

SERAM

Date : 20 février 1987

Demandeur : C.I.C.B.L.
2, rue Henri Barbusse
13241 MARSEILLE CEDEX 1

ESSAIS MECANIQUES DE BOIS

Les travaux, qui sont à l'origine de ce rapport, ont été effectués en collaboration avec
l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Centre d'AIX-EN-PROVENCE.

QUALIFICATIONS DE RESINEUX DE LA REGION
PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES
MECANIQUES

L'étude dont les résultats sont reportés ci-après concerne la détermination des caractéristiques mécaniques de résineux de la région PACA. Ce travail a été ordonné par le Centre Interprofessionnel de Commercialisation du Bois et du Liège (CICBL).

1. RECEPTION DES ECHANTILLONS.

Les échantillons nous ont été livrés le 9 janvier 1987 et ont été stockés dans le laboratoire à une température d'environ 20°.

Ce sont des ébauches de section 2,2 cm x 2,2 cm environ, de longueur 1,5 à 2,2 m environ.

Ils sont tous repérés par une marque contenant le type d'essence (S : sapin, M : mélèze, PN : pin noir d'Autriche, PC : pin à crochets, PCe : pin cembro, PS : pin sylvestre, PA : pin d'alep), et la provenance (AND, CHE, DL, CAB, ISO, MOS, RAY ,REV, UG) dont la signification ne nous a pas été communiquée.

2. REALISATION DES EPROUVETTES

Les éprouvettes ont été tirées dans les échantillons, parfois avec difficulté compte tenu de ce qu'ils n'avaient pas été prélevés spécialement pour cette étude : il n' a pas toujours été possible d'obtenir des éprouvettes dont l'axe soit parfaitement parallèle au fil du bois, et certaines éprouvettes de grande longueur ne sont pas exemptes de noeuds.

Les éprouvettes ont été usinées suivant les spécifications des normes françaises :

- NF B 51-002 : caractéristiques physiques et mécaniques des bois,
- NF B 51-003 : conditions générales d'essais,
- NF B 51-004 : détermination de l'humidité,
- NF B 51-007 : essai de compression axiale,
- NF B 51-010 : essai de traction perpendiculaire aux fibres,
- NF B 51-011 : essai de fendage,
- NF B 51-012 : essai de cisaillement,
- NF B 51-013 : essai de dureté Monnin.

3. REALISATION DES MORS.

Les essais de traction perpendiculaire aux fibres et de fendage nécessitent des mors spéciaux qui ont été réalisés suivant les recommandations des normes concernées.

Les essais de flexion et de dureté Monnin ont été effectués avec des cylindres de diamètre 30 mm, conformes aux normes.

4. MACHINES D'ESSAI

L'essai de compression a été réalisé sur une machine d'essai de capacité 500 kN, avec réglage au calibre 50 kN, la sensibilité étant alors de 20 N.

Les autres essais mécaniques ont été réalisés sur une machine spéciale équipée d'un capteur de 250 DaN, la précision de mesure étant de 0,25 DaN.

5. HUMIDITE DE REFERENCE

La norme NF B 51-003 fixe les conditions à respecter pour la réalisation des éprouvettes, et définit une humidité de référence de 12 %. Les éprouvettes n'ont pas pu être stabilisées à cette valeur, mais à une valeur moindre variant de 9,7 à 11,5% suivant les échantillons.

L'humidité de chaque échantillon a été mesurée conformément à la norme NF B. 51-004.

DEGRE D'HUMIDITE DES EPROUVETTES

S-AND	S-AND	S-CHE
10.7 %	9.7 %	10.5 %

M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY
10.8 %	10.1 %	9.7 %	10.6 %	9.9 %	10.3 %	10.0 %

PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY
11.5 %	10.3 %	10.1 %	10.1 %	10.0 %

PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE
9.0 %	9.4 %	9.3 %

PC- DL	PC-MOS	PC-CHE
10.0 %	10.5 %	9.7 %

PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY
10.6 %	10.8 %	9.8 %	10.5 %

PA- UG	PA- UG	PA- UG
11.0 %	11.0 %	10.9 %

6. MASSE VOLUMIQUE

La détermination de la masse volumique a été effectuée dans les conditions suivantes :

- réalisation d'éprouvettes calibrées,
- mesure de leurs cotes à 0,05 mm de précision et calcul du volume. L'incertitude obtenue sur le volume est alors de 0,43 cm³, soit 0,005 du volume.

7. LES RESULTATS DES ESSAIS

Les résultats détaillés figurent en annexe A.

Ils sont présentés sous forme d'un tableau par essence et par type d'essai, chaque tableau indiquant:

- la moyenne arithmétique,
- l'écart type noté σ ,
- le coefficient de variation noté CV exprimé en pourcentage : $CV = (100 \times \sigma) / \text{moy.arith.}$

En annexe B , les résultats sont présentés de façon à pouvoir comparer les caractéristiques respectives de chaque essence.

7.1 COMPRESSION AXIALE

Pour chaque éprouvette, sont calculées :

- la résistance à la compression, exprimée en bars,
- la cote de qualité statique, définie par le rapport

$$St = \frac{C}{100 D}$$

où D représente la masse volumique à l'humidité d'essai.

- la cote de qualité spécifique, définie par le rapport

$$Sp = St / D$$

qui caractérise l'essence en question.

7.2 FLEXION STATIQUE

Pour chaque éprouvette sont calculées :

- la fatigue de rupture à la flexion à partir de la formule empirique suivante :

$$F = \frac{3 PL}{2 bh^n}$$

P = charge de rupture de l'éprouvette en DaN,

L = portée en cm,

b = largeur de la section droite en cm,

h = hauteur de la section droite en cm,

n = 9/6 (2ème choix : bois de charpente et de menuiserie commune).

- la cote de flexion : $\frac{F}{100 D}$

- la cote de ténacité : $\frac{F}{C}$

C : résistance à la compression.

7.3 TRACTION PERPENDICULAIRE AU SENS DES FIBRES

Pour chaque éprouvette sont calculées :

- la résistance à la traction T en DaN,

- la cote d'adhérence : $\frac{T}{100 D}$

7.4 FENDAGE

Pour chaque éprouvette sont calculées :

- la résistance au fendage F_{end} en DaN par centimètre de largeur d'éprouvette,

- la cote de fissilité : $\frac{F_{end}}{100 D}$

7.5 CISAILLEMENT

Pour chaque éprouvette sont calculées :

- la résistance unitaire Cs

Cs

- la cote de cisaillement : $\frac{\quad}{100 D}$

7.6 DURETE

Pour chaque éprouvette sont calculées :

- la dureté de flanc (NF B 51-013),

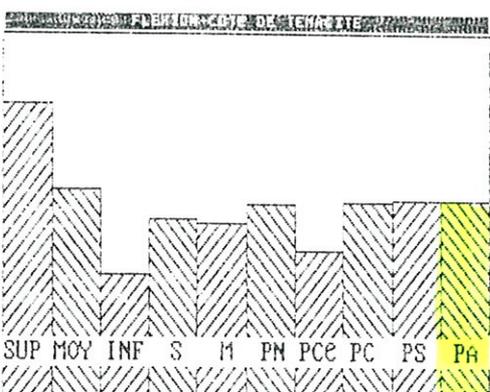
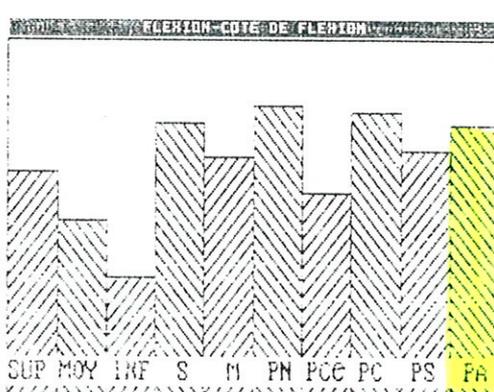
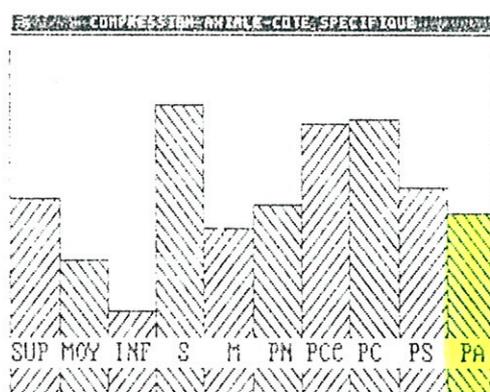
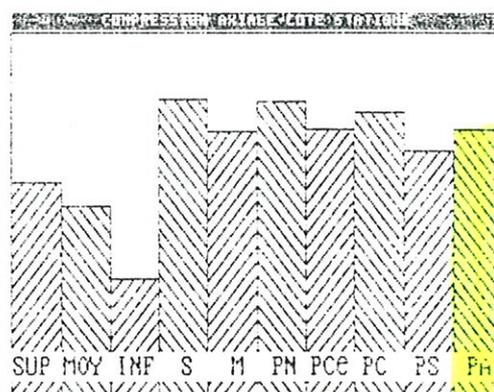
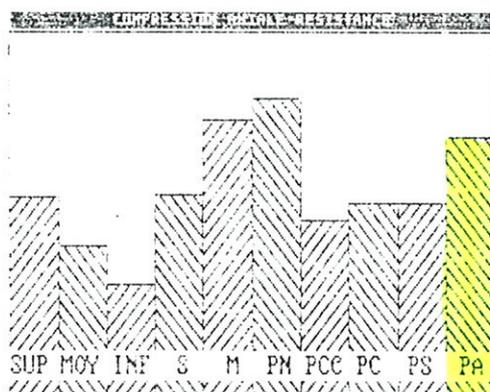
N

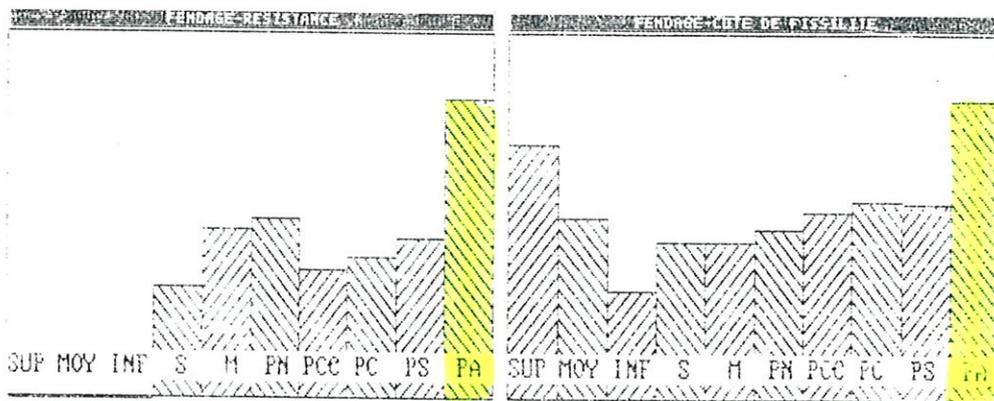
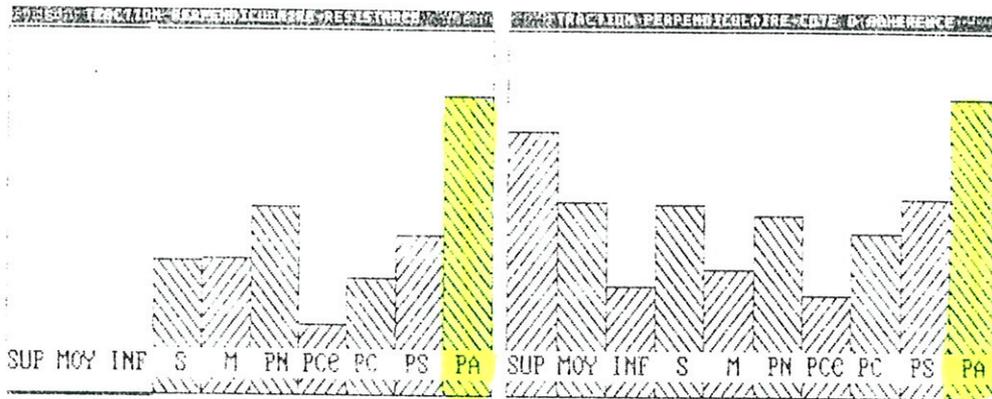
- la cote de dureté : $\frac{\quad}{D^2}$

8. ANALYSE DES RESULTATS

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux permettant de comparer les caractéristiques des différentes essences étudiées.

Les trois premières colonnes représentent, lorsque les indications existent, les valeurs correspondant aux catégories, supérieure, moyenne, inférieure telles qu'elles apparaissent dans la norme NF B 51-002, pour une humidité de référence de 15 %.





9. CONCLUSIONS

Malgré le petit nombre d'éprouvettes testées, il est possible de faire apparaître les enseignements suivants:

- caractéristiques de cohésion axiale :
compression, flexion.

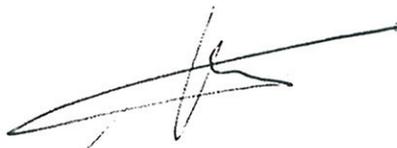
Toutes les essences présentent des caractéristiques comparables, le mélèze, le pin noir et le pin d'alep se classant en premier.

- caractéristiques de cohésion transversale :
dureté, cisaillement, traction perpendiculaire aux fibres,
fendage.

Le pin cembo présente les caractéristiques les plus faibles.

Le pin noir et le pin d'alep sont les plus performants; le mélèze et dans une moindre mesure, le pin sylvestre possèdent également de bonnes caractéristiques.

Aix en Provence, le 23 février 1987



A. OTHO

ANNEXE A

SAPIN

COMPRESSION AXIALE						
	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	570.37	503.70	522.22	532.10	34.41	6.5 %
-COTE STATIQUE	13.51	11.18	12.64	12.44	1.18	9.5 %
-COTE SPECIFIQUE	32.00	24.80	30.59	29.13	3.82	13.1 %

FLEXION						
	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1232.49	1069.15	1113.69	1138.44	84.44	7.4 %
-COTE DE FLEXION	29.19	23.72	26.95	26.62	2.75	10.3 %
-COTE DE TENACITE	2.16	2.12	2.13	2.14	0.02	0.9 %

TRACTION PERPENDICULAIRE						
	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	19.00	11.75	17.25	16.00	3.78	23.6 %
-COTE D ADHERENCE	0.45	0.26	0.42	0.38	0.10	26.9 %

FENDAGE

	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	7.50	9.00	11.50	9.33	2.02	21.7 %
-COTE DE FISSILITE	0.18	0.20	0.28	0.22	0.05	24.2 %

CISAILLEMENT

	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	34.25	34.00	45.25	37.83	6.42	17.0 %
-COTE CISAILLEMENT	0.18	0.20	0.28	0.22	0.05	24.2 %

DURETE

	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
	1.22	1.27	1.32	1.27	0.05	3.9 %
-COTE DE DURETE	6.85	6.25	7.73	6.94	0.75	10.7 %

MASSE VOLUMIQUE

	S-AND	S-AND	S-CHE	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.38	0.41	0.38	0.39	0.02	5.0 %
- HUMIDE	0.42	0.45	0.41	0.43	0.02	4.6 %

MELEZE

COMPRESSION AXIALE

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	759.26	748.46	828.70	680.56	780.86	637.35	628.09	723.32	75.97	10.5 %
-COTE STATIQUE	10.89	11.34	12.05	11.13	11.37	10.58	10.25	11.08	0.59	5.3 %
-COTE SPECIFIQUE	15.61	17.17	17.54	18.19	16.55	17.55	16.72	17.05	0.84	4.9 %

FLEXION

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1455.23	1455.23	1952.68	1470.07	1744.79	1180.51	1447.80	1529.47	247.81	16.2 %
-COTE DE FLEXION	20.87	22.04	28.40	24.03	25.40	19.59	23.62	23.42	2.95	12.6 %
-COTE DE TENACITE	1.92	1.94	2.36	2.16	2.23	1.85	2.31	2.11	0.20	9.6 %

TRACTION PERPENDICULAIRE

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	22.50	18.00	11.75	16.75	19.25	12.50	14.00	16.39	3.89	23.7 %
-COTE D ADHERENCE	0.32	0.27	0.17	0.27	0.28	0.21	0.23	0.25	0.05	20.5 %

FENDAGE

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	17.50	13.50	13.00	12.00	13.50	13.50	16.00	14.14	1.91	13.5 %
-COTE DE FISSILITE	0.25	0.20	0.19	0.20	0.20	0.22	0.26	0.22	0.03	13.2 %

CISAILLEMENT

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	38.50	48.50	41.75	53.75	51.00	34.50	45.00	44.71	6.92	15.5 %
-COTE CISAILLEMENT	0.25	0.20	0.19	0.20	0.20	0.22	0.26	0.22	0.03	13.2 %

DURETE

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
	3.40	5.60	7.50	1.94	3.90	3.30	4.80	4.35	1.81	41.7 %
-COTE DE DURETE	6.99	12.85	15.87	5.19	8.26	9.09	12.78	10.15	3.79	37.4 %

MASSE VOLUMIQUE

	M-AND	M- DL	M-CAB	M-CHE	M-ISO	M-MOS	M-RAY	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.63	0.60	0.63	0.56	0.63	0.55	0.56	0.59	0.04	6.4 %
- HUMIDE	0.70	0.66	0.69	0.61	0.69	0.60	0.61	0.65	0.04	6.3 %

PIN NOIR

COMPRESSION AXIALE

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	719.14	748.46	695.99	905.86	847.22	783.33	89.53	11.4 %
-COTE STATIQUE	11.24	11.89	12.29	13.27	12.77	12.29	0.78	6.4 %
-COTE SPECIFIQUE	17.57	18.89	21.70	19.43	19.25	19.37	1.49	7.7 %

FLEXION

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1715.09	1848.73	1603.72	1960.10	1900.70	1805.67	144.68	8.0 %
-COTE DE FLEXION	26.80	29.37	28.32	28.71	28.65	28.37	0.96	3.4 %
-COTE DE TENACITE	2.38	2.47	2.30	2.16	2.24	2.31	0.12	5.2 %

TRACTION PERPENDICULAIRE

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	20.75	13.25	27.00	17.50	34.00	22.50	8.16	36.3 %
-COTE D ADHERENCE	0.32	0.21	0.48	0.26	0.51	0.36	0.13	37.5 %

FENDAGE

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	11.00	13.00	13.00	17.50	20.50	15.00	3.89	25.9 %
-COTE DE FISSILITE	0.17	0.21	0.23	0.26	0.31	0.23	0.05	22.1 %

CISAILLEMENT

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	38.25	57.25	48.50	54.50	56.50	51.00	7.91	15.5 %
-COTE CISAILLEMENT	0.17	0.21	0.23	0.26	0.31	0.23	0.05	22.1 %

DURETE

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
	5.00	4.20	1.89	7.10	2.95	4.23	2.00	47.2 %
-COTE DE DURETE	12.21	10.60	5.89	15.23	6.70	10.13	3.88	38.3 %

MASSE VOLUMIQUE

	PN-AND	PN-CAB	PN-ISO	PN-REV	PN-RAY	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.58	0.57	0.52	0.62	0.61	0.58	0.04	7.0 %
- HUMIDE	0.64	0.63	0.57	0.68	0.66	0.64	0.04	7.0 %

PIN CEMBRO

COMPRESSION AXIALE						
	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	530.25	438.27	421.30	463.27	58.62	12.7 %
-COTE STATIQUE	11.88	11.38	10.27	11.18	0.82	7.4 %
-COTE SPECIFIQUE	26.61	29.57	25.04	27.07	2.30	8.5 %

FLEXION						
	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1106.27	727.61	668.22	834.03	237.63	28.5 %
-COTE DE FLEXION	24.78	18.90	16.29	19.99	4.35	21.8 %
-COTE DE TENACITE	2.09	1.66	1.59	1.78	0.27	15.2 %

TRACTION PERPENDICULAIRE						
	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	11.50	6.25	7.50	8.42	2.74	32.6 %
-COTE D ADHERENCE	0.26	0.16	0.18	0.20	0.05	25.0 %

FENDAGE

	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	10.00	10.00	12.00	10.67	1.15	10.8 %
-COTE DE FISSILITE	0.22	0.26	0.29	0.26	0.03	13.2 %

CISAILLEMENT

	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	39.25	30.00	32.75	34.00	4.75	14.0 %
-COTE CISAILLEMENT	0.22	0.26	0.29	0.26	0.03	13.2 %

DURETE

	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
	1.12	0.76	1.24	1.04	0.25	24.0 %
-COTE DE DURETE	5.62	5.13	7.37	6.04	1.18	19.5 %

MASSE VOLUMIQUE

	PCe- DL	PCe- DL	PCe-CHE	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.41	0.35	0.38	0.38	0.03	7.6 %
- HUMIDE	0.45	0.38	0.41	0.41	0.03	7.5 %

PIN A CROCHETS

COMPRESSION AXIALE						
	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	500.00	553.09	478.40	510.49	38.44	7.5 %
-COTE STATIQUE	10.96	12.91	11.65	11.84	0.99	8.4 %
-COTE SPECIFIQUE	24.01	30.14	28.35	27.50	3.15	11.5 %

FLEXION						
	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1329.01	1128.54	1135.97	1197.84	113.66	9.5 %
-COTE DE FLEXION	29.12	26.34	27.65	27.71	1.39	5.0 %
-COTE DE TENACITE	2.66	2.04	2.37	2.36	0.31	13.1 %

TRACTION PERPENDICULAIRE						
	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	14.00	14.25	13.75	14.00	0.25	1.8 %
-COTE D ADHERENCE	0.31	0.33	0.33	0.32	0.02	4.8 %

FENDAGE

	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	14.00	10.50	11.00	11.83	1.89	16.0 %
-COTE DE FISSILITE	0.31	0.25	0.27	0.27	0.03	11.4 %

CISAILLEMENT

	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	36.25	59.17	28.25	41.22	16.05	38.9 %
-COTE CISAILLEMENT	0.31	0.25	0.27	0.27	0.03	11.4 %

DURETE

	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
	1.75	0.94	1.06	1.25	0.44	35.0 %
-COTE DE DURETE	8.40	5.12	6.28	6.60	1.66	25.2 %

MASSE VOLUMIQUE

	PC- DL	PC-MOS	PC-CHE	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.42	0.39	0.38	0.39	0.02	5.2 %
- HUMIDE	0.46	0.43	0.41	0.43	0.02	5.3 %

PIN SYLVESTRE

COMPRESSION AXIALE

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	570.99	501.54	507.72	444.44	506.17	51.75	10.2 %
-COTE STATIQUE	11.67	10.25	10.75	8.47	10.29	1.34	13.1 %
-COTE SPECIFIQUE	23.85	20.97	22.76	16.14	20.93	3.40	16.3 %

FLEXION

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1210.21	1180.51	1128.54	1232.49	1187.94	44.96	3.8 %
-COTE DE FLEXION	24.73	24.14	23.89	23.49	24.06	0.52	2.2 %
-COTE DE TENACITE	2.12	2.35	2.22	2.77	2.37	0.29	12.1 %

TRACTION PERPENDICULAIRE

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	16.75	12.50	26.75	20.50	19.12	6.04	31.6 %
-COTE D ADHERENCE	0.34	0.26	0.57	0.39	0.39	0.13	33.7 %

FENDAGE

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	13.00	12.00	13.00	15.50	13.37	1.49	11.2 %
-COTE DE FISSILITE	0.27	0.25	0.28	0.30	0.27	0.02	7.7 %

CISAILLEMENT

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	51.25	46.67	35.50	47.00	45.10	6.73	14.9 %
-COTE CISAILLEMENT	0.27	0.25	0.28	0.30	0.27	0.02	7.7 %

DURETE

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
	1.30	2.28	1.40	1.94	1.73	0.46	26.7 %
-COTE DE DURETE	5.43	9.53	6.28	7.05	7.07	1.77	25.0 %

MASSE VOLUMIQUE

	PS- DL	PS-CAB	PS-CHE	PS-RAY	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.44	0.44	0.43	0.48	0.45	0.02	4.3 %
- HUMIDE	0.49	0.49	0.47	0.52	0.49	0.02	4.5 %

PIN D'ALEP

COMPRESSION AXIALE

	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	660.49	697.53	680.56	679.53	18.54	2.7 %
-COTE STATIQUE	11.15	11.56	10.92	11.21	0.33	2.9 %
-COTE SPECIFIQUE	18.82	19.17	17.51	18.50	0.87	4.7 %

FLEXION

	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
-FATIGUE DE RUPTURE	1655.69	1455.23	1715.09	1608.67	136.16	8.5 %
-COTE DE FLEXION	27.95	24.12	27.51	26.53	2.09	7.9 %
-COTE DE TENACITE	2.51	2.09	2.52	2.37	0.25	10.4 %

TRACTION PERPENDICULAIRE

	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	31.50	40.50	35.00	35.67	4.54	12.7 %
-COTE D ADHERENCE	0.53	0.67	0.56	0.59	0.07	12.5 %

	FENDAGE					
	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	25.00	27.00	23.00	25.00	2.00	8.0 %
-COTE DE FISSILITE	0.42	0.45	0.37	0.41	0.04	9.7 %

	CISAILLEMENT					
	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
-RESISTANCE	60.25	42.75	51.25	51.42	8.75	17.0 %
-COTE CISAILLEMENT	0.42	0.45	0.37	0.41	0.04	9.7 %

	DURETE					
	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
	4.10	3.90	4.20	4.07	0.15	3.8 %
-COTE DE DURETE	11.68	10.72	10.81	11.07	0.53	4.8 %

	MASSE VOLUMIQUE					
	PA- UG	PA- UG	PA- UG	Moyenne	σ	CV
- 0 % HUMIDITE	0.54	0.55	0.56	0.55	0.01	2.6 %
- HUMIDE	0.59	0.60	0.62	0.61	0.02	2.6 %

ANNEXE B

COMPRESSION AXIALE-RESISTANCE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	532.10	723.32	783.33	463.27	510.49	506.17	679.53
Ecart Type	34.41	75.97	89.53	58.62	38.44	51.75	18.54
CV	6.5 %	10.5 %	11.4 %	12.7 %	7.5 %	10.2 %	2.7 %

COMPRESSION AXIALE-COTE STATIQUE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	12.44	11.08	12.29	11.18	11.84	10.29	11.21
Ecart Type	1.18	0.59	0.78	0.82	0.99	1.34	0.33
CV	9.5 %	5.3 %	6.4 %	7.4 %	8.4 %	13.1 %	2.9 %

COMPRESSION AXIALE-COTE SPECIFIQUE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	29.13	17.05	19.37	27.07	27.50	20.93	18.50
Ecart Type	3.82	0.84	1.49	2.30	3.15	3.40	0.87
CV	13.1 %	4.9 %	7.7 %	8.5 %	11.5 %	16.3 %	4.7 %

FLEXION-FATIGUE DE RUPTURE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	1138.44	1529.47	1805.67	834.03	1197.84	1187.94	1608.67
Ecart Type	84.44	247.81	144.68	237.63	113.66	44.96	136.16
CV	7.4 %	16.2 %	8.0 %	28.5 %	9.5 %	3.8 %	8.5 %

FLEXION-COTE DE FLEXION

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	26.62	23.42	28.37	19.99	27.71	24.06	26.53
Ecart Type	2.75	2.95	0.96	4.35	1.39	0.52	2.09
CV	10.3 %	12.6 %	3.4 %	21.8 %	5.0 %	2.2 %	7.9 %

FLEXION-COTE DE TENACITE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	2.14	2.11	2.31	1.78	2.36	2.37	2.37
Ecart Type	0.02	0.20	0.12	0.27	0.31	0.29	0.25
CV	0.9 %	9.6 %	5.2 %	15.2 %	13.1 %	12.1 %	10.4 %

TRACTION PERPENDICULAIRE-RESISTANCE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	16.00	16.39	22.50	8.42	14.00	19.12	35.67
Ecart Type	3.78	3.89	8.16	2.74	0.25	6.04	4.54
CV	23.6 %	23.7 %	36.3 %	32.6 %	1.8 %	31.6 %	12.7 %

TRACTION PERPENDICULAIRE-COTE D ADHERENCE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	0.38	0.25	0.36	0.20	0.32	0.39	0.59
Ecart Type	0.10	0.05	0.13	0.05	0.02	0.13	0.07
CV	26.9 %	20.5 %	37.5 %	25.0 %	4.8 %	33.7 %	12.5 %

FENDAGE-RESISTANCE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	9.33	14.14	15.00	10.67	11.83	13.37	25.00
Ecart Type	2.02	1.91	3.89	1.15	1.89	1.49	2.00
CV	21.7 %	13.5 %	25.9 %	10.8 %	16.0 %	11.2 %	8.0 %

FENDAGE-COTE DE FISSILITE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	0.22	0.22	0.23	0.26	0.27	0.27	0.41
Ecart Type	0.05	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04
CV	24.2 %	13.2 %	22.1 %	13.2 %	11.4 %	7.7 %	9.7 %

CISAILLEMENT-RESISTANCE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	37.83	44.71	51.00	34.00	41.22	45.10	51.42
Ecart Type	6.42	6.92	7.91	4.75	16.05	6.73	8.75
CV	17.0 %	15.5 %	15.5 %	14.0 %	38.9 %	14.9 %	17.0 %

CISAILLEMENT-COTE CISAILLEMENT

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	0.22	0.22	0.23	0.26	0.27	0.27	0.41
Ecart Type	0.05	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04
CV	24.2 %	13.2 %	22.1 %	13.2 %	11.4 %	7.7 %	9.7 %

DURETE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	1.27	4.35	4.23	1.04	1.25	1.73	4.07
Ecart Type	0.05	1.81	2.00	0.25	0.44	0.46	0.15
CV	3.9 %	41.7 %	47.2 %	24.0 %	35.0 %	26.7 %	3.8 %

DURETE-COTE DE DURETE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	6.94	10.15	10.13	6.04	6.60	7.07	11.07
Ecart Type	0.75	3.79	3.88	1.18	1.66	1.77	0.53
CV	10.7 %	37.4 %	38.3 %	19.5 %	25.2 %	25.0 %	4.8 %

MASSE VOLUMIQUE- 0 % HUMIDITE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	0.39	0.59	0.58	0.38	0.39	0.45	0.55
Ecart Type	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
CV	5.0 %	6.4 %	7.0 %	7.6 %	5.2 %	4.3 %	2.6 %

MASSE VOLUMIQUE- HUMIDE

	S	M	PN	PCe	PC	PS	PA
Moyenne	0.43	0.65	0.64	0.41	0.43	0.49	0.61
Ecart Type	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
CV	4.6 %	6.3 %	7.0 %	7.5 %	5.3 %	4.5 %	2.6 %

