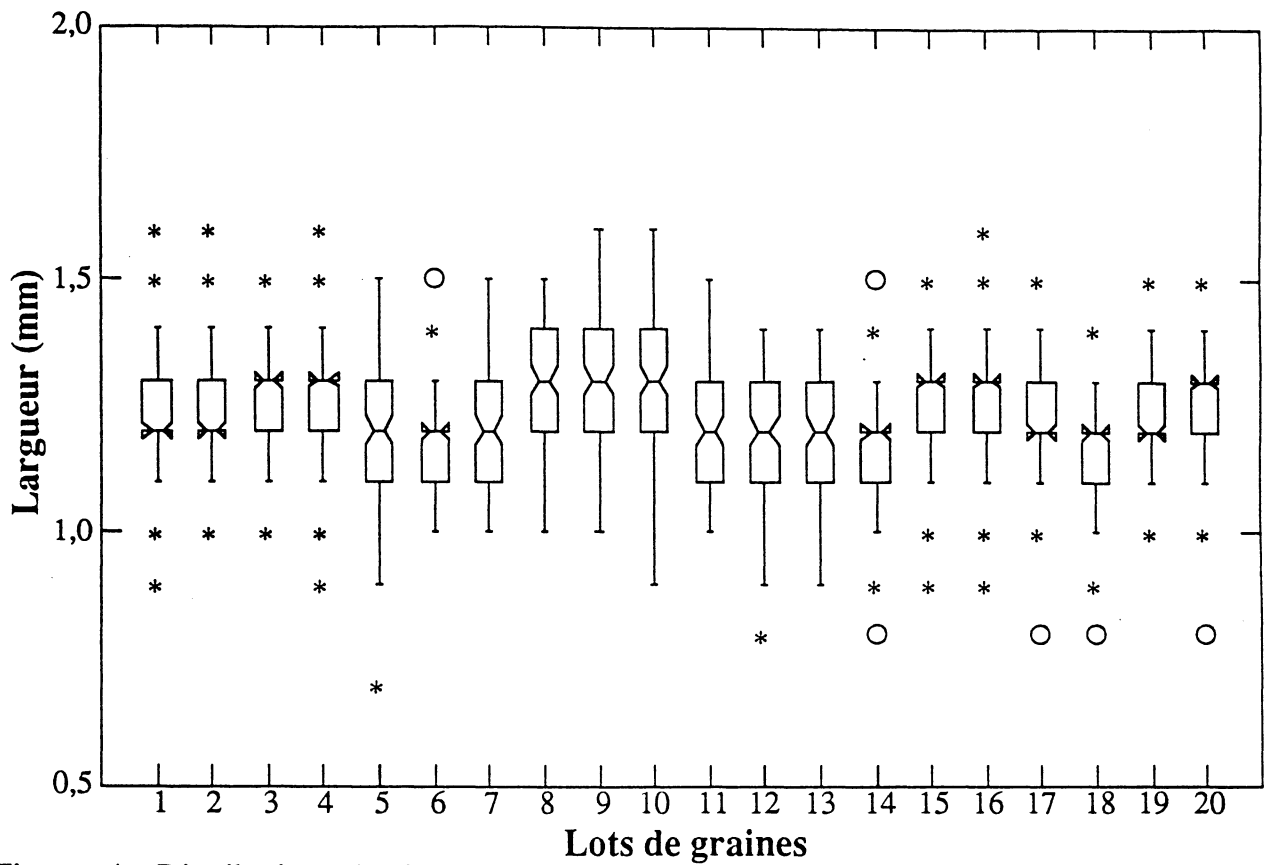


Figure 3. Distribution des fréquences de la largeur des graines de tous les lots (n = 2 400).



Figures 4. Distributions des largeurs de chaque lots de graine; les valeurs extrêmes sont indiquées par un * ou un °.

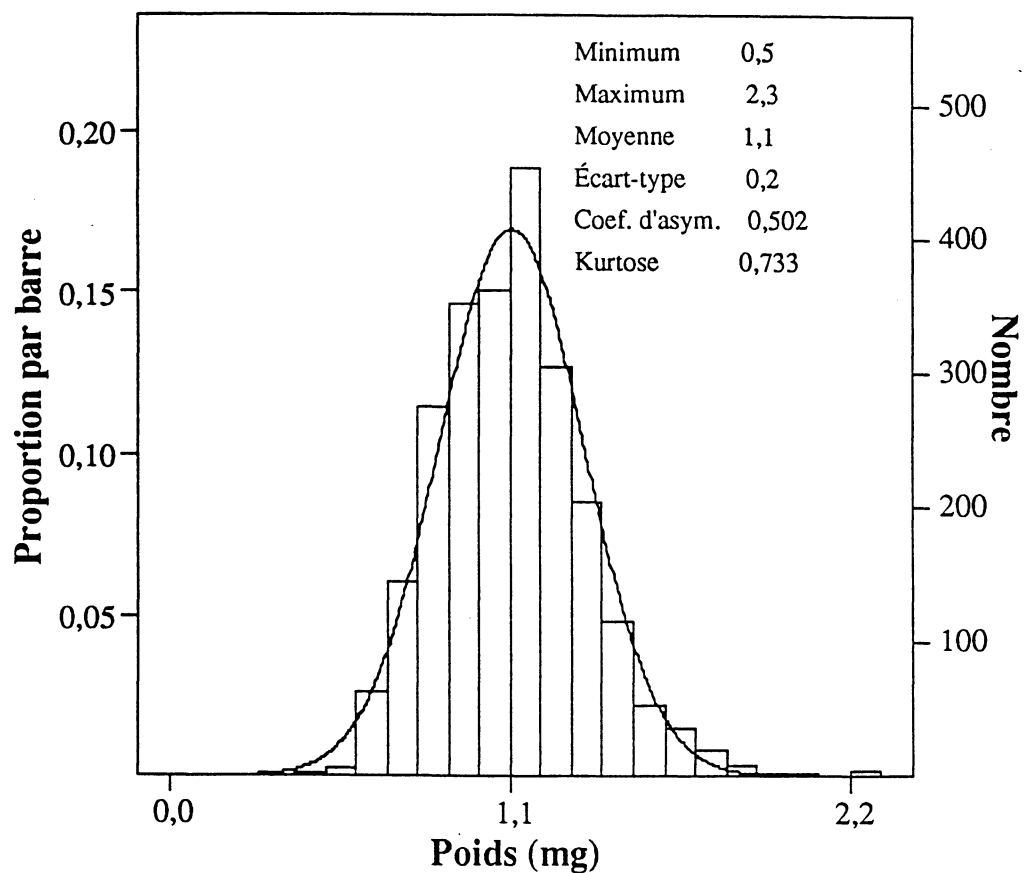
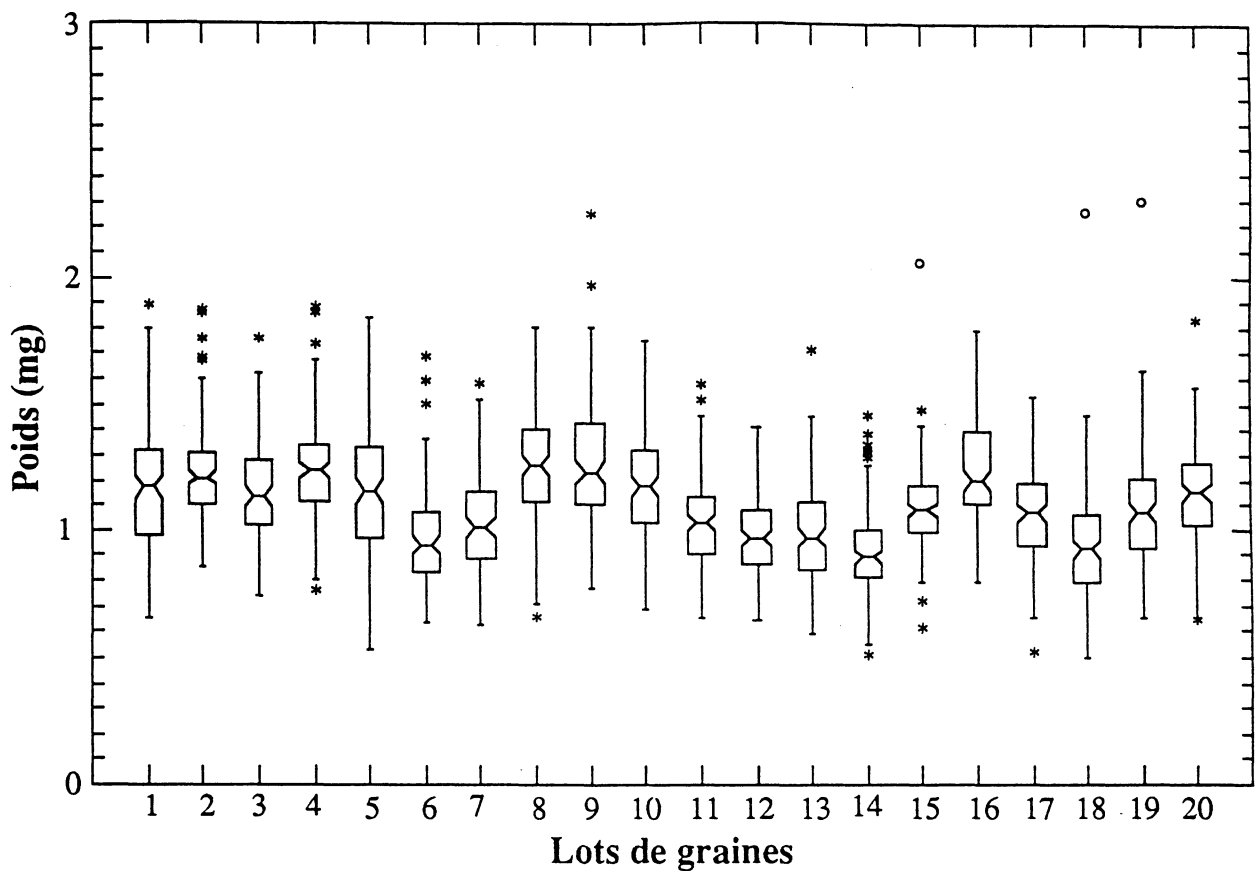


Figure 5. Distribution des fréquences du poids des graines de tous les lots (n = 2 400).



Figures 6. Distributions du poids de chaque lots de graine; les valeurs extrêmes sont indiquées par un * ou un °.