

INFLUENCE DU DEGRE DE DURETE

DU BOIS SUR LA FIXATION

DE *LIMNORIA LIGNORUM* (Rathke).

par

A. BOURDILLON

Un certain nombre de raisons ont été invoquées pour expliquer la résistance du bois de certaines essences aux attaques des animaux marins perforants, particulièrement des Tarets. A côté de facteurs tels que la présence d'un alcaloïde, la teneur en Silice, c'est le degré de dureté du bois qui semblerait principalement expliquer la variation de la résistance du bois selon les différentes essences (A. BIJLS 1947, C. JACQUIOT et KELLER-VAILLANT 1951, Th. MONOD 1952).

On peut considérer que l'influence de tout caractère du bois sur la résistance aux perforants présente deux aspects : influence lors de la fixation sur le bois des espèces perforantes et influence sur la difficulté d'attaque du bois par ces espèces.

Alors que dans le cas des Tarets, ces deux aspects de l'influence des caractères du bois correspondent à deux formes entièrement différentes de l'espèce, larve véligère et adulte, dans le cas du crustacé isopode *Limnoria lignorum* (Rathke), ces deux aspects concernent tous deux la forme adulte de l'espèce. Ce sont, en effet, dans ce cas, des adultes qui, soit lors de migrations saisonnières, soit tout au long de l'année, colonisent les bois encore intacts (M.W. JOHNSON and R.C. MILLER - 1935, M.W. JOHNSON - 1935, C.M. SOMME-1940).

Dans cette note, je n'ai envisagé que l'étude de l'influence d'un seul facteur lors de la fixation de Limnoria lignorum sur le bois, sans étudier les modalités de creusement du bois. J'ai procédé à des séries d'expériences pour mettre en évidence le rôle de la dureté du bois au moment de la fixation des Limnoria sur ce bois.

Définition d'un "indice de fixation"

Dans une note précédente (A. BOURDILLON -1953), j'ai défini un coefficient F, "indice de fixation", applicable à un support, permettant d'apprécier dans quelle mesure des Limnoria (ou, dans un cas général, tout autre animal) sont susceptibles de se fixer sur lui.

Si on appelle d_a le nombre de Limnoria arrivant sur un support pendant l'intervalle de temps dt , et d_r le nombre de Limnoria le quittant pendant le même intervalle de temps, "l'indice de fixation" F est la limite du rapport $\frac{d_a - d_r}{d_a} = \frac{dn}{d_a}$, quand l'intervalle de temps dt tend vers 0.

En d'autres termes, "l'indice de fixation" F correspondra à la probabilité pour qu'une Limnoria arrivant sur le support considéré, s'y fixe définitivement. L'expérience montre que, quand les caractères du support et les conditions extérieures restent constants, F reste constant.

Donc, le calcul de F, pour un support déterminé et dans des conditions extérieures bien précises, permet d'évaluer dans quelle mesure les Limnoria se fixeront sur ce support. Il faut préciser que la valeur de cet "indice de fixation" ne présage nullement de l'aptitude du support à résister à l'attaque des Limnoria qui s'y seront fixées.

Principe des expériences

Les expériences effectuées dans le but d'évaluer l'influence de la dureté du bois sur la variation de "l'indice de fixation" ont consisté en des comparaisons de différentes essences

Soit un nombre élevé N de Limnoria mis, dans des conditions expérimentales fixes et identiques en tout point du cristalliseur d'expérience, en présence de x supports $S_1, S_2, S_3, \dots, S_x$, de forme et de taille identiques, pour lesquels, dans les conditions étudiées, les "indices de fixation" respectifs sont $F_1, F_2, F_3, \dots, F_x$. Il se fixe, en un temps donné quelconque, $n_1, n_2, n_3, \dots, n_x$ Limnoria sur chacun de ces supports.

En posant : $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_x = f$, on a d'une façon générale :

dn = F. K. (N-f) dt. Donc : (1) $\frac{F_2}{F_1} = \frac{n_2}{n_1}, \frac{F_3}{F_1} = \frac{n_3}{n_1}, \dots, \frac{F_x}{F_1} = \frac{n_x}{n_1}$.

Par ailleurs, pour deux expériences A et B effectuées dans des conditions identiques, mais pour des valeurs de N différentes, on a :

$$(2) \left(\frac{n_x}{f}\right)_A = \left(\frac{n_x}{f}\right)_B$$

Cette méthode, si elle ne donne pas directement la valeur absolue des différents "indices de fixation" permet d'en calculer les rapports. Il est donc ainsi possible de comparer entre elles différentes essences, au point de vue de la fixation des Limnoria.

Pratique des expériences

Dans le cas de l'étude de l'influence de la dureté du bois sur la fixation des Limnoria, les expériences ont été ainsi conduites :

9 essences de dureté différente ont été étudiées : Azobé (Lophira procera A. Chev.), Doussié (Azelia pachyloba Harms), Orme (Ulmus campestris L.), Chêne (Quercus pedunculata Ehrh.), Sapin (Abies pectinata D.C.), Pin sylvestre (Pinus sylvestris L.), Pin de l'Orégon

(Pseudotsuga douglasii), Tilleul (Tilia europaea L.), Liège. Par commodité, le liège a été considéré au cours de ces expériences comme une essence particulière.

Des éprouvettes cylindriques, taillées dans les bois à étudier, de 2,5cm. de diamètre, de surface parfaitement lisse, sont placées verticalement, au nombre maximum de 8, à égale distance les unes des autres, dans un cristalliseur de verre de 22cm. de diamètre. Pour n'avoir à faire intervenir que des considérations de surface, la hauteur d'eau dans le cristalliseur d'expérience est faible (1,5cm.). Ce faible volume d'eau n'influe pas sur l'activité des Limnoria qui reste normale pendant la durée des expériences.

Un certain nombre de Limnoria, variable selon les expériences, mais toujours élevé (plus de 400) est placé dans le cristalliseur d'expérience en l'absence de toute éprouvette expérimentale. Au bout de quinze minutes, temps nécessaire pour que la réaction "émotionnelle" ait disparu et que l'activité de l'ensemble des Limnoria puisse être considérée comme normale, les éprouvettes à étudier sont mises en place.

L'expérience dure une heure, pendant laquelle les Limnoria se déplacent dans le cristalliseur et se fixent sur les cylindres de bois. De temps en temps une vérification permet de s'assurer, tout au long de l'expérience, de l'homogénéité de la répartition dans le cristalliseur des Limnoria non encore fixées. Cette condition est, en effet, indispensable pour que les raisonnements énoncés plus haut puissent s'appliquer. Au bout d'une heure, les éprouvettes sont isolées et les Limnoria fixées sur chacune d'elles comptées.

Les expériences sont entièrement effectuées à l'obscurité pour éliminer l'influence de la lumière sur les réactions des Limnoria. Les opérations nécessaires (mise en place des éprouvettes, vérifications en cours d'expérience, enlèvement final des éprouvettes) sont

effectuées le plus rapidement possible, à l'aide d'une lumière rouge (généralement considérée comme ayant une influence réduite sur les réactions phototropiques des crustacés) de très faible intensité. Dans ces conditions, on peut considérer que, pour les essences testées, le seul caractère physique qui puisse avoir une influence sur la fixation des Limnoria, est la dureté.

Résultats

Quatre séries d'expériences, correspondant chacune à la comparaison d'un certain nombre d'essences ont été faites:

- première série (température = 17°C.) : 8 essences (Doussié, Orme, Chêne, Sapin, Pin sylvestre, Pin de l'Orégon, Tilleul, Liège);
- deuxième série (température = 18°C.) : 2 essences (Azobé, Doussié);
- troisième série (température = 19°30C.) : 3 essences (Azobé, Doussié, Tilleul);
- quatrième série (température = 20°C.) : 7 essences (Azobé, Orme, Chêne, Sapin, Pin sylvestre, Tilleul, Liège).

Chaque série comprend un nombre variable d'expériences, exactement comparables entre elles.

Deux critères permettent de s'assurer que les résultats des expériences d'une même série ne s'écartent pas trop les uns des autres. D'une part, la valeur de $\frac{f}{N}$ doit rester constante pour les différentes expériences d'une même série, preuve que l'activité moyenne des Limnoria était équivalente dans chaque expérience. D'autre part, d'après l'égalité (2), les valeurs de $\frac{n}{f}$ doivent rester constantes pour chaque essence dans une même série d'expériences:

Les résultats obtenus dans les quatre séries d'expériences et correspondant à l'étude de plus de 10.000 Limnoria, de longueur comprise entre 2 et 3,5mm., sont contenus dans le tableau I .

On constatera que d'une part la valeur de $\frac{f}{N}$ reste effectivement à peu près constante à l'intérieur d'une même série d'expériences et que d'autre part le rapport $\frac{n}{f}$ garde, pour chaque essence, une valeur d'autant plus constante, dans les expériences d'une même série, que le nombre n est grand. En effet, les variations accidentelles ont d'autant plus d'influence que les nombres sur lesquels elles portent sont petits.

En prenant comme base arbitraire "l'indice de fixation" de l'Azobé $\frac{F}{k} = 0,10$ (k étant un coefficient non déterminé), il est possible de calculer, en utilisant les résultats des expériences des deuxième et troisième séries, "l'indice de fixation" du Doussié, à partir duquel les "indices de fixation" des essences étudiées dans la première série d'expériences sont connus. Enfin, on peut calculer, par exemple par l'intermédiaire de "l'indice de fixation" du Liège trouvé dans la première série, les "indices de fixation" des essences étudiées dans la quatrième série. Les moyennes des différentes valeurs trouvées pour chaque essence représentent des valeurs relatives approchées $\frac{F}{k}$ des "indices de fixations" des essences étudiées dans les conditions expérimentales considérées (tableau II).

Mesure de la dureté du bois

Par ailleurs, grâce à l'aide du Laboratoire d'Essais de la Chambre de Commerce de Marseille, des mesures de dureté des différentes essences étudiées ont été effectuées.

Cet essai de dureté consiste (méthode de CHALAIS-MEUDON) en un essai de pénétration de flanc, perpendiculairement aux fibres du bois, pour imprimer, sous une force de 200Kg. , sur la face radiale d'une éprouvette parallélépipédique l'empreinte d'un cylindre d'acier de 30mm. de diamètre.

TABLEAU (I)

N	f	N-f	$\frac{f}{N}$	Azobe n	Doussié n	Orme n	Chêne n	Sapin n	Pin sylvestre n	Pin de l'orégon n	Tilleul n	Liège n
				$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$	$\frac{n}{f}$
	704	520	0,739		47	50	66	54	78	67	59	99
	745	468	0,628		38	41	46	46	72	63	65	97
	879	602	0,685		42	50	56	97	79	64	109	105
	837	609	0,728		34	31	118	70	96	76	86	98
	595	418	0,703		29	36	67	47	38	56	59	86
	533	388	0,728		24	43	47	55	56	72	46	45
Moyennes			0,702				0,132	0,122	0,140	0,136	0,139	0,176
	811	161	0,200	44	117							
	829	229	0,276	85	144							
	787	187	0,237	72	115							
	691	241	0,348	69	172							
Moyennes			0,265	0,329	0,671							
	653	233	0,356	40	85						108	
	479	150	0,313	11	45						94	
Moyennes			0,334	0,122	0,332						0,546	
	517	308	0,596	9	0,029							86
	595	395	0,664	7	0,018							57
	418	218	0,521	3	0,014							35
Moyennes			0,594	0,020	0,045						0,239	0,197

La largeur de l'empreinte permet de déterminer la "flèche de pénétration" dont l'inverse constitue le "chiffre de dureté" D (calculé pour une "humidité normale" de 15% du bois étudié).

Cette méthode est inapplicable dans le cas du Liège à cause de son élasticité qui fait reprendre immédiatement à l'éprouvette sa forme primitive et empêche la formation d'une empreinte mesurable.

La précision de cette méthode de détermination du chiffre de dureté est assez faible, mais suffisante pour permettre une comparaison avec les résultats obtenus dans l'évaluation de F. Le tableau II montre, en fonction du chiffre de dureté de chaque essence, les valeurs moyennes relatives de "l'indice de fixation" correspondant.

Tableau (II).

Essence	Azobé	Doussié	Orme	Chêne	Sapin	Pin sylvestre	Pin de l'Orégon	Tilleul	Liège
D	20	11	6	5	2,5	2	1,8	0,6	
$\frac{F}{k}$	0,10	0,24	0,21	0,35	0,45	0,60	0,46	0,55	0,60

Ces résultats, traduits sur le graphique de la fig.1, mettent en évidence une importante diminution de F quand le chiffre de dureté augmente. Il apparaît que, dans la limite des valeurs étudiées, F varie de façon à peu près linéaire avec le logarithme de D

Conclusion

Le degré de dureté apparaît donc avoir une grande influence sur la fixation des Limnoria sur le bois. Il représente même, en principe, le facteur fondamental déterminant la fixation. On peut, en effet, considérer qu'un degré de dureté favorable constitue en quelque sorte la

condition nécessaire et suffisante à la fixation des Limnoria. La condition est nécessaire en ce sens que les Limnoria ne seraient susceptibles de se fixer que sur des supports de degré de dureté compris entre certaines limites. Par ailleurs, la condition serait suffisante puisque des Limnoria peuvent se fixer sur un substrat de degré de dureté compris entre ces limites, quels qu'en soient les autres caractères (caractères chimiques par exemple : des Limnoria se fixent sur des morceaux d'axe de Gorgone ou sur du caoutchouc).

Cependant, d'autres facteurs physiques ou chimiques peuvent présenter une certaine influence, parfois très importante, soit pour favoriser, soit pour diminuer ou même interdire la fixation, mais l'influence de ces facteurs n'est que surajoutée à celle du degré de dureté.

B I B L I O G R A P H I E

BIANCHI A.T.J.

1933. The resistance of tropical timbers orgainst the attack of Shipworms. Union Inst. Rech. Forest., Congrès de Nancy 1932 - p. 494.

BIJLS A.

1947. La résistance des bois exotiques aux xylophages. Le Génie civil, CXXIV, n°9, p. 178. Id. : Rev. Int. du bois, 1947, n° 122 - 123, p. 156-157.

BOURDILLON A.

1953. Influence de la température lors de la fixation de Limnoria lignorum (Rathke) sur le bois. C. R. Acad. Sciences. Paris. t. 236, p. 139 - 141.

DOCCHIN H. and SMITH F. G. W.

1951. Marine boring and fouling in relation to velocity of water currents. Bull. Mar. Sc. Gulf and Caribbean, vol. I, n°3, p. 196-208.

ISHAM L. B., SMITH F. G. W. and SPRINGER V.

1951. Marine Borer Attack in relation to conditions of illumination. Bull. Mar. Sc. Gulf and Caribbean, vol. I, n°1, p. 46 -63.

JACQUIOT C. et KELLER VAILLANT.

1951. La préservation des bois. Actualités Scientifiques et industrielles. 1157. Paris.

JOHNSON M. W. and MILLER R. C.

1935. The seasonal Settlement of Shipworms, Barnacles and Other Wharf-Pile Organisms at Friday Harbor, Washington. Univ. of Washington Publ. in Oceanography, vol. 2, n°1.

JOHNSON M. W.

1935. Seasonal migration of the wood-borer Limnoria lignorum (Rathke) at Friday Harbor, Washington. Biol. Bull., vol. LXIX, n°3.

L'HERMITE R.

1940. Bétons et ciments, bois. Actualités scientifiques et industrielles. 870. Paris.

MATAGRIN A.

1949. Protections des bois immergés contre les animalcules marins in Méthodes nouvelles de protection des bois d'oeuvre. Rev. Int. du bois. n° 146 - 147 . p. 160 - 162.

MONOD Th.

1952. La protection des bois immergés sur la côte occidentale d'Afrique. Inst. Fr. Afrique noire. Catalogues. VIII . in Xylophages et pétricoles ouest africains. p. 137 - 140.

SØMME O. M.

1940. A study of the Life History of the Gribble, Limnoria lignorum (Rathke) in Norway. Nytt Mag. for Naturv. Bind 80, p. 145 - 205. Oslo.

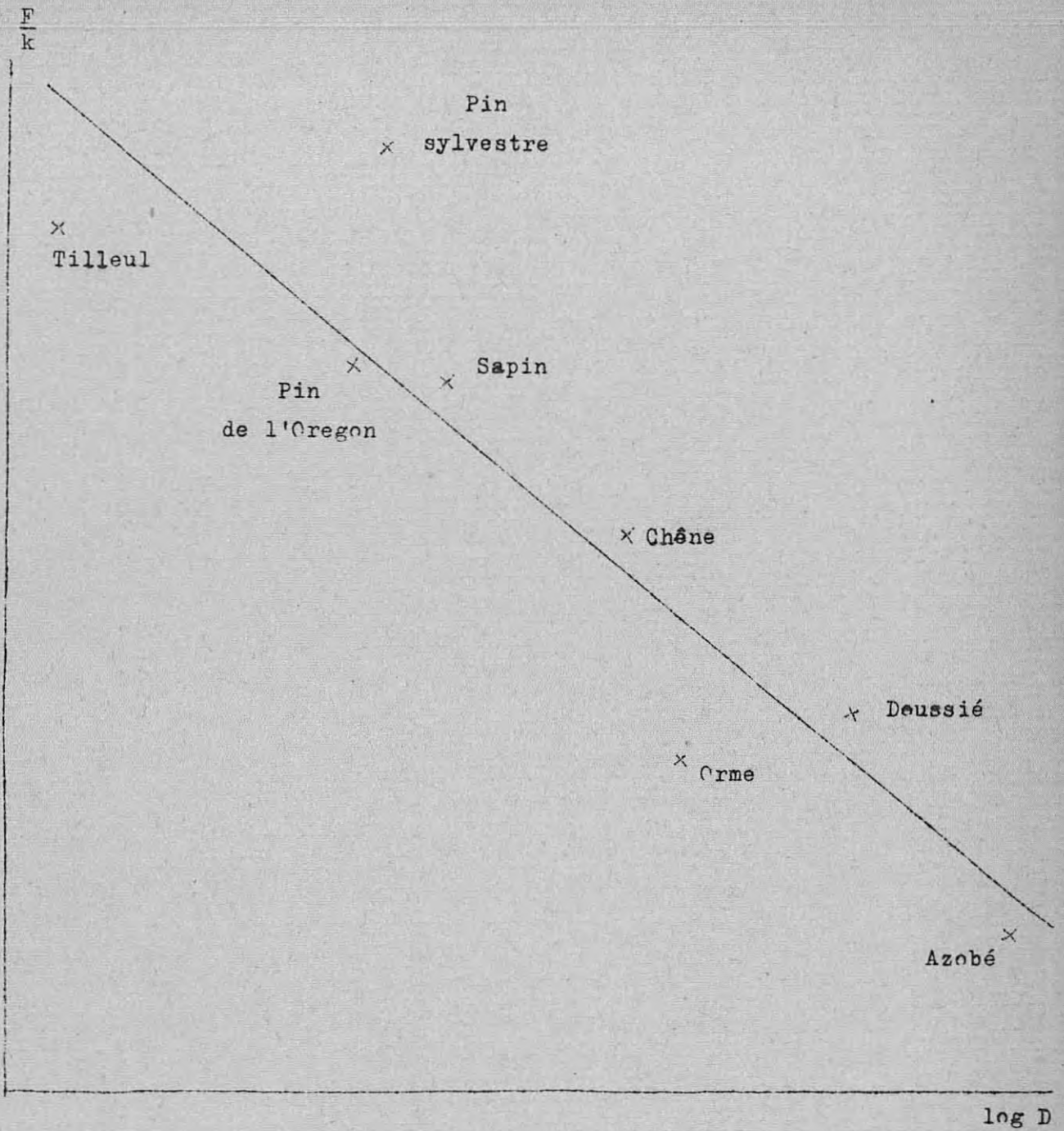


Figure I.

Variation de "l'indice de fixation" $\frac{F}{k}$ en fonction du logarithme du chiffre de dureté, $\log D$ (données numériques du tableau II).