

Institut National de la Recherche Agronomique
Département Forêts et Milieux Naturels
Unité de Recherches Forestières Méditerranéennes
Equipe de Prévention des Incendies de Forêt
Document PIF2000-11

**DETERMINATION
DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
DES AIGUILLES DE PIN MARITIME
UTILISEES AUX VIGNERES
AU COURS DES ESSAIS DE L'ETE 2000**

Claude MORO

¹ Institut National de la Recherche Agronomique
Unité expérimentale du Ruscas
"Antenne" de l'équipe de prévention des incendies de forêt
4935 route du Dom
F - 83230 BORMES LES MIMOSAS
Téléphone : + 33 (0)4 94 71 55 77
Télécopie : + 33 (0)4 94 05 32 11
Messagerie électronique : moro@avignon.inra.fr

Sommaire

Sommaire	2
1 Protocole (Version du 17/02/98)	1
1.1 Matériel végétal.....	1
1.2 Matériel de mesure	1
1.3 déroulement des opérations	1
1.4 L'opération 1	1
1.4.1 Paramètres mesurés	1
1.4.2 Paramètres calculés.....	1
1.5 L'opération 2	2
1.5.1 Paramètres mesurés	2
1.5.2 Paramètres calculés.....	2
1.6 Remarques et commentaires.....	2
1.6.1 Les paramètres calculés.....	2
1.6.2 La mesure du volume au pycnomètre.....	2
1.6.3 Les mesures de diamètre et d'épaisseur des brins.....	2
2 Première série de mesures.....	3
2.1 Paramètres mesurés sur les trente brins	3
2.2 Paramètres calculés.....	4
2.3 Les teneurs en cendre.....	4
3 Seconde série de mesures).....	5

1 PROTOCOLE (VERSION DU 17/02/98)

Le protocole s'inspire largement du document PIF 9112 (DALIGAULT), qui décrit la manière de procéder quant à la détermination des caractéristiques physiques des aiguilles de divers pins.

1.1 MATERIEL VEGETAL

Il convient de noter que la base des aiguilles (pointes) et le brachyblaste sont ôtés lors des mesures (section à 5 mm de la pointe et du brachyblaste).

1.2 MATERIEL DE MESURE

Une règle au demi-millimètre

Un comparateur d'épaisseur au centième de mm

Un pycnomètre (Megal) constitué d'un ballon de 75 mm de haut et 55 mm de diamètre surmonté d'une tulipe de 50 mm de haut (de 100 ml de volume sous le col du ballon)



1.3 DEROULEMENT DES OPERATIONS

Chaque mesure s'appuie sur trois répétitions.

Une répétition comprend :

- opération 1 : déterminer le volume
- opération 2 : mesurer les aiguilles entières.

1.4 L'OPERATION 1

Elle se déroule en plusieurs phases :

- réaliser 30 brins de 50 mm (au mm "couvert") en coupant la base et l'extrémité des aiguilles,
- mesurer le diamètre et l'épaisseur de chaque brin en son milieu,
- placer les brins à 60°C pendant 24 heures,
- peser le lot de trente brins à la sortie de l'étuve pour déterminer la masse anhydre,

- introduire le lot de trente brins dans le pycnomètre pour déterminer son volume.

1.4.1 Paramètres mesurés

Préambule

Les paramètres mesurés permettent de déterminer la surface, le volume et la masse du combustible en utilisant les formules développées par DALIGAULT.

Précision des mesures

Elle varie avec le type de mesure :

- la longueur des aiguilles entières est mesurée au millimètre couvert,
- le diamètre et l'épaisseur de chaque brin au 1/100 de millimètre,
- les masses au milligramme.

Masse (mg)

Mb : masse anhydre des trente brins avant de les introduire dans le pycnomètre.

Longueur (mm)

Lb : longueur du brin soit 50 mm

Nous n'avons pas mesuré la corde **lc**, longueur du segment de droite qui relie les deux extrémités de l'aiguille, car cette variable n'est utilisée dans aucune formule.

Diamètre (mm)

D : diamètre du brin de 50 mm

Dm : diamètre moyen des trente brins

Epaisseur (mm)

E : épaisseur du brin de 50 mm

Em : épaisseur moyenne des trente brins

Masse du volume d'eau déplacée (mg)

MT1 : Total de la masse du pycnomètre plein d'eau et de celle des trente brins

MT2 : Masse du pycnomètre plein d'eau contenant les trente brins

1.4.2 Paramètres calculés

Sb : Surface du brin (en m²)

$$((4 * E) + (0,57 * D)) * Lb * 10^{-6}$$

Sbm : surface moyenne des trente brins.

Nous n'utilisons pas **Em** et **Dm** pour calculer

Sbm

V : Volume du "lot" de 30 brins (m³)

$$1 * (MT1 - MT2) * 10^{-9}$$

Nous pouvons exprimer ce volume par unité de longueur en le divisant par 1500 mm (30 x 50).

MLb : Masse « linéique » des brins (kg/m)

$$MLb = (Mb / 1500) * 10^{-3}$$

La masse de trente brins (1500 mm) divisée par 1500

MS : Masse surfacique des brins (kg/m²)

$$MS = (Mb / \sum Sb) * 10^{-6}$$

La masse de trente brins divisée par la somme des surfaces des trente brins.

MV : Masse volumique des brins (kg/m³)

$$MV = (Mb / V) * 10^{-6}$$

La masse de trente brins divisée par le volume des trente brins.

RSV : Rapport surface / volume (m²/m³)

$$RSV = \sum Sb / V$$

La somme des surfaces des trente brins divisée par le volume des trente brins.

1.5 L'OPERATION 2

Elle consiste à :

- mesurer des aiguilles entières jusqu'à constituer un lot approchant "en longueur cumulée" 1500 mm,
- déterminer la masse anhydre après un séjour à 60°C pendant 24 heures.

1.5.1 Paramètres mesurés

Longueur (mm)

La : longueur de chaque aiguille entière composant le lot

Masse totale (mg)

Ma : masse du lot d'aiguilles entières à la sortie de l'étuve.

1.5.2 Paramètres calculés

ML : Masse linéique de l'aiguille (kg/m)

$$MLent = (Ma / \sum La) * 10^{-3}$$

1.6 REMARQUES ET COMMENTAIRES

1.6.1 Les paramètres calculés

Ils le sont à partir des mesures effectuées.

Mais ils ne permettent pas de déterminer, par exemple, une surface développée pour chaque aiguille composant le lot de l'opération 2, et ainsi une surface développée moyenne.

1.6.2 La mesure du volume au pycnomètre

Elle semble incertaine.

Une simple pression de la main sur celui-ci (enfoncement dans le col) modifie le niveau de l'eau dans le tube.

Lorsque les aiguilles sont fines, elles pénètrent dans le tube et peuvent remonter jusqu'au ménisque.

1.6.3 Les mesures de diamètre et d'épaisseur des brins

Les données obtenues sont assez dispersées.

Cette variabilité provient du fait que la forme des aiguilles n'est pas stable, certaines sont plates et fines et d'autres beaucoup plus cylindriques.

2 PREMIERE SERIE DE MESURES

Le lot d'aiguilles a été récolté (nous a été envoyé) courant de l'été 2000 (août).

2.1 PARAMETRES MESURES SUR LES TRENTE BRINS

ECH	Répétition 1			Répétition 2			Répétition 3		
	D (mm)	E (mm)	Sb 10 ⁻⁶ M ²	D (mm)	E (mm)	Sb 10 ⁻⁶ M ²	D (mm)	E (mm)	Sb 10 ⁻⁶ M ²
1	1,77	1,19	288,4	2,15	1,38	337,3	1,74	1,20	289,6
2	1,96	1,22	299,9	1,82	1,25	301,9	1,92	1,02	258,7
3	1,82	1,10	271,9	2,13	1,22	304,7	1,82	1,24	299,9
4	1,58	1,29	303,0	2,13	1,31	322,7	2,01	1,24	305,3
5	2,17	1,30	321,8	2,30	1,16	297,6	2,14	1,31	323,0
6	1,91	1,13	280,4	1,84	1,16	284,4	2,45	1,30	329,8
7	2,04	1,14	286,1	2,00	1,15	287,0	1,78	1,22	294,7
8	1,59	1,00	245,3	1,60	1,03	251,6	1,88	1,16	285,6
9	1,92	1,23	300,7	2,04	1,15	288,1	2,02	1,04	265,6
10	1,67	1,18	283,6	2,06	1,18	294,7	2,05	1,04	266,4
11	1,97	1,21	298,1	2,30	1,27	319,6	1,83	1,09	270,2
12	1,94	1,17	289,3	2,33	1,25	316,4	1,96	1,20	295,9
13	2,02	1,12	281,6	1,77	1,25	300,4	2,11	1,22	304,1
14	2,20	1,24	310,7	1,96	1,10	275,9	2,26	1,31	326,4
15	2,06	1,37	332,7	2,19	1,24	310,4	2,12	1,21	302,4
16	1,79	1,35	321,0	2,17	1,26	313,8	1,82	1,14	279,9
17	1,83	1,21	294,2	1,91	1,37	328,4	1,91	1,04	262,4
18	1,95	1,17	289,6	2,08	1,24	307,3	1,84	1,07	266,4
19	1,90	1,01	256,2	1,96	1,37	329,9	2,08	1,03	265,3
20	1,94	1,14	283,3	1,91	1,18	290,4	1,80	1,18	287,3
21	1,53	1,17	277,6	1,69	1,09	266,2	1,87	1,04	261,3
22	2,00	1,24	305,0	2,12	1,19	298,4	1,63	0,95	236,5
23	1,54	1,12	267,9	2,11	1,28	316,1	1,84	1,28	308,4
24	1,98	1,17	290,4	1,93	1,13	281,0	1,96	1,17	289,9
25	2,24	1,25	313,8	2,12	1,18	296,4	1,82	1,22	295,9
26	1,92	1,30	314,7	2,00	1,13	283,0	1,98	1,29	314,4
27	1,62	1,12	270,2	1,90	1,13	280,2	2,05	1,24	306,4
28	2,33	1,22	310,4	2,10	1,05	269,9	2,23	1,27	317,6
29	2,02	0,95	247,6	1,79	1,41	333,0	2,13	1,34	328,7
30	1,56	1,15	274,5	1,69	1,09	266,2	1,68	0,95	237,9

Pour conserver la précision des mesures, les valeurs sont arrondies au millième près lorsque cela s'impose.

2.2 PARAMETRES CALCULES

Paramètres	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3
Mb (30brins) mg	1256,0	1392,0	1310,0
V (30 brins) $10^{-9} M^3$		2177,0	2618,0
MLb 10^{-6} (Kg/M)	837,0	928,0	873,0
MS 10^{-3} (kg/M ²)	144,2	155,5	151,0
MV (kg/M ³)		639,4	500,4
RSV (M ² /M ³)		4112,5	3313,9
Ma Aiguilles entières (mg)	1399,0	1399,0	1358
MLent 10^{-6} (kg/M)	891,1	885,4	876,7
La (mm)	131	126	134
	116	114	163
	118	118	126
	147	111	120
	140	113	97
	129	142	128
	119	117	143
	144	144	137
	149	146	139
	111	97	113
	148	145	141
	118	87	108
		120	

2.3 LES TENEURS EN CENDRE

N° Echantillon	Masse anhydre (mg)	Masse cendre (mg)	Teneur Cendre (%)
1	5442	137	2,52
2	5510	140	2,54
3	5498	141	2,56
4	5405	140	2,59
5	5517	137	2,48
6	5507	143	2,60
7	5423	140	2,58
8	5496	139	2,53
9	5371	133	2,48
10	5415	142	2,62
MOYENNE			2,55

3 SECONDE SERIE DE MESURES

Nous avons effectué ces mesures au cours de la semaine N° 51 de l'année 2000.

ECH	Répétition 1			Répétition 2			Répétition 3		
	D (mm)	E (mm)	Sb $10^{-6}M^2$	D (mm)	E (mm)	Sb $10^{-6}M^2$	D (mm)	E (mm)	Sb $10^{-6}M^2$
1	1,56	1,16	276,5	2,11	0,98	256,1	2,06	1,12	282,7
2	2,21	1,31	325,0	1,76	1,02	254,2	1,45	1,07	255,3
3	1,26	1,14	263,9	1,64	1,15	276,7	1,45	1,15	271,3
4	1,74	1,07	263,6	1,96	1,31	317,9	1,61	1,07	259,9
5	1,45	1,10	261,3	1,52	1,29	301,3	1,50	1,14	270,8
6	1,61	1,17	279,9	1,66	1,20	287,3	1,72	1,20	289,0
7	2,04	1,10	278,1	2,04	1,21	300,1	1,94	1,14	283,3
8	1,58	1,09	263,0	2,05	1,11	280,4	1,68	1,12	271,9
9	1,87	0,98	249,3	2,23	1,17	297,6	1,55	1,06	256,2
10	1,66	1,12	271,3	1,88	1,18	289,6	1,98	1,33	322,4
11	1,98	1,27	310,4	2,02	1,22	301,6	1,69	0,99	246,2
12	2,33	1,13	292,4	1,82	1,21	293,9	1,80	1,18	287,3
13	2,15	1,17	295,3	1,91	1,13	280,4	2,12	1,49	358,4
14	1,77	1,17	284,4	1,14	1,09	250,5	2,11	1,10	280,1
15	1,82	1,19	289,9	1,60	0,99	243,6	1,97	1,08	272,1
16	1,74	1,15	279,6	1,90	1,17	288,2	1,47	1,14	269,9
17	1,91	1,16	286,4	1,77	1,21	292,4	1,43	1,02	244,8
18	2,07	1,13	285,0	1,93	1,16	287,0	2,00	1,36	329,0
19	1,82	1,18	287,9	1,92	1,21	296,7	2,27	1,12	288,7
20	2,18	1,20	302,1	1,90	1,35	324,2	2,32	1,36	338,1
21	2,36	1,20	307,3	1,88	1,21	295,6	1,71	1,23	294,7
22	1,81	1,22	295,6	2,07	1,24	307,0	1,90	1,31	316,2
23	2,34	1,16	298,7	2,32	1,26	318,1	1,62	1,06	258,2
24	1,98	1,17	290,4	2,24	1,40	343,8	1,55	1,06	256,2
25	1,95	1,18	291,6	1,93	1,26	307,0	2,02	1,10	277,6
26	1,83	1,13	278,2	1,74	1,16	281,6	1,80	1,08	267,3
27	1,91	1,18	290,4	1,69	1,08	264,2	1,54	1,16	275,9
28	1,70	1,09	266,5	1,43	1,25	290,8	2,02	1,05	267,6
29	1,67	1,21	289,6	1,38	1,14	267,3	1,96	1,10	275,9
30	1,55	1,30	304,2	1,47	1,22	285,9	1,98	1,32	320,4
Moy	1,86	1,16	285,3	1,83	1,19	289,4	1,81	1,16	282,9

ECH	Répétition 4			Répétition 5		
	D (mm)	E (mm)	Sb $10^{-6}M^2$	D (mm)	E (mm)	Sb $10^{-6}M^2$
1	2,04	1,03	264,1	2,32	1,29	324,1
2	2,02	1,37	331,6	2,23	1,20	303,6
3	2,03	1,12	281,9	2,09	1,22	303,6
4	1,67	0,99	245,6	1,59	1,37	319,3
5	1,65	1,03	253,0	1,71	1,10	268,7
6	1,74	1,17	283,6	1,98	1,17	290,4
7	1,77	1,10	270,4	1,85	1,48	348,7
8	1,80	1,21	293,3	1,84	1,14	280,4
9	2,21	1,20	303,0	2,00	1,33	323,0
10	2,11	1,16	292,1	1,92	1,09	272,7
11	1,60	1,08	261,6	1,83	1,03	258,2
12	1,80	1,10	271,3	2,04	1,18	294,1
13	1,69	1,03	254,2	1,78	0,99	248,7
14	1,76	1,13	276,2	1,84	1,08	268,4
15	1,58	1,09	263,0	1,73	1,08	265,3
16	1,56	1,19	282,5	1,84	1,11	274,4
17	1,88	1,09	271,6	2,07	1,16	291,0
18	2,19	1,25	312,4	1,63	1,01	248,5
19	1,59	1,03	251,3	1,44	0,97	235,0
20	2,01	1,20	297,3	1,74	1,05	259,6
21	1,92	1,34	322,7	1,55	1,18	280,2
22	1,94	1,26	307,3	1,55	1,13	270,2
23	1,93	1,11	277,0	1,81	1,28	307,6
24	1,92	0,96	246,7	1,62	1,15	276,2
25	1,81	1,13	277,6	1,83	1,15	282,2
26	1,73	1,03	255,3	1,78	1,23	296,7
27	1,64	1,12	270,7	2,12	1,22	304,4
28	1,41	1,19	278,2	1,80	1,20	291,3
29	1,93	1,15	285,0	1,64	1,09	264,7
30	1,64	1,15	276,7	1,95	1,02	259,6
Moy	1,82	1,13	278,6	1,84	1,16	283,7

Paramètres	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3	Répétition 4	Répétition 5
Mb (30brins) mg	1268,0	1264,0	1205,0	1163,0	1207,0
V (30 brins) $10^{-9} M^3$	2157,0	2100,0	2192,0	2114,0	2186,0
MLb $10^{-6} (Kg/M)$	845,0	843,0	803,0	775,0	805,0
MS $10^{-3} (kg/M^2)$	148,2	145,6	142,0	139,2	141,8
MV (kg/M^3)	587,9	601,9	549,7	550,1	552,2
RSV (M^2/M^3)	3967,4	4133,8	3871,9	3953,3	3893,4